

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский  
политехнический университет**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по образовательной  
деятельности

 И.Ю.Черникова

« 23 » сентября 20 24 г.

### **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Дисциплина:** Физика  
(наименование)

**Форма обучения:** очная  
(очная/очно-заочная/заочная)

**Уровень высшего образования:** бакалавриат  
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

**Общая трудоёмкость:** 396 (11)  
(часы (ЗЕ))

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии материалов  
(код и наименование направления)

**Направленность:** Проектирование, производство и эксплуатация беспилотных летательных аппаратов из композиционных материалов  
(наименование образовательной программы)

# 1. Общие положения

## 1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины:

- изучить физические явления и законы физики, границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях; познакомиться с основными физическими величинами, знать их определение, смысл, способы и единицы их измерения; представлять себе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; знать назначение и принципы действия важнейших физических приборов;
- приобрести навыки работы с приборами и оборудованием современной физической лаборатории; навыки использования различных методик физических измерений и обработки экспериментальных данных; навыки проведения физического и математического моделирования, а также применения методов физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем;
- уяснить логические связи между разделами курса физики, выработать представление о том, что физика является универсальной базой для технических наук, и что те физические явления и процессы, которые пока ограниченно применяются в технике, в будущем могут оказаться в центре новаторских достижений инженерной мысли.

Задачи дисциплины.

В результате изучения дисциплины обучающийся должен (проектируемые результаты освоения дисциплины):

знать:

- основные физические явления и процессы, на которых основаны принципы действия объектов профессиональной деятельности, области и возможности применения физических эффектов;
- фундаментальные понятия, законы и теории классической и современной физики, границы применимости основных физических моделей;
- основные физические величины и константы, их определения и единицы измерения;
- методы физического исследования, в том числе методы моделирования физических процессов;
- методы решения физических задач, важных для технических приложений;
- физические основы измерений, методы измерения физических величин;
- технологии работы с различными видами информации;

уметь:

- выделять физическое содержание в системах и устройствах различной физической природы;
- осуществлять корректное математическое описание физических явлений в технологических процессах;
- строить и анализировать математические модели физических явлений и процессов при решении прикладных задач;
- решать типовые задачи по основным разделам физики, используя методы математического анализа и моделирования;
- применять понятия, физические законы и методы решения задач для выполнения технических расчетов, анализа и решения практических проблем, проведения исследований в профессиональной деятельности;
- применять современное физическое оборудование и приборы при решении практических задач, использовать основные приемы оценки погрешности и обработки данных эксперимента;

владеть:

- методами анализа физических явлений в технических устройствах и системах;
- навыками практического применения законов физики, в том числе при проектировании изделий и процессов;
- методами теоретического исследования физических явлений и процессов, построения математических и физических моделей реальных систем, решения физических задач;
- навыками использования основных физических приборов;
- методами экспериментального физического исследования (планирование, постановка и обработка данных эксперимента, в том числе с использованием пакетов стандартного программного обеспечения);

- навыками применения знаний в области физики для изучения других дисциплин.

## 1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- физические явления и процессы в природе и техногенных системах;
- физические законы, описывающие эти явления и процессы;
- приборы для исследования физических систем;
- методы исследования физических систем;
- методы формализованного описания физических систем, в том числе средствами математического и компьютерного моделирования.

## 1.3. Входные требования

Не предусмотрены

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-1ОПК-1	знает: – основные физические явления и основные законы физики, границы их применимости, возможности использования в практических приложениях; – назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля; – методы решения физических задач, соответствующих элементам профессиональной деятельности	Знает основы математики, физики, химии, сопротивления материалов, теплотехники, электротехники, информатики и моделирования.	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ОПК-1	ИД-2ОПК-1	<p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений;</li> <li>– указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации;</li> <li>– использовать основные понятия, законы и модели физики, оперировать ими для решения прикладных задач;</li> <li>– применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств</li> </ul>	Умеет решать стандартные профессиональные задачи с применением естественнонаучных и инженерных знаний, методов математического анализа и моделирования.	Индивидуальное задание
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	<p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками использования основных общезначимых законов и принципов в важнейших практических приложениях, методами решения типовых задач;</li> <li>– навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе</li> </ul>	Владеет навыками теоретического и экспериментального исследования объектов профессиональной деятельности	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		с использованием прикладных программных средств; – навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм		
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	знает: – основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; – основные методы физического исследования, в том числе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки; – назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля	Знает основы проведения измерений и наблюдений; требования стандартов к измерениям и наблюдениям	Тест
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	умеет: – указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации; – работать с приборами и оборудованием, использовать различные методики измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных; – применять методы	Умеет проводить измерения и наблюдения с учетом требований стандартов	Индивидуальное задание

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств		
ОПК-4	ИД-3ОПК-4	владеет: – навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории; – навыками проведения научно-технического эксперимента, обработки, анализа и интерпретирования его результатов; – навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств; – навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм	Владеет навыками обработки и представления экспериментальных данных	Защита лабораторной работы
ОПК-7	ИД-1ОПК-7	знает: – методы физического исследования, в том числе методы моделирования физических процессов; – методы решения физических задач, важных для технических приложений; – физические основы	Знает основные нормативы, необходимые для профессиональной деятельности	Тест

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		измерений, методы измерения физических величин; – основные приемы и технологии работы с различными видами информации		
ОПК-7	ИД-2ОПК-7	умеет: – анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений; – выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации; – применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств	Умеет анализировать, составлять и применять техническую документацию	Индивидуальное задание
ОПК-7	ИД-3ОПК-7	владеет: – навыками применения основных методов физико-математического анализа и математической формализации для решения прикладных задач и поиска необходимой информации; – навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием при-	Владеет навыками решения задач профессиональной деятельности с учетом требований действующих нормативов	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		кладных программных средств; – навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм; – навыками самообучения и развития в общекультурной и профессиональной сферах		

### 3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	140	70	70
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	64	32	32
- лабораторные работы (ЛР)	36	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	32	16	16
- контроль самостоятельной работы (КСР)	8	4	4
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	220	110	110
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет	9		9
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	396	216	180

### 4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
1-й семестр				



Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Механика	10	6	6	36
<p>Тема 1. Кинематика. Основные кинематические характеристики прямолинейного и криволинейного движения: скорость и ускорение. Нормальное и тангенциальное ускорение. Кинематика вращательного движения: угловая скорость и угловое ускорение, их связь с линейными скоростью и ускорением. Прямая и обратная задачи кинематики. Законы равномерного и равнопеременного движения.</p> <p>Тема 2. Динамика поступательного движения. Инерциальные системы отсчета и первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Масса, импульс, сила. Уравнение движения материальной точки и механической системы. Третий закон Ньютона и закон сохранения импульса. Закон всемирного тяготения. Силы упругости и трения.</p> <p>Тема 3. Динамика вращательного движения. Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения. Момент импульса тела. Момент инерции. Теорема Штейнера.</p> <p>Тема 4. Работа. Энергия. Сила, работа и потенциальная энергия. Консервативные и неконсервативные силы. Работа и кинетическая энергия при поступательном и вращательном движении. Закон сохранения полной механической энергии в поле потенциальных сил. Столкновения тел. Абсолютно упругое столкновение.</p> <p>Тема 5. Элементы механики сплошных сред. Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Идеально упругое тело. Упругие напряжения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга.</p>				
Колебания и волны	6	4	4	24
<p>Тема 6. Кинематика колебаний. Амплитуда, частота и фаза колебаний. Закон гармонических колебаний; их изображение на графиках и векторных диаграммах. Сложение колебаний (биения, фигуры Лиссажу). Разложение и синтез колебаний.</p> <p>Тема 7. Динамика колебаний. Идеальный гармонический осциллятор. Квазиупругая сила. Уравнение идеального осциллятора и его решение. Маятники. Превращения энергии при колебаниях. Свободные затухающие колебания осциллятора с потерями. Вынужденные колебания. Резонанс.</p> <p>Тема 8. Волны. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны. Интерференция волн. Стоячие волны.				
Термодинамика и статистическая физика	8	2	2	20
Тема 9. Молекулярно-кинетическая теория. Параметры состояния идеального газа. Давление газа с точки зрения МКТ. Равнораспределение энергии молекулы по степеням свободы. Уравнение состояния идеального газа. Законы для изопроцессов. Среднеквадратичная скорость. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Диаграммы фазовых состояний. Распределение Максвелла для модуля и проекций скорости молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Тема 10. Феноменологическая термодинамика. Термодинамическое равновесие и температура. Нулевое начало термодинамики. Эмпирическая температурная шкала. Квазистатические процессы. Обратимые и необратимые процессы. Энергия молекулы, внутренняя энергия идеального газа. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Уравнение Майера. Изохорический, изобарический, изотермический, адиабатический процессы в идеальных газах. Преобразование теплоты в механическую работу. Цикл Карно и его коэффициент полезного действия. Энтропия. Второе начало термодинамики. Тема 11. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение.				
Электростатика и постоянный электрический ток	8	6	4	30
Тема 12. Электрическое поле в вакууме. Закон Кулона. Напряженность электростатического поля и принцип суперпозиции. Работа по перемещению заряда в электрическом поле. Потенциальная энергия, потенциал. Разность потенциалов. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей. Тема 13. Проводники в электрическом поле. Равновесие зарядов в проводнике. Основная задача электростатики проводников. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками. Электростатическая защита. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора. Тема 14. Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике.</p> <p>Тема 15. Постоянный электрический ток. Сила и плотность тока. Классическая теория электропроводности, условия ее применимости и противоречия с экспериментальными результатами. Закон Ома в дифференциальной и интегральной формах. Закон Джоуля-Ленца. Электродвижущая сила источника тока. Правила Кирхгофа.</p>				
ИТОГО по 1-му семестру	32	18	16	110
2-й семестр				
Магнетизм	10	8	6	34
<p>Тема 16. Магнитостатика. Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Лоренца. Закон Ампера. Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Магнитный поток и теорема Гаусса для магнитных полей. Теорема о циркуляции (закон полного тока). Расчет магнитных полей.</p> <p>Тема 17. Магнитное поле в веществе. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков. Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Ферромагнетизм.</p> <p>Тема 18. Электромагнитная индукция. Феноменология электромагнитной индукции. Правило Ленца. Уравнение электромагнитной индукции. Самоиндукция. Взаимоиндукция. Индуктивность соленоида. Включение и отключение катушки от источника постоянной эдс. Энергия магнитного поля.</p> <p>Тема 19. Электромагнитные колебания. Гармонические колебания в контуре. Энергетические процессы в контуре. Волновое сопротивление. Затухающие колебания в контуре. Реактивные (емкостное и индуктивное) сопротивления. Характеристики затухания. Вынужденные колебания в последовательном контуре. Резонанс. Резонансные кривые для заряда, напряжения, тока.</p> <p>Тема 20. Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл ее уравнений.</p> <p>Тема 21. Электромагнитные волны. Плоские и сферические электромагнитные волны. Правая</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
тройка векторов $E, B, v$ . Волновое уравнение. Поляризация волн.				
Оптика	10	6	6	32
Тема 22. Интерференция. Интерференционное поле от двух точечных источников. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Многолучевая интерференция. Тема 23. Дифракция. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений. Тема 24. Поляризация. Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Малюса. Закон Брюстера. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Циркулярная фазовая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты. Тема 25. Поглощение и дисперсия волн. Феноменология поглощения и дисперсии света.				
Квантовая физика	8	4	4	28
Тема 26. Квантовые свойства электромагнитного излучения. Излучение нагретых тел. Спектральные характеристики теплового излучения. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и Вина. Абсолютно черное тело. Формула Рэлея-Джинса и «ультрафиолетовая катастрофа». Гипотеза Планка. Квантовое объяснение законов теплового излучения. Корпускулярно-волновой дуализм света. Явление фотоэффекта. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Тема 27. Планетарная модель атома. Модель атома Томсона. опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Модель атома Бора. Схема энергетических уровней в атоме водорода. Тема 28. Квантовая механика. Корпускулярно-волновой дуализм. Гипотеза де Бройля. опыты Дэвиссона и Джермера. Дифракция микрочастиц. Принцип неопределенности Гейзенберга. Волновая функция, ее статистический смысл и условия, которым она должна удовлетворять. Уравнение Шредингера. Квантовая частица в одномерной потенциальной яме. Тема 29. Квантово-механическое описание атомов. Стационарное уравнение Шредингера для атома				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха.</p> <p>Тема 30. Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света. Особенности лазерного излучения. Основные типы лазеров и их применение.</p> <p>Тема 32. Элементы физики твердого тела. Структура зон в металлах, полупроводниках и диэлектриках. Проводимость металлов. Собственная и примесная проводимость полупроводников. Уровень Ферми в чистых и примесных полупроводниках. Диоды. Запирающий слой в полупроводниках.</p>				
Ядерная физика. Физическая картина мира	4	0	0	16
<p>Тема 33. Основы физики атомного ядра. Состав атомного ядра. Характеристики ядра: заряд, масса, энергия связи нуклонов. Радиоактивность. Виды и законы радиоактивного излучения. Ядерные реакции. Деление ядер. Синтез ядер. Детектирование ядерных излучений. Понятие о дозиметрии и защите.</p> <p>Тема 34. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие.</p> <p>Тема 35. Физическая картина мира. Особенности классической, неклассической и современной физики. Методология современных научно-исследовательских программ в области физики. Основные достижения и проблемы субъядерной физики. Попытки объединения фундаментальных взаимодействий и создания «теории всего». Современные космологические представления. Изменения в технике и технологиях как следствие научных достижений в области физики. Физическая картина мира как философская категория. Парадигма Ньютона и эволюционная парадигма.</p>				
ИТОГО по 2-му семестру	32	18	16	110
ИТОГО по дисциплине	64	36	32	220

## Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Кинематика и динамика материальной точки и поступательного движения
2	Работа, мощность, энергия
3	Динамика вращательного движения
4	Колебательное и волновое движение
5	Молекулярно-кинетическая теория вещества. Законы термодинамики
6	Электростатическое поле в вакууме
7	Электростатическое поле в диэлектриках и проводниках
8	Теорема Гаусса
9	Постоянный электрический ток
10	Магнитное поле в вакууме
11	Электромагнитная индукция
12	Электромагнитные колебания
13	Интерференция света
14	Дифракция света
15	Поляризация света
16	Тепловое излучение. Фотоэффект

## Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение объема цилиндра
2	Маятник Обербека
3	Физический маятник
4	Определение ускорения свободного падения методом обратного физического маятника
5	Изучение свободных колебаний пружинного маятника
6	Определение вязкости жидкости методом Стокса
7	Изучение электронного осциллографа
8	Исследование электростатических полей
9	Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника тока
10	Изучение зависимости мощности и коэффициента полезного действия источника тока от нагрузки

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
11	Определение магнитной индукции в межполюсном зазоре прибора магнитоэлектрической системы
12	Исследование магнитного поля кругового тока
13	Определение составляющих вектора индукции магнитного поля Земли с помощью электронно-лучевой трубки
14	Изучение явления гистерезиса с помощью электронного осциллографа
15	Изучение затухающих колебаний в контуре
16	Изучение вынужденных колебаний в последовательном контуре
17	Определение показателя преломления твердых тел с помощью микроскопа
18	Бипризма Френеля
19	Интерференция лазерного света при отражении от толстой стеклянной пластины
20	Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки
21	Определение степени поляризации лазерного луча. Исследование закона Малюса и закона Брюстера
22	Исследование фотоэлементов
23	Определение постоянной Стефана-Больцмана с помощью пирометра с исчезающей нитью
24	Исследование зависимости электросопротивления полупроводников от температуры
25	Исследование зависимости электросопротивления металлов от температуры

## 5. Организационно-педагогические условия

### 5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

## 5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

## 6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

### 6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
<b>1. Основная литература</b>		
1	Детлаф А. А., Яворский Б. М. Курс физики : учебное пособие для втузов. 9-е изд., стер. Москва : Академия, 2014. 720 с. 58,5 усл. печ. л.	12
2	Краткий курс общей физики : учебное пособие / Барков Ю. А., Вотинин Г. Н., Зверев О. М., Перминов А. В. Пермь : ПНИПУ, 2015. 406 с. 32,9 усл. печ. л.	106
<b>2. Дополнительная литература</b>		
<b>2.1. Учебные и научные издания</b>		
1	Курс общей физики. Механика. Молекулярная физика. 16-е изд., стер. Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2020. 432 с. 22.68 усл. печ. л.	16
2	Курс общей физики. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 10-е изд., стер. Санкт-Петербург : Лань, 2008. 496 с.	42
3	Курс физики. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц. Санкт-Петербург : Лань, 2007. 302 с.	20
<b>2.2. Периодические издания</b>		
1	В мире науки : научно-информационный журнал / В мире науки. Москва: В мире науки, 1983-1993, 2003-2024.	
2	Успехи физических наук : журнал / Российская академия наук ; Физический институт им. П. Н. Лебедева. - Москва: РАН, Физ. ин-т, 1918-2024.	
<b>2.3. Нормативно-технические издания</b>		
	Не используется	
<b>3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины</b>		



1	Никулин И. Л., Файзрахманова И. С. Механика, молекулярная физика и термодинамика. Научно-исследовательская работа: структура, содержание, методика выполнения : учебно-методическое пособие. Пермь : ПНИПУ, 2019. 103 с. 6,75 усл. печ. л.	5
<b>4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента</b>		
1	Зверев О. М., Перминов А. В. Сборник задач по физике : учебное пособие. Пермь : ПНИПУ, 2017. 470 с. 29,5 усл. печ. л.	88
2	Зверев О. М., Перминов А. В., Барков Ю. А. Сборник задач по общей физике : учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. Пермь : ПНИПУ, 2019. 517 с. 32,5 усл. печ. л.	73

## 6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Акулова Ю. В., Геронимус Н. А., Стариков Е. И. Колебания и волны. Оптика. Атомная физика Новосибирск : СГУПС, 2023	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-356276">https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-356276</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Вотинов Г.Н., Перминов А.В. Физика. Пермь: ПГТУ, 2008.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130432">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130432</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Глазова Л. П., Датхужева Р. Х., Криль Д. Б. Физика. Электричество и магнетизм Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2023	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-339977">https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-339977</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	МЕХАНИКА: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. Ф.Л. Барков, В.И. Колесниченко, А.В. Перминов [и др.] – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. ? 55 с..	<a href="https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	Физика. Оптика: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. Д.В. Баяндин, В.Г. Беспрозванных, Г.Н. Вотинов, О.М. Зверев, А.В. Перминов, В.С. Постников. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2021. – 59 с.	<a href="https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a>	сеть Интернет; свободный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Методические указания для студентов по освоению дисциплины	ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ: метод. указания к лабораторному практикуму / сост. Д.В. Баяндин, В.В. Бурдин, Г.Н. Вотинов [и др.] – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. ? 74 с.	<a href="https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70">https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&amp;cid=70</a>	сеть Интернет; свободный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Зверев О. М. Сборник задач по физике : учебное пособие / О. М. Зверев, А. В. Перминов. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2017.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-160895">https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-160895</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Красняков И. В., Уточкин В. Ю., Бачева Н. Ю., Герцен Т. А. Общая физика. Электричество и магнетизм: лабораторный практикум 2024.	<a href="https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks272057">https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks272057</a>	сеть Интернет; авторизованный доступ

### 6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 11 (подп. Azure Dev Tools for Teaching )
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Офисные приложения.	МойОфис Стандартный. , реестр отечественного ПО, необходима покупка лицензий.
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Dr.Web Enterprise Security Suite, 3000 лиц, ПНИПУ ОЦНИТ 2017

### 6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	<a href="https://www.elsevier.com/">https://www.elsevier.com/</a>
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	<a href="https://elib.pstu.ru/">https://elib.pstu.ru/</a>
Электронно-библиотечная система Лань	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Электронно-библиотечная система IPRsmart	<a href="http://www.iprbookshop.ru/">http://www.iprbookshop.ru/</a>
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	локальная сеть

### **7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине**

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лабораторная работа	Лабораторный стенд "Механика"	15
Лабораторная работа	Лабораторный стенд "Оптика"	15
Лабораторная работа	Лабораторный стенд "Электромагнетизм"	15
Лекция	Компьютер, мультимедийный проектор	1
Практическое занятие	Компьютер, мультимедийный проектор	1

### **8. Фонд оценочных средств дисциплины**

Описан в отдельном документе
------------------------------

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«Пермский национальный исследовательский политехнический  
университет»**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине  
**«Физика»**

*Приложение к рабочей программе дисциплины*

**Направление подготовки:** 22.03.01 Материаловедение и технологии  
материалов

Пермь 2024

**Фонд оценочных средств** для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

Предусмотрены аудиторные лекционные, лабораторные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций знать, уметь, владеть, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине.

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала и в ходе лабораторных и практических занятий, а также на экзамене и дифференцированном зачете. Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена и дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

## **1. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения**

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

- входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

- промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланочного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

- межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

- контроль остаточных знаний.

### **2.1. Текущий контроль усвоения материала**

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

### **2.2. Рубежный контроль**

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений проводится в форме защиты лабораторных, практических занятий и рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

#### **2.2.1. Защита лабораторных и практических занятий**

Всего запланировано 10 лабораторных работ и 16 практических занятий. Типовые темы лабораторных работ и практических занятий приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

Защита практического занятия проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

#### **2.2.2. Рубежная контрольная работа**

Согласно РПД запланировано 8 рубежных контрольных работ (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Механика», вторая КР – по модулю 2 «Колебания и волны», третья КР – по модулю 3 «Статистическая физика и термодинамика», четвертая КР – по модулю 4 «Электростатика и постоянный электрический ток», пятая КР – по модулю 5 «Магнетизм», шестая КР – по модулю 6 «Оптика», седьмая КР – по модулю 7 «Квантовая физика», восьмая КР – по модулю 8 «Ядерная физика. Физическая картина мира».

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)**

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена и дифференцированного зачета по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

### **2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене**

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

## **3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций**

### **3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций**

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

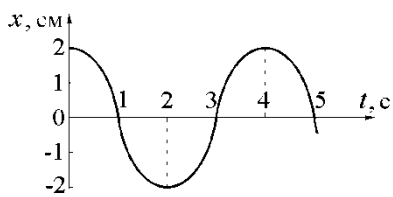
### **3.2. Оценка уровня сформированности компетенций**

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

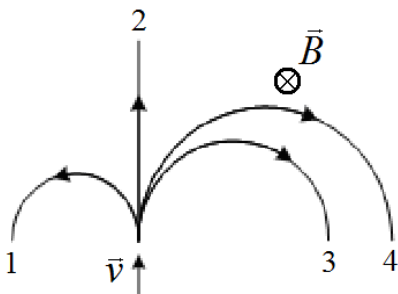
При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена и дифференцированного зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

## ЗАДАНИЯ ПО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
Перемещение, скорость, ускорение	Какие вектора являются кинематическими характеристиками поступательного движения?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
4	Координата тела меняется по закону $x = 2 + 3t + 0,5t^2$ . Чему равна скорость (в м/с) в момент времени 1 с.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Импульс тела	Какая физическая величина в системе СИ измеряется в кг·м/с.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
действующей на неё силе	Чему равна быстрота изменения импульса материальной точки? Ответ представить словами.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
5	Тело без трения скользит по наклонной плоскости образующей с горизонтом угол $30^\circ$ . Чему равно ускорение тела в м/с <sup>2</sup> ? ( $g = 10 \text{ м/с}^2$ ).	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
4	Найдите кинетическую энергию тела (в Дж) массы 2 кг, движущегося со скоростью 2 м/с.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
работе этой силы	Чему равно изменение кинетической энергии тела, если оно происходит под действием силы $F$ ?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Работа, энергия, теплота	Какие физические величины измеряются в Джоулях?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
9	Мячик массой 0,5 кг падающий с высоты 5 м у земли имел скорость 8 м/с. Чему равен модуль работы силы сопротивления воздуха? ( $g = 10 \text{ м/с}^2$ ). Ответ представить числом в Дж.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
4	<p>Зависимость координаты колеблющегося тела от времени представлена графиком на рисунке.</p>  <p>Чему равен период колебаний (в с)?</p>	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
<b>свободных незатухающих свободных затухающих вынужденных принудительных</b>	Уравнение движения гармонического осциллятора $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot x = 0$ является дифференциальным уравнением _____ колебаний.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Гармонические колебания	Как называется процесс, при котором координата материальной точки изменяется по закону синуса или косинуса?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Длина волны	Как называется расстояние, проходимое волной за 1 колебание?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7



<p><b>число Авогадро</b>          постоянная Больцмана          универсальная газовая          постоянная          молярная масса          вещества</p>	<p>Количество молекул в 1 моле вещества численно          выражает ...</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p><b>температура          постоянна</b>          нет теплообмена с          окружающей средой          давление постоянно          объем постоянен</p>	<p>Изотермическим называется процесс, при котором ...</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>2</p>	<p>В изобарном процессе с постоянной массой газа          температура увеличилась в 2 раза. Во сколько раз          увеличился объем газа?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>2</p>	<p>В изохорном процессе с постоянной массой газа          температура увеличилась в 2 раза. . Во сколько раз          увеличилось давление газа?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>6</p>	<p>В процессе с постоянной массой газа объем          увеличился в 2 раза, а давление увеличилось в 3          раза. Во сколько раз увеличилась температура газа?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>100</p>	<p>При уменьшении объема газа в 2 раза давление          увеличилось на 120 кПа, а абсолютная температура          возросла на 10%. Каким было первоначальное          давление. Ответ представить числом в кПа.</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p><b>диэлектрическая          проницаемость среды</b>          сила тока          напряжение          напряжённость          электрического поля</p>	<p>В системе СИ безразмерной из перечисленных          является физическая величина ...</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>Напряженность          электрического поля</p>	<p>Какая физическая величина является силовой          характеристикой электрического поля в          рассматриваемой точке?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>Потенциал          электрического поля</p>	<p>Какая физическая величина является энергетической          характеристикой электрического поля в          рассматриваемой точке?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>4</p>	<p>Во сколько раз увеличится сила электрического          взаимодействия между двумя точечными зарядами,          если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>12</p>	<p>Конденсаторы емкостями 20 и 30 мкФ соединены          последовательно. Чему равна общая емкость? Ответ          представить числом в мкФ.</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p><b>не изменяется</b>          увеличивается          уменьшается          может как          увеличиваться, так и          уменьшаться</p>	<p>В направлении протекания постоянного тока в          металлическом проводе площадь поперечного          сечения провода увеличивается, при этом сила тока          в этом направлении...</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>
<p>2</p>	<p>К источнику питания с ЭДС 12 В и внутренним          сопротивлением 2 Ом подключена лампочка          сопротивлением 4 Ом. Чему равна сила тока в цепи?</p>	<p>ОПК-1,          ОПК-4,          ОПК-7</p>

	Ответ представить числом в А.	
2	Два проводника с сопротивлениями 12 и 18 Ом соединены последовательно. Параллельно им присоединен проводник сопротивлением 20 Ом. На цепь подано напряжение 24 В. Чему равна (в А) сила тока в цепи?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
<b>положительный</b> равен нулю <b>отрицательный</b> знак заряда определить нельзя	На рисунке указаны траектории заряженных частиц, имеющих одинаковую скорость и влетающих в однородное магнитное поле, перпендикулярное плоскости чертежа. При этом у частицы 1 заряд ... 	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
1	Чему равна сила Ампера (в Н) действующая на проводник длиной 2 м по которому течет ток 10 А, если он находится в магнитном поле 0,1 Тл? Угол между проводником и индукцией магнитного поля 30°.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Максимум интерференции	Что будет наблюдаться на экране, если разность фаз двух когерентных волн равна $2\pi$ рад?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Интерференция, дифракция, поляризация	Для света характерна корпускулярно-волновая двойственность свойств. Какие явления представляют волновые свойства света.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
<b>позитроны</b> электроны протоны нейтроны	Какие частицы НЕ входят в состав атома?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Дефект массы	Как называется разность между суммой масс свободных нуклонов, составляющих ядро, и массой ядра ( $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M_{\text{я}}$ )?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
Энергия связи ядра	Как называется работа, необходимая для расщепления ядра на составляющие его нуклоны без сообщения им кинетической энергии?	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7
сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное	Назовите 4 вида фундаментальных взаимодействий.	ОПК-1, ОПК-4, ОПК-7