

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

« 24 » сентября 20 24 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Физика
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 504 (14)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 21.05.06 Нефтегазовые техника и технологии
(код и наименование направления)

Направленность: Нефтегазовые техника и технологии (СУОС)
(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 ограничено 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 принципиальные особенности задач профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	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"> – анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений; – указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации; – использовать основные понятия, законы и модели физики, оперировать ими для решения прикладных задач; – применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств 	Умеет решать задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	Индивидуальное задание
ОПК-1	ИД-3ОПК-1	<p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками использования основных общефизических законов и принципов в важнейших практических приложениях, методами решения типовых задач; – навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и 	Владеет навыками решать производственные и (или) исследовательские задачи профессиональной деятельности с учетом основных требований и потребностей нефтегазовой отрасли	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
		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		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах		
		Номер семестра		
		1	2	3
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	180	60	60	60
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:				
- лекции (Л)	72	24	24	24
- лабораторные работы (ЛР)	54	18	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	48	16	16	16
- контроль самостоятельной работы (КСР)	6	2	2	2
- контрольная работа				
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	252	84	84	84
2. Промежуточная аттестация				
Экзамен	72	36		36
Дифференцированный зачет	9		9	
Зачет				
Курсовой проект (КП)				
Курсовая работа (КР)				
Общая трудоемкость дисциплины	504	180	144	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

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	8	8	28
<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. Пространство и время в механике Ньютона. Системы координат и их преобразования. Физический смысл производной и интеграла.</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. Интегрирование уравнений движения, роль начальных условий. Центр масс механической системы, закон движения центра масс. Движение тел с переменной массой.</p> <p>Тема 3. Динамика вращательного движения. Момент импульса материальной точки и механической системы. Момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса механической системы. Движение в поле центральных сил. Законы Кеплера. Основной закон динамики вращательного движения твердого тела с закрепленной осью вращения. Момент импульса тела. Момент инерции. Теорема Штейнера. Гироскопические силы. Гироскопы и их применение в технике.</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. Связь между силой и потенциальной энергией. Градиент скалярной функции. Столкновения тел. Абсолютно упругое столкновение.</p> <p>Тема 5. Элементы механики сплошных сред.</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
Общие свойства жидкостей и газов. Стационарное течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Уравнения движения и равновесия жидкости. Идеально упругое тело. Упругие напряжения и деформации. Закон Гука. Модуль Юнга. Энергия.				
Колебания и волны	6	6	4	28
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. Векторное описание сложения колебаний. 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. Тема 8. Волны. Волновое движение. Плоская гармоническая волна. Длина волны, волновое число, фазовая скорость. Уравнение волны. Одномерное волновое уравнение. Упругие волны. Интерференция волн. Стоячие волны. Волновое уравнение в пространстве.				
Термодинамика и статистическая физика	8	4	4	28
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 изопроецессов. Среднеквадратичная скорость. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Критическая изотерма. Диаграммы фазовых состояний. Распределение Максвелла для модуля и проекций скорости молекул идеального газа. Экспериментальное обоснование распределения Максвелла. Распределение Больцмана и барометрическая формула. Фазовые превращения. Тема 10. Феноменологическая термодинамика. Термодинамическое равновесие и температура.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
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. Связь теплоемкости идеального газа с числом степеней свободы молекул. Политропический процесс и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти. Тема 11. Элементы физической кинетики. Явления переноса. Диффузия, теплопроводность, внутреннее трение. Броуновское движение. Число столкновений и длина свободного пробега молекул идеального газа. Эмпирические уравнения переноса: Фика, Фурье и Ньютона				
ИТОГО по 1-му семестру	24	18	16	84
2-й семестр				
Электростатика и постоянный электрический ток	12	8	8	40
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. Теорема Гаусса в дифференциальной форме. Дивергенция векторного поля. Теорема Стокса в интегральной и дифференциальной форме. Циркуляция и ротор векторного поля. Уравнения Пуассона и Лапласа для потенциала. Теорема Ирншоу. 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 системы заряженных проводников. Объемная плотность энергии электростатического				

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>поля. Энергия заряженного конденсатора.</p> <p>Тема 14. Диэлектрики в электрическом поле. Электрическое поле диполя. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации. Вектор электрического смещения (электрической индукции). Диэлектрическая проницаемость вещества. Электрическое поле в однородном диэлектрике. Вектор поляризованности диэлектрика и его связь с объемной и поверхностной плотностью связанных зарядов. Диэлектрическая восприимчивость. Граничные условия для векторов напряженности электрического поля и электрического смещения.</p> <p>Объемная плотность энергии электрического поля в 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>				
Магнетизм	12	10	8	44
<p>Тема 16. Магнитостатика.</p> <p>Магнитное взаимодействие постоянных токов. Вектор магнитной индукции. Закон Био-СавараЛапласа. Сила Лоренца. Закон Ампера.</p> <p>Движение зарядов в электрических и магнитных полях. Магнитный поток и теорема Гаусса для магнитных полей. Теорема о циркуляции (закон полного тока). Расчет магнитных полей. Магнитное поле движущегося заряда. Поток и циркуляция магнитного поля. Дивергенция и ротор вектора магнитной индукции. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. Эффект Холла.</p> <p>Тема 17. Магнитное поле в веществе.</p> <p>Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока. Намагничивание магнетиков.</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
<p>Напряженность магнитного поля. Магнитная проницаемость. Классификация магнетиков. Ферромагнетизм. Вектор намагниченности и его связь с плотностью молекулярных токов. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Граничные условия на поверхности раздела двух магнетиков. Объемная плотность энергии магнитного поля в веществе.</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. Физика электромагнитной индукции. Вихревое электрическое поле. Ток смещения.</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. Метод векторных диаграмм.</p> <p>Тема 20. Уравнения Максвелла. Система уравнений Максвелла в интегральной форме и физический смысл ее уравнений. Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме.</p> <p>Тема 21. Электромагнитные волны. Плоские и сферические электромагнитные волны. Правая тройка векторов E, B, v. Волновое уравнение. Поляризация волн. Волновой вектор. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн. Вектор Пойнтинга.</p>				
ИТОГО по 2-му семестру	24	18	16	84
3-й семестр				
Оптика	10	12	8	36
Тема 22. Интерференция. Интерференционное поле от двух точечных источников. Временная и пространственная				

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>когерентность. Опыт Юнга. Интерферометр Майкельсона. Интерференция в тонких пленках. Многолучевая интерференция.</p> <p>Тема 23. Дифракция.</p> <p>Принцип Гюйгенса-Френеля. Метод зон Френеля. Амплитудные и фазовые зонные пластинки Френеля. Дифракция Френеля на простейших преградах. Дифракция Фраунгофера. Дифракция Фраунгофера на щели и решетке. Дифракционная решетка как спектральный прибор. Разрешающая способность дифракционной решетки. Дифракция Брэгга. Понятие о голографическом методе получения и восстановления изображений.</p> <p>Тема 24. Поляризация.</p> <p>Форма и степень поляризации монохроматических волн. Получение и анализ линейно-поляризованного света. Закон Малюса. Отражение и преломление света на границе раздела двух диэлектриков. Формулы Френеля. Полное отражение и его применение в технике. Волноводы и световоды. Закон Брюстера. Линейное двулучепреломление. Прохождение света через линейные фазовые пластинки. Искусственная оптическая анизотропия. Циркулярная фазовая анизотропия. Электрооптические и магнитооптические эффекты.</p> <p>Тема 25. Поглощение и дисперсия волн.</p> <p>Феноменология поглощения и дисперсии света. Модель среды с дисперсией. Фазовая и групповая скорость волны. Нормальная и аномальная дисперсия.</p>				
Квантовая физика	10	6	6	34
<p>Тема 26. Квантовые свойства электромагнитного излучения.</p> <p>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. Опыт Боте. Эффект Комптона.</p> <p>Тема 27. Планетарная модель атома.</p> <p>Модель атома Томсона. Опыты Резерфорда по рассеянию альфа-частиц. Ядерная модель атома. Эмпирические закономерности в атомных спектрах. Формула Бальмера. Модель атома Бора.</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
<p>Схема энергетических уровней в атоме водорода. Линейчатые спектры атомов. 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. Одномерный потенциальный порог и барьер. Гармонический осциллятор. Фононы. Тема 29. Квантово-механическое описание атомов. Стационарное уравнение Шредингера для атома водорода. Волновые функции и квантовые числа. Правила отбора для квантовых переходов. Опыт Штерна и Герлаха. Эффект Зеемана. Строение атомов и периодическая система химических элементов Д.И.Менделеева. Порядок заполнения электронных оболочек. 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. Модовая структура оптических резонаторов. Спектральный состав излучения лазеров. Когерентность лазерного излучения. Тема 31. Квантовая статистика. Квантовые системы одинаковых частиц. Принцип тождественности квантовых частиц. Симметричные и антисимметричные состояния (волновые функции) тождественных микрочастиц. Бозоны и фермионы. Принцип Паули. Квантовые статистические распределения Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. Плотность числа квантовых состояний. Энергия Ферми. Тема 32. Элементы физики твердого тела. Движение электронов в периодическом поле кристалла. 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. Температурная зависимость проводимости полупроводников. Фотопроводимость</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
полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда. Эффект Холла в металлах и полупроводниках.				
Ядерная физика. Физическая картина мира	4	0	2	14
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. Спин и магнитный момент ядра. Свойства и обменный характер ядерных сил. Естественная и искусственная радиоактивность. Источники радиоактивных излучений. Законы сохранения в ядерных реакциях. Тема 34. Элементарные частицы. Фундаментальные взаимодействия и основные классы элементарных частиц. Частицы и античастицы. Лептоны и адроны. Кварки. Электрослабое взаимодействие. Стандартная модель элементарных частиц. Проблема объединения фундаментальных взаимодействий. 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.				
ИТОГО по 3-му семестру	24	18	16	84
ИТОГО по дисциплине	72	54	48	252

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Кинематика материальной точки и поступательного движения

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
2	Динамика материальной точки и поступательного движения
3	Динамика вращательного движения
4	Работа, мощность, энергия
5	Колебательное движение
6	Волновое движение
7	Молекулярно-кинетическая теория вещества
8	Законы термодинамики
9	Электростатическое поле в вакууме
10	Теорема Гаусса
11	Потенциальная энергия. Потенциал
12	Электростатическое поле в диэлектриках и проводниках
13	Постоянный электрический ток
14	Магнитное поле в вакууме
15	Электромагнитная индукция
16	Электромагнитные колебания
17	Электромагнитные волны
18	Интерференция света
19	Дифракция света
20	Поляризация света
21	Тепловое излучение
22	Фотоэффект
23	Принцип неопределенности. Частица в потенциальной яме
24	Атомная и ядерная физика

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

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
6	Определение момента инерции тела методом крутильных колебаний
7	Изучение явления прецессии гироскопа
8	Определение вязкости жидкости методом Стокса
9	Определение отношения теплоемкостей при постоянном давлении и постоянном объеме
10	Изучение электронного осциллографа
11	Исследование электростатических полей
12	Методы электрических измерений
13	Определение электродвижущей силы и внутреннего сопротивления источника тока
14	Изучение зависимости мощности и коэффициента полезного действия источника тока от нагрузки
15	Определение магнитной индукции в межполюсном зазоре прибора магнитоэлектрической системы
16	Исследование магнитного поля кругового тока
17	Определение составляющих вектора индукции магнитного поля Земли с помощью электронно-лучевой трубки
18	Изучение явления гистерезиса с помощью электронного осциллографа
19	Изучение затухающих колебаний в контуре
20	Изучение вынужденных колебаний в последовательном контуре
21	Определение показателя преломления твердых тел с помощью микроскопа
22	Бипризма Френеля
23	Интерференция лазерного света при отражении от толстой стеклянной пластины
24	Определение длины волны света с помощью дифракционной решетки
25	Определение степени поляризации лазерного луча. Исследование закона Малюса и закона Брюстера
26	Исследование фотоэлементов
27	Определение постоянной Стефана-Больцмана с помощью пирометра с исчезающей нитью
28	Исследование линейчатых спектров испускания с помощью монохроматора УМ-2
29	Исследование зависимости электросопротивления полупроводников от температуры
30	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
1. Основная литература		
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., Воинов Г. Н., Зверев О. М., Перминов А. В. Пермь : ПНИПУ, 2015. 406 с. 32,9 усл. печ. л.	106

2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
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
2.2. Периодические издания		
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.	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
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
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
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.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-356276	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Вотинов Г.Н., Перминов А.В. Физика. Пермь: ПГТУ, 2008.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks130432	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Глазова Л. П., Датхужева Р. Х., Криль Д. Б. Физика. Электричество и магнетизм Санкт-Петербург : СПбГАУ, 2023.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-339977	сеть Интернет; авторизованный доступ

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный 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..	https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&cid=70	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.	https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&cid=70	сеть Интернет; 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.	https://pstu.ru/title1/faculties/fpmm/of/?sources=1&cid=70	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.	https://elib.pstu.ru/Record/RULANRU-LAN-BOOK-160895	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. Пермь: ПНИПУ, 2024.	https://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks272057	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.

Вид ПО	Наименование ПО
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"	https://www.elsevier.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	https://elib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRsmart	http://www.iprbookshop.ru/
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	3
Практическое занятие	Компьютер, мультимедийный проектор	3

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: 21.05.06 Нефтегазовая техника и технологии

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 аудиторские 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, усвоенных 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 бланчного 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 14 лабораторных работ и 24 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.

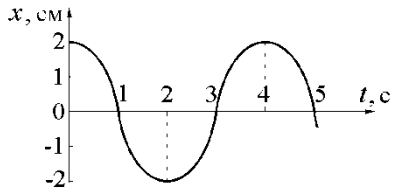
3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

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.

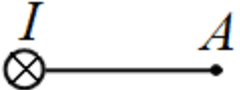

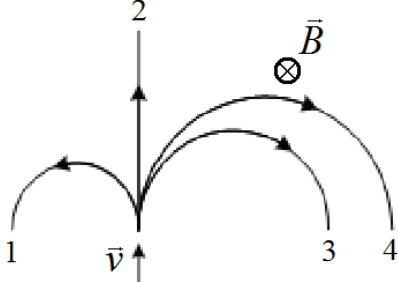
Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

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
4	Координата тела меняется по закону $x = 2 + 3t + 2t^2$. Чему равно ускорение (в м/с ²) в момент времени 1 с.	ОПК-1
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
Импульс тела	Какая физическая величина в системе СИ измеряется в кг·м/с.	ОПК-1
действующей на неё силе	Чему равна быстрота изменения импульса материальной точки? Ответ представить словами.	ОПК-1
5	Тело без трения скользит по наклонной плоскости образующей с горизонтом угол 30°. Чему равно ускорение тела в м/с ² ? ($g = 10 \text{ м/с}^2$).	ОПК-1
4	Найдите кинетическую энергию тела (в Дж) массы 2 кг, движущегося со скоростью 2 м/с.	ОПК-1
работе этой силы	Чему равно изменение кинетической энергии тела, если оно происходит под действием силы F ?	ОПК-1
Работа, энергия, теплота	Какие физические величины измеряются в Джоулях?	ОПК-1
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
4	<p>Зависимость координаты колеблющегося тела от времени представлена графиком на рисунке.</p>  <p>Чему равен период колебаний (в с)?</p>	ОПК-1
свободных незатухающих свободных затухающих вынужденных принудительных	Уравнение движения гармонического осциллятора $\frac{d^2x}{dt^2} + \omega_0^2 \cdot x = 0$ является дифференциальным уравнением _____ колебаний.	ОПК-1
Гармонические колебания	Как называется процесс, при котором координата материальной точки изменяется по закону синуса или косинуса?	ОПК-1
Длина волны	Как называется расстояние, проходимое волной за 1 колебание?	ОПК-1
число Авогадро постоянная Больцмана универсальная газовая постоянная молярная масса	Количество молекул в 1 моле вещества численно выражает ...	ОПК-1

вещества		
температура постоянна нет теплообмена с окружающей средой давление постоянно объем постоянен	Изотермическим называется процесс, при котором ...	ОПК-1
2	В изобарном процессе с постоянной массой газа температура увеличилась в 2 раза. Во сколько раз увеличился объем газа?	ОПК-1
2	В изохорном процессе с постоянной массой газа температура увеличилась в 2 раза. . Во сколько раз увеличилось давление газа?	ОПК-1
6	В процессе с постоянной массой газа объем увеличился в 2 раза, а давление увеличилось в 3 раза. . Во сколько раз увеличилась температура газа?	ОПК-1
100	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.	ОПК-1
диэлектрическая проницаемость среды сила тока напряжение напряжённость электрического поля	В системе СИ безразмерной из перечисленных является физическая величина ...	ОПК-1
Напряженность электрического поля	Какая физическая величина является силовой характеристикой электрического поля в рассматриваемой точке?	ОПК-1
Потенциал электрического поля	Какая физическая величина является энергетической характеристикой электрического поля в рассматриваемой точке?	ОПК-1
4	Во сколько раз увеличится сила электрического взаимодействия между двумя точечными зарядами, если расстояние между ними уменьшить в 2 раза?	ОПК-1
12	Конденсаторы емкостями 20 и 30 мкФ соединены последовательно. Чему равна общая емкость? Ответ представить числом в мкФ.	ОПК-1
не изменяется увеличивается уменьшается может как увеличиваться, так и уменьшаться	В направлении протекания постоянного тока в металлическом проводе площадь поперечного сечения провода увеличивается, при этом сила тока в этом направлении...	ОПК-1
2	К источнику питания с ЭДС 12 В и внутренним сопротивлением 2 Ом подключена лампочка сопротивлением 4 Ом. Чему равна сила тока в цепи? Ответ представить числом в А.	ОПК-1

12	Два проводника с сопротивлениями 12 и 18 Ом соединены последовательно. Параллельно им присоединен проводник сопротивлением 20 Ом. Чему равно (в Ом) общее сопротивление цепи?	ОПК-1
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
вниз	Магнитное поле создано длинным проводником с током I расположенным перпендикулярно плоскости чертежа. Вектор B индукции магнитного поля в точке A направлен ... 	ОПК-1
вверх	Магнитное поле создано длинным проводником с током I расположенным перпендикулярно плоскости чертежа. Вектор B индукции магнитного поля в точке A направлен ... 	ОПК-1
положительный равен нулю отрицательный 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
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
Максимум интерференции	Что будет наблюдаться на экране, если разность фаз двух когерентных волн равна 2π рад?	ОПК-1
Минимум интерференции Максимум интерференции Промежуточное положение между максимумом и минимумом	Что будет наблюдаться на экране, если оптическая разность хода двух когерентных волн равна половине длины волны?	ОПК-1

Максимум или минимум интерференции в зависимости от разности фаз		
Интерференция, дифракция, поляризация	Для света характерна корпускулярно-волновая двойственность свойств. Какие явления представляют волновые свойства света.	ОПК-1
позитроны электроны протоны нейтроны	Какие частицы НЕ входят в состав атома?	ОПК-1
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
Энергия связи ядра	Как называется работа, необходимая для расщепления ядра на составляющие его нуклоны без сообщения им кинетической энергии?	ОПК-1
сильное, электромагнитное, слабое и гравитационное	Назовите 4 вида фундаментальных взаимодействий.	ОПК-1