

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

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**
Образовательный центр г. Когалым

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по образовательной деятельности

 А.Б. Петроченков

"29" июня 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Физика
Форма обучения	Очная
Уровень высшего образования	Бакалавр
Общая трудоемкость (час., (ЗЕТ))	504 (14)
Направление подготовки	21.03.01 Нефтегазовое дело

Пермь 2023

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 кон-кретных естественнонаучных и технических проблем;
- уяснить логические связи между разделами курса физики, выработать представление о том, что физика является универсальной базой для тех-нических 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	Знать способы решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и общеинженерные знания	Тест

		<p>профессиональной деятельности, средств измерений и контроля;</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы решения физических задач, соответствующих элементам профессиональной деятельности 		
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 	<p>Уметь решать задачи, относящиеся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, естественнонаучные и инженерные знания</p>	<p>Индивидуальное задание</p>
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 	<p>Владеть навыками решения задач, относящихся к профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа,</p>	<p>Защита лабораторной работы</p>

		<p>методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств;</p> <p>– навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм</p>	естественнонаучные и инженерные знания	
ОПК-4	ИД-1ОПК-4	<p>знает:</p> <p>– основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения;</p> <p>– основные методы физического исследования, в том числе фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;</p> <p>– назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля</p>	Знать способы проведения измерений и наблюдений, обработки и представления экспериментальных данных	Тест
ОПК-4	ИД-2ОПК-4	<p>умеет:</p> <p>– указывать, какие законы описывают данное явление или эффект, выделять физическое содержание в прикладных задачах, проводить поиск и систематизацию соответствующей информации;</p> <p>– работать с приборами и</p>	Уметь проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	Индивидуальное задание

		<p>оборудованием, использовать различные методики измерений, обработки и интерпретации экспериментальных данных;</p> <p>– применять методы физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств</p>		
ОПК-4	ИД-ЗОПК-4	<p>владеет:</p> <p>– навыками правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории;</p> <p>– навыками проведения научно-технического эксперимента, обработки, анализа и интерпретирования его результатов;</p> <p>– навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств;</p> <p>– навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм</p>	<p>Владеть навыками проведения измерений и наблюдений, обработки и представления экспериментальных данных</p>	<p>Защита лабораторной работы</p>

ОПК-7	ИД-1ОПК-7	<p>знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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; – основные приемы и технологии работы с различными видами информации 	<p>Знать способы анализа, составления и применения технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, соответствию действующими нормативными правовыми актами</p>	Тест
ОПК-7	ИД-2ОПК-7	<p>умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	<p>Уметь анализировать, составлять и применять техническую документацию, связанную с профессиональной деятельностью, соответствию действующими нормативными правовыми актами</p>	Индивидуальное задание
ОПК-7	ИД-3ОПК-7	<p>владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками применения основных методов физико-математического анализа и математической формализации для решения прикладных задач и поиска необходимой 	<p>Владеть навыками анализа, составления и применения технической документации, связанной с профессиональной деятельностью, соответствию</p>	Защита лабораторной работы

	<p>информации;</p> <p>– навыками проведения научно-технического эксперимента, обработки, анализа и интерпретирования его результатов;</p> <p>– навыками использования методов физического и математического моделирования в инженерной практике, анализа и интерпретирования его результатов, в том числе с использованием прикладных программных средств;</p> <p>– навыками поиска, отбора, систематизации, анализа и обобщения научно-технической информации, ее интерпретации и представления в виде текстов, таблиц, графиков, диаграмм;</p> <p>– навыками самообучения и развития в общекультурной и профессиональной сферах</p>	<p>действующими нормативными правовыми актами</p>	
--	---	---	--

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)					24	24	24
- лабораторные работы (ЛР)					18	18	18
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)					16	16	16
- контроль самостоятельной работы (КСР)					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
1й семестр				
<p>Механика</p> <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.</p>	10	8	8	38

<p>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. 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. Тема 5. Элементы механики сплошных сред. 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 упругих деформаций твердого тела.</p>				
<p>Колебания и волны</p>				
<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. 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.</p>	<p>6</p>	<p>6</p>	<p>4</p>	<p>24</p>

Термодинамика и статистическая физика				
<p>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. 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.</p> <p>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. Связь теплоемкости идеального газа с числом степеней свободы молекул. Политропический процесс и его частные случаи. Классическая теория теплоемкости твердых тел. Закон Дюлонга и Пти.</p> <p>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.</p>	8	4	4	22
Итого за 1й семестр	24	18	16	84
2й семестр				
Электростатика и постоянный электрический ток	12	8	8	40
Тема 12. Электрическое поле в вакууме.				

<p>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.</p> <p>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 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. 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				
<p>Тема 16. Магнитостатика.</p> <p>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. 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. 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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Система уравнений Максвелла в</p>	12	10	8	44

<p>интегральной форме и физический смысл ее уравнений. Система уравнений Максвелла в дифференциальной форме.</p> <p>Тема 21. Электромагнитные волны.</p> <p>Плоские и сферические электромагнитные волны. Правая тройка векторов E, B, v.</p> <p>Волновое уравнение. Поляризация волн.</p> <p>Волновой вектор. Волновое уравнение для электромагнитного поля. Основные свойства электромагнитных волн. Энергетические характеристики электромагнитных волн.</p> <p>Вектор Пойнтинга.</p>				
Итого за 2й семестр	24	18	16	84
3й семестр				
Оптика				
<p>Тема 22. Интерференция.</p> <p>Интерференционное поле от двух точечных источников. Временная и пространственная 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.</p> <p>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</p>	10	12	8	36

групповая скорость волны. Нормальная и аномальная дисперсия.				
Квантовая физики				
<p>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. Опыт Боте. Эффект Комптона.</p> <p>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. Линейчатые спектры атомов.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>Тема 30. Оптические квантовые генераторы. Спонтанное и индуцированное излучение. Инверсное заселение уровней активной среды. Основные компоненты лазера. Условие усиления и генерации света.</p>	10	6	6	34

<p>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 полупроводников. Процессы генерации и рекомбинации носителей заряда. Эффект Холла в металлах и полупроводниках.</p>				
<p>Ядерная физика. Физическая картина мира</p> <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. Спин и магнитный момент ядра. Свойства и обменный характер ядерных сил. Естественная и искусственная радиоактивность. Источники радиоактивных излучений. Законы сохранения в ядерных реакциях.</p> <p>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</p>	4	0	2	14

<p>взаимодействий.</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 за 3й семестр	24	18	16	84
Итого по дисциплине	72	54	48	252

Примерная тематика лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Определение объема цилиндра
2	Маятник Обербека
3	Физический маятник
4	Определение ускорения свободного падения методом оборотного физического маятника
5	Изучение свободных колебаний пружинного маятника
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

Примерная тематика практических занятий

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

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, 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

Не используется

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / авторизованный доступ)

Дополнительная литература	Паршаков А.Н. Механика. Физика макросистем. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2008. - (Принципы и практика решения задач по общей физике : учебное пособие для вузов; Ч. 1).	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP/Uelib2743	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Паршаков А.Н. Оптика. Квантовая физика. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2011. - (Принципы и практика решения задач по общей физике : учебное пособие для вузов; Ч. 3).	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTU/books157298	сеть Интернет; авторизованный доступ
Дополнительная литература	Паршаков А.Н. Электромагнетизм. - Пермь: , Изд-во ПГТУ, 2010. - (Принципы и практика решения задач по общей физике : учебное пособие для вузов; Ч. 2).	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP/Uelib3083	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Вотинов Г. Н. Физика : учебное пособие для вузов / Г. Н. Вотинов, А. В. Перминов. - Пермь: Изд-во ПГТУ, 2008.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP/Uelib2775	сеть Интернет; авторизованный доступ
Основная литература	Зверев О. М. Сборник задач по общей физике : учебное пособие / О. М. Зверев, А. В. Перминов, Ю. А. Барков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRP/Uelib6801	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	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

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
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения
Лекция	Столы, стулья, стационарный презентационный комплекс
Практическое занятие	Столы, стулья, стационарный презентационный комплекс
Лабораторная работа	Лабораторные установки: "Определение ускорения свободного падения" - 1 шт., "Определение магнитной индукции" - 1 шт., "Определение показателя адиабаты" - 1шт., "Физический маятник" - 1шт., "Электричество и магнетизм" - 1 шт. Столы, стулья

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**
Образовательный центр г.Когалым

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
"Физика"

Форма обучения	Очная
Уровень высшего образования	Бакалавриат
Общая трудоемкость (час., (ЗЕТ))	504 (14)
Направление подготовки	21.03.01 Нефтегазовое дело
Курс: 1,2	Семестр: 1,2,3
Экзамен: 1,3 семестр	Дифференцированный зачет: 2 семестр

Пермь 2023

Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Физика" является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины (РПД). ФОС 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. ФОС для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины "Физика" запланировано в течение трех семестров (1,2 и 3 семестров учебного плана).

Предусмотрены аудиторные лекционные и практические занятия, лабораторные работы, 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, защите отчетов по лабораторным работам и в ходе практических занятий, а также на экзамене и дифференцированном зачете (табл. 1.1)

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля				
	Текущий		Рубежный		Итоговый
	С	ТО	ОЛР / / ИПЗ	Т	Экзамен
Усвоенные знания					
3.1. 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	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	ТВ
3.2. знает: – основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения; – основные методы физического исследования, в том числе фундаментальные физические	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	ТВ

опыты и их роль в развитии науки; – назначение и принцип действия важнейших физических приборов и объектов профессиональной деятельности, средств измерений и контроля					
3.3. знает: – 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; – основные приемы и технологии работы с различными видами информации	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	ТВ
Освоенные умения					
У.1. умеет: – 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	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	ПЗ
У.2. 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 физико-математического анализа для решения прикладных задач, использовать адекватные методы физического и математического моделирования и расчета с применением программных средств	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	ПЗ
У.3. умеет: – анализировать и объяснять природные явления и техногенные эффекты с позиций фундаментальных физических представлений;	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	ПЗ

<ul style="list-style-type: none"> – 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 					
Приобретенные владения					
<p>В.1. 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 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 	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	КЗ
<p>В.2. владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	КЗ
<p>В.3. владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками применения основных методов физико-математического анализа и математической формализации для решения прикладных задач и поиска необходимой информации; – навыками проведения научно-технического эксперимента, обработки, анализа и 	С	ТО	ОЛР ИПЗ	Т	КЗ

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; – навыками самообучения и развития в общекультурной и профессиональной сферах					
--	--	--	--	--	--

С - собеседование по теме; ТО - коллоквиум (теоретический опрос); ОЛР - отчет по лабораторной работе; ИПЗ - индивидуальное практическое задание (решение задач); Т/КР - рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ - теоретический вопрос; ПЗ - практическое задание; КЗ - комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в форме экзамена и дифференцированного зачета, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. 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 обучающихся, 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 с целью контроля исходного уровня подготовленности обучающегося и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;
- текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента "знать" заданных компетенций) на каждом аудиторном занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;
- промежуточный и рубежный контроль освоения обучающимися отдельных компонентов "знать" и "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, проводимый на следующей неделе после прохождения каждого теоретического раздела дисциплины, и промежуточный, осуществляемый во время каждого контрольного мероприятия внутри тематического раздела дисциплины;
- межсессионная аттестация с целью единовременного подведения 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 (табл. 1.1) проводится в форме защиты отчетов по лабораторным работам и тестирования или проверки рубежных контрольных работ после изучения каждого тематического модуля учебной дисциплины.

2.2.1. Защита отчетов по лабораторным работам и индивидуальных практических заданий

Всего запланировано 18 лабораторных работ и 24 практических занятия. Типовые темы лабораторных работ и практических занятий приведены в РПД.

2.2.2. Рубежное тестирование

Согласно РПД запланировано 8 тестов (Т) или контрольных работ (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины.

Модуль 1. Механика.

Модуль 2. Колебания и волны.

Модуль 3. Статистическая физика и термодинамика.

Модуль 4. Электростатика и законы электрического тока.

Модуль 5. Магнетизм.

Модуль 6. Оптика.

Модуль 7. Квантовая физика.

Модуль 8. Ядерная физика.

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

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль по дисциплине)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля, а также успешная защита отчетов по всем лабораторным работам и практическим занятиям.

Промежуточная аттестация в форме экзамена или дифференцированного зачета по дисциплине проводится по билетам. Билет содержит теоретический вопрос для проверки усвоенных знаний, практическое задание для проверки освоенных умений и комплексное задание для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

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

2.3.1. Типовые задания для промежуточной аттестации по дисциплине

Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта билетов хранится на выпускающей кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене или дифференцированном зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме оценки уровня сформированности компонентов "знать", "уметь" и "владеть" заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля в процессе промежуточной аттестации.

Типовые шкалы и критерии оценки результатов обучения в процессе промежуточной аттестации 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 путем выборочного контроля в процессе промежуточной аттестации считается, что полученная оценка за компонент проверяемой компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.

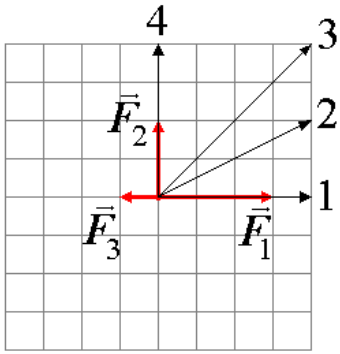
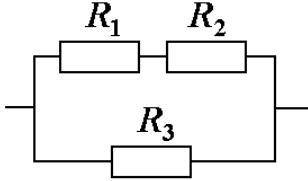
Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

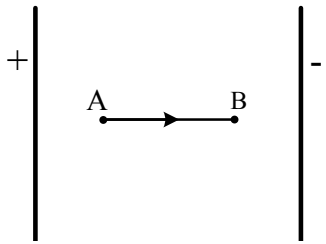
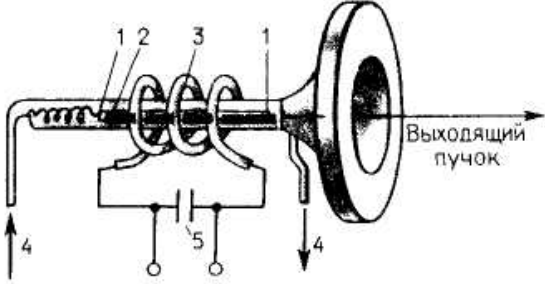
3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

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

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

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Правильный ответ	Содержание вопроса	Компетенция
3	<p>Если на тело действуют только три силы, приложенные в одной точке (см. рис.), то ускорение тела имеет направление ...</p> 	ОПК-1
5	<p>Один математический маятник имеет период 3 с, другой – 4 с. Период колебаний математического маятника, длина которого равна сумме длин нитей указанных маятников, равен ... с.</p>	ОПК-1
130	<p>Для нагревания 100 г свинца от 15 до 35 °С надо сообщить 260 Дж теплоты. Удельная теплоемкость свинца равна ... Дж/(кг · К).</p>	ОПК-1
2	<p>Если $R_1 = R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 4$ Ом, то сопротивление цепи изображенной на рисунке ... Ом.</p> 	ОПК-1
126	<p>Температура абсолютно черного тела равна 127 °С. После повышения температуры суммарная мощность излучения увеличилась в 3 раза. При этом температура тела повысилась на ... °С. Ответ округлить до целого.</p>	ОПК-4
в положении равновесия	<p>Скорость маятника максимальна ...</p> <p><input type="checkbox"/>: при отклонении на 3/4 амплитуды от положения равновесия</p> <p><input type="checkbox"/>: при отклонении на 1/4 амплитуды от положения равновесия</p> <p><input type="checkbox"/>: в положении равновесия</p> <p><input type="checkbox"/>: при максимальном отклонении</p> <p><input type="checkbox"/>: при среднем отклонении от положения равновесия</p>	ОПК-4
броуновское движение	<p>Подтверждением того, что все молекулы находятся в состоянии непрерывного беспорядочного движения является ...</p> <p><input type="checkbox"/>: броуновское движение</p> <p><input type="checkbox"/>: сжимаемость тел</p> <p><input type="checkbox"/>: изменение температуры тела</p> <p><input type="checkbox"/>: гравитационное взаимодействие тел</p>	ОПК-4

<p>положительна</p>	<p>В электрическом поле плоского конденсатора перемещается заряд $+q$ в направлении, указанном стрелкой;</p>  <p>- тогда работа сил поля на участке AB ...</p> <p><input type="radio"/>: положительна</p> <p><input type="radio"/>: отрицательна</p> <p><input type="radio"/>: равна нулю</p> <p><input type="radio"/>: может быть положительной или отрицательной в зависимости от скорости перемещения</p>	<p>ОПК-7</p>
<p>система охлаждения</p>	<p>На рисунке представлена схема устройства лазера. Цифрой 4 обозначен (обозначена) ...</p>  <p><input type="radio"/>: система охлаждения</p> <p><input type="radio"/>: рубиновый стержень</p> <p><input type="radio"/>: газоразрядная лампа</p> <p><input type="radio"/>: оптический резонатор</p>	<p>ОПК-7</p>
<p>число нейтронов в ядре</p>	<p>Дефект массы ищется по формуле</p> $\Delta m = Z \cdot m_p + (A - Z) \cdot m_n - M$ <p>В формуле $(A - Z)$ – это ...</p> <p><input type="radio"/>: число протонов в ядре</p> <p><input type="radio"/>: число нейтронов в ядре</p> <p><input type="radio"/>: масса свободного протона</p> <p><input type="radio"/>: масса свободного нейтрона</p> <p><input type="radio"/>: масса ядра</p>	<p>ОПК-7</p>