



Автор рабочей программы,  
кандидат физ.-мат. наук, доцент

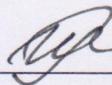


Н.А.Калугина

«04» 12 2017г.

СОГЛАСОВАНО

Директор библиотеки



И.А. Романовская

«05» 12 2017г.

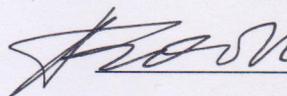
Заведующий кафедрой «Общая физика», кандидат технических наук, доцент



М.С. Гринкруг

«04» 12 2017г.

Заведующий выпускающей кафедрой «Технология самолетостроения», доктор технических наук, доцент



А.В. Бобков

«05» 12 2017г.

Декан факультета заочного и дистанционного обучения, кандидат технических наук, доцент



М.В. Семибратова

«06» 12 2017г.

Начальник учебно-методического управления



Е.Е. Поздеева

«07» 12 2017г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Физика» составлена в соответствии с требованием федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации 12.09.2016 № 1165 и основной образовательной программы подготовки специалистов по специальности **24.05.07** «Самолето- и вертолестроение»: специализация «Технологическое проектирование высокоресурсных конструкций самолетов и вертолетов»

### 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	«Физика»						
Цель дисциплины	Изучение основных физических явлений, формирование научного мировоззрения и современного физического мышления						
Задачи дисциплины	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Овладение фундаментальными понятиями, законами и теориями классической и современной физики, а также методами физического исследования.</li> <li>- Овладение приемами и методами решения конкретных задач из различных областей физики.</li> <li>- Ознакомление с современной научной аппаратурой, формирование навыков проведения физического эксперимента, умение выделить конкретное физическое содержание в прикладных задачах будущей специальности.</li> </ul>						
Основные разделы дисциплины	Физические основы механики. Основы молекулярной физики и термодинамики. Электричество и электромагнетизм. Колебания и волны. Оптика. Квантовая природа излучения. Элементы квантовой физики. Элементы физики атомного ядра.						
Общая трудоёмкость	11 зачетных единиц / 396 академических часов						
	семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Самостоятельная работа, ч	Промежуточная аттестация, ч	за семестр, ч
	2 семестр	4	4	4	128	4	144
	3 семестр	4	4	4	92	4	108
	4 семестр	4	4	4	123	9	144
	Итого	12	12	12	288	36	396

## 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «*Физика*» нацелена на формирование знаний, умений и навыков формирования компетенции ОК-1 в процессе освоения образовательной программы.

Формирование дисциплинарной компетенции (ОК-1) осуществляется в рамках 3 последовательных этапов (семестров):

2-й этап (код ОК-1-2) - способность использовать знания из области классической механики, специальной теории относительности, молекулярной физики и термодинамики;

3-й этап (код ОК-1-3) - способность использовать знания из области электростатики, постоянного тока, магнетизма, колебаний и волн;

4-й этап (код ОК-1-4) - способность использовать знания из области геометрической, волновой и квантовой оптики, строения атомов, квантовой механики и ядерной физики.

В рамках дисциплины «*Физика*» обучающийся должен:

- 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.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Код и наименование компетенции	Знания	Умения	Навыки
<b>2-й этап, второй семестр</b>			
ОК-1 Способность представить современную картину мира на основе целостной системы естественно - научных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры	31 (ОК-1-2) Основные законы кинематики и динамики; границы применимости классической механики, законы молекулярной физики и термодинамики, применение законов сохранения в важнейших практических приложениях	У1(ОК-1-2) Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий, истолковывать смысл физических величин и понятий	Н1(ОК-1-2) Навыками использования методов физического моделирования в инженерной практике
	32(ОК-1-2) основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения	У2(ОК-1-2) Записывать уравнения для физических величин, записывать уравнения процесса и находить его решение	Н2(ОК-1-2) Применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач
	33(ОК-1-2) Фундаментальные физические опыты, их роль в развитии науки	У3(ОК-1-2) Работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории	Н3(ОК-1-2) Правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории

	34(ОК-1-2) Назначение и принципы действия важнейших физических приборов	У4(ОК-1-2) Использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных, в том числе с применением компьютерной техники и информационных технологий при решении задач.	Н4(ОК-1-2) Обработки и интерпретации результатов эксперимента, в том числе с применением компьютерной техники и информационных технологий
		У5(ОК-1-2) Использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем	
<b>3-й этап, третий семестр</b>			
ОК-1 Способность представить современную картину мира на основе целостной системы естественно - научных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры	31(ОК-1-3) Основные физические явления и основные законы классической электродинамики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях	У1(ОК-1-3) Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий, истолковывать смысл физических величин и понятий	Н1 (ОК-1-3) Использования методов физического моделирования в инженерной практике
	32(ОК-1-3) Основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения	У2(ОК-1-3) Записывать уравнения для физических величин, записывать уравнения процесса и находить его решение У3(ОК-1-3) Работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории	Н2(ОК-1-3) Применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач

	33(ОК-1-3) Фундаментальные физические опыты, их роль в развитии науки	У4(ОК-1-3) Использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных, в том числе с применением компьютерной техники и информационных технологий при решении задач.	Н3(ОК-1-3) Правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории
	34(ОК-1-3) Назначение и принципы действия важнейших физических приборов	У5(ОК-1-3) Использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем	Н4(ОК-1-3) Обработки и интерпретации результатов эксперимента, в том числе с применением компьютерной техники и информационных технологий
<b>4-й этап, четвертый семестр</b>			
ОК-1 Способность представить современную картину мира на основе целостной системы естественно - научных и математических знаний, ориентироваться в ценностях бытия, жизни, культуры	31(ОК-1-4) Основные физические явления и основные законы волновой и квантовой оптики, квантовой механики; границы их применимости, применение законов в важнейших практических приложениях	У1(ОК-1-4) Объяснить основные наблюдаемые природные и техногенные явления и эффекты с позиций фундаментальных физических взаимодействий, истолковывать смысл физических величин и понятий	Н1(ОК-1-4) Использования методов физического моделирования в инженерной практике
	32(ОК-1-4) Основные физические величины и физические константы, их определение, смысл, способы и единицы их измерения	У2(ОК-1-4) Записывать уравнения для физических величин, записывать уравнения процесса и находить его решение	Н2(ОК-1-4) Применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач
	33(ОК-1-4) Фундаментальные физические опыты, их роль в развитии науки	У3(ОК-1-4) Работать с приборами и оборудованием современной физической лаборатории	Н3(ОК-1-4) Правильной эксплуатации основных приборов и оборудования современной физической лаборатории

	34(ОК-1-4) Назначение и принципы действия важнейших физических приборов	У4(ОК-1-4) Использовать различные методики физических измерений и обработки экспериментальных данных, в том числе с применением компьютерной техники и информационных технологий при решении задач.	Н4(ОК-1-4) Обработки и интерпретации результатов эксперимента, в том числе с применением компьютерной техники и информационных технологий
		У5(ОК-1-4) Использовать методы адекватного физического и математического моделирования, а также применять методы физико-математического анализа к решению конкретных естественнонаучных и технических проблем	

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

Дисциплина "Физика" изучается на 1-м и 2-м курсах во 2-м, 3-м и 4-м семестрах.

Дисциплина является базовой дисциплиной, входит в состав блока 1 «Дисциплины (модули)» и относится к базовой части.

Дисциплина «Физика» - целостный курс, единый в своих частях и демонстрирующий роль физики, как основы всего современного естествознания.

Формирование компетенции ОК-1 основывается на знаниях, полученных при изучении курса физики общеобразовательной школы.

Курс Физики совместно с курсом высшей математики составляет основу теоретической подготовки инженеров и играет роль фундаментальной физико-математической базы, без которой невозможно успешное обучение общетехническим дисциплинам. Степень изучения отдельных подразделов, содержание лекций, лабораторных работ и практических занятий студентов определены с учетом числа часов, отведенных на изучение дисциплины.

**Входной контроль** для дисциплины «Физика» проводится в виде тестирования. Тестовые задания представлены в приложении №1 РПД.

Данная рабочая программа отражает современное состояние физики. В ней естественным образом сочетаются макро- и микроподходы. В её

разделах вскрыты внутренние логические связи. Программа носит комплексный характер. В ней приведен минимальный перечень рекомендуемых лабораторных работ, практических заданий, контрольных работ, тематика лекций читаемых в семестрах. Итоговый контроль осуществляется в виде экзамена.

Компетенции, сформированные при изучении физики необходимы для успешного освоения следующих дисциплин: механика: прикладная, теоретическая, материаловедение, общая электротехника и электроника, метрология, стандартизация и сертификация.

**4 Объём дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоёмкость (объем) дисциплины составляет 11 зачетных единицы, 396 академических часа.

Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Направление подготовки</b>	<b>Всего академических часов</b>
Общая трудоёмкость дисциплины		396
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>		36
В том числе:		
<b>занятия лекционного типа</b> (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)		12
<b>занятия семинарского типа</b> (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)		24
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза		343

Объем дисциплины	Направление подготовки	Всего академических часов
Промежуточная аттестация обучающихся		17

**5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

Структура и содержание дисциплины представлены в таблице 3.  
Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины

Наименование тем	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>2-й этап, второй семестр</b>					
<b>Раздел 1 Физические основы механики</b>					
Лекция 1. Кинематика поступательного и динамика поступательного движения Импульс. Закон сохранения импульса Механическая энергия. Работа. Закон сохранения Механика вращательного движения тела	Лекция	2	Традиционная	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32(ОК-1-2)

Практическое занятие 1. Кинематика и динамика поступательного и вращательного движения. Закон сохранения импульса. Закон сохранения механической	Практическое занятие	2	Традиционная	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) 33 (ОК-1-2) У1(ОК-1-2) У2(ОК-1-2) Н1(ОК-1-2) Н2(ОК-1-2)
Лабораторная работа 1. Изучение законов поступательного движения на машине Атвуда	Лабораторная работа	2	Традиционная	ОК-1-2	32 (ОК-1-2) 33 (ОК-1-2) 34 (ОК-1-2) У3(ОК-1-2)
Теоретическая подготовка	Самостоятельная работа обучающихся	20	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32(ОК-1-2) 33(ОК-1-2)
Лабораторные работы	Самостоятельная работа обучающихся	20	Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы	ОК-1-2	33 (ОК-1-2) 34 (ОК-1-2) У3(ОК-1-2) У4(ОК-1-2) Н3(ОК-1-2)
Практические занятия	Самостоятельная работа обучающихся	20	изучение методик решения задач по теме		31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) У3(ОК-1-2) У4(ОК-1-2) Н1(ОК-1-2) Н2(ОК-1-2)
Выполнение контрольной работы	Самостоятельная работа обучающихся	20	Выполнение и подготовка к защите контрольной работы	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) У3(ОК-1-2) У4(ОК-1-2) Н1(ОК-1-2) Н2(ОК-1-2)
Итоги по разделу	Лекция	2	-		
	Лабораторная работа	2	-		
	Практическое	2	-		

	Самостоятельная работа обучающихся	80	-		
<b>Раздел 2 Основы молекулярной физики и термодинамики</b>					
Лекция 2. Молекулярная физика. Статистическая физика. Термодинамика	Лекция	2	Традиционная	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) 33 (ОК-1-2) 34 (ОК-1-2)
Практическое занятие 6. Молекулярная физика. Термодинамика	Практическое занятие	2	Традиционная	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) 33 (ОК-1-2) У1(ОК-1-2) У2(ОК-1-2) Н1(ОК-1-2) Н2(ОК-1-2)
Лабораторная работа 2. Определение адиабатной постоянной	Лабораторная работа	2	Традиционная	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) 33 (ОК-1-2) 34 (ОК-1-2) У3(ОК-1-2) У4(ОК-1-2) Н3(ОК-1-2) Н4(ОК-1-2)
Теоретическая подготовка	Самостоятельная работа обучающихся	10	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса		31 (ОК-1-2) У1(ОК-1-2) Н1(ОК-1-2)
Лабораторные работы	Самостоятельная работа обучающихся	10	Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы		
Практические занятия	Самостоятельная работа обучающихся	10	изучение методик решения задач по теме		

Выполнение РГР	Самостоятельная работа обучающихся	18	Подготовка РГР		
Итоги по разделу	Лекция	2	-		
	Лабораторная работа	2	-		
	Практическое занятие	2	-		
	Самостоятельная работа обучающи	48	-		
<b>Промежуточная аттестация</b>					
Зачет с оценкой	Итоговый контроль		Итоговый тест	ОК-1-2	31 (ОК-1-2) 32 (ОК-1-2) 33 (ОК-1-2) 34 (ОК-1-2) У1(ОК-1-2) У2(ОК-1-2) Н1(ОК-1-2) Н2(ОК-1-2)
<b>3 этап. Третий семестр.</b>					
<b>Раздел 3 Электромагнетизм</b>					
Лекция 1. Электростатика Законы постоянного тока. Магнитное поле в вакууме. Действие магнитного поля на движущиеся заряды. Электромагнитная индукция	Лекция	2	Традиционная	ОК-1-3	31 (ОК-1-3) 32 (ОК-1-3) 33 (ОК-1-3) 34 (ОК-1-3)

Практическое занятие 1. Электростатика. Сила Лоренца. Движение заряда в электрическом и магнитном полях. ЭДС индукции.	Практическое занятие	2	Традиционная	ОК-1-3	31 (ОК-1-3) 32 (ОК-1-3) 33 (ОК-1-3) У1(ОК-1-3) У2(ОК-1-3) Н1(ОК-1-3) Н2(ОК-1-3)
Лабораторная работа 1. Определение удельного заряда электрона	Лабораторная работа	2	Традиционная	ОК-1-3	31 (ОК-1-3) 32 (ОК-1-3) 33 (ОК-1-3) У3(ОК-1-3) У4(ОК-1-3) Н3(ОК-1-3) Н4(ОК-1-3)
Теоретическая подготовка	Самостоятельная работа обучающихся	10	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса	ОК-1-3	
Лабораторные работы	Самостоятельная работа обучающихся	10	Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы		
Практические занятия	Самостоятельная работа обучающихся	10	изучение методик решения задач по теме		31 (ОПК-1-3) 32 (ОПК-1-3) 33 (ОПК-1-3) У1(ОПК-1-3) У2(ОПК-1-3) Н1(ОПК-1-3) Н2(ОПК-1-3)
Выполнение контрольной работы	Самостоятельная работа	20	Подготовка отчета по КР		
Итоги по разделу	Лекция	2	-	ОК-1-3	31 (ОК-1-3) 32 (ОК-1-3) 33 (ОК-1-3) У1(ОК-1-3) У2(ОК-1-3)
	Лабораторная работа	2	-		
	Практическое	2	-		

	Самостоятельная работа обучающихся	50	-		H1(OK-1-3) H2(OK-1-3)
<b>Раздел 4 Колебания и волны</b>					
Лекция 2 Незатухающие механические и электромагнитные колебания Сложение колебаний Переменный ток	Лекция	2	Традиционная	OK-1-3	31 (OK-1-3) 32 (OK-1-3) 33 (OK-1-3) 34 (OK-1-3) H1(OK-1-3) H2(OK-1-3)
Практическое занятие 2. Свободные незатухающие и затухающие механические колебания. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре	Практическое занятие	2	Традиционная	OK-1-3	31 (OK-1-3) 32 (OK-1-3) 33 (OK-1-3) У1(OK-1-3) У2(OK-1-3) H1(OK-1-3) H2(OK-1-3)
Лабораторная работа 2. Изучение резонанса напряжений	Лабораторная работа	2	Традиционная		31 (OK-1-3) 32 (OK-1-3) 33 (OK-1-3) У3(OK-1-3) У4(OK-1-3) H3(OK-1-3) H4(OK-1-3)
Теоретическая подготовка	Самостоятельная работа обучающихся	10	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса	OK-1-3	
Лабораторные работы	Самостоятельная работа обучающихся	22	Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы		

Практические занятия	Самостоятельная работа обучающихся	6	изучение методик решения задач по теме		
Выполнение контрольной работы	Самостоятельная работа	10	Подготовка отчета по контрольной работе		
Итоги по разделу	Лекция	2	-	ОК-1-3	31 (ОК-1-3) 32 (ОК-1-3) 33 (ОК-1-3) У1(ОК-1-3) У2(ОК-1-3) Н1(ОК-1-3) Н2(ОК-1-3)
	Лабораторная работа	2	-		
	Практическое занятие	2	-		
	Самостоятельная работа обучающихся	48	-		
<b>Промежуточная аттестация</b>					
Зачет с оценкой	Итоговый контроль		итоговый тест	ОК-1-3	31 (ОК-1-3) 32 (ОК-1-3) 33 (ОК-1-3) У1(ОК-1-3) У2(ОК-1-3) Н1(ОК-1-3) Н2(ОК-1-3)
<b>4 этап. Четвертый семестр.</b>					
<b>Раздел 5. Оптика. Квантовая природа излучения</b>					
Лекция 1. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Фотоэффект.	Лекция	2	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) 34 (ОК-1-4)

Практическое занятие 1. Волновая и квантовая оптика	Практичес кое занятие	2	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
Лабораторная рабо- та 1. Изучение яв- ления дифракции при помощи лазера	Лаборатор ная работа	2	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У3(ОК-1-4) У4(ОК-1-4) Н3(ОК-1-4) Н4(ОК-1-4)
Лабораторная рабо- та 2. Изучение за- конов теплового из- лучения	Лаборатор ная работа	2	Традиционная		
Теоретическая под- готовка	Самостоят ельная работа обучающи хся	20	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) 34 (ОК-1-4)
Лабораторные ра- боты	Самостоят ельная работа обучающи хся	20	Подготовка от- чёта о выполне- нии лаборатор- ной работы		
Практические заня- тия	Самостоят ельная работа обучающи хся	20	изучение методик решения задач по теме		31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)

Выполнение контрольной работы	Самостоятельная работа обучающихся	19	Подготовка отчета по контрольной работе		31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
Итоги по разделу	Лекция	2	-	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
	Практическое занятие	2	-		
	Лабораторная работа	4	-		
	Самостоятельная работа обучающихся	79	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса. Подготовка отчета о выполнении лабораторной работы.		
<b>Раздел 6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел</b>					
Лекция 2. Элементы квантовой механики. Квантово-	Лекция	2	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4)
Практическое занятие 2. Теория атома водорода по Бору	Практическое занятие	2	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)

Теоретическая подготовка	Самостоятельная работа обучающихся	20	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
Практические занятия	Самостоятельная работа обучающихся	10	изучение методик решения задач по теме		31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
Выполнение контрольной работы	Самостоятельная работа обучающихся	14	Подготовка отчета по контрольной работе		31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
Итоги по разделу	Лекция	2	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
	Практическое занятие	2	Традиционная		
	Лабораторная работа	0	Традиционная		
	Самостоятельная работа обучающихся	44	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса. Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы.		
<b>Промежуточная аттестация</b>					

Экзамен	Итоговый контроль	9	тестирование или по билетам	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
Всего по дисциплине	Лекция	12	Традиционная	ОК-1-4	31 (ОК-1-4) 32 (ОК-1-4) 33 (ОК-1-4) У1(ОК-1-4) У2(ОК-1-4) Н1(ОК-1-4) Н2(ОК-1-4)
	Лабораторная работа	12	Традиционная		
	Практическое занятие	12			
	Самостоятельная работа обучающихся	288	Самостоятельное изучение теоретических разделов курса. Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы.		
	Промежуточная аттестация	17	Экзамен, зачеты с оценкой		
ИТОГО Общая трудоемкость 396					

### 1 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа учащихся, осваивающих дисциплину «Физика», состоит из следующих компонентов: самостоятельное изучение теоретических разделов курса, подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы, подготовка к защите лабораторной работы, подготовка контрольной работы, РГР, подготовка отчета по контрольной работе, РГР.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

1. М.С. Гринкруг, Е.И. Титоренко, Ю.И. Ткачева. Лабораторный практикум по физике. Учеб. пособие. - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. 146 с.
2. Титоренко Е.И., Ткачева Ю.И., Комина Л.П. Контрольно-измерительные материалы по физике (Краткая теория. Расчетно-графические задания. Тесты). Учеб. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2014. – 98 с.

Таблица 4.1 – График выполнения самостоятельной работы студентами при 17-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Итого по видам работ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Самостоятельное изучение теоретических разделов курса			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>30</b>
Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>30</b>
Подготовка к практическим занятиям			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>30</b>
Подготовка контрольной работы, РГР			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4	4	<b>38</b>
<b>Итого 2 семестр</b>			<b>8</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>128</b>										

Таблица 4.2 – График выполнения самостоятельной работы студентами при 17-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Итого по видам работ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Самостоятельное изучение теоретических разделов курса			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>30</b>
Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы						2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	<b>24</b>
Подготовка к практическим занятиям					2		2	2		2	2		2	2	2	2	2	<b>20</b>
Подготовка контрольной работы			2	2		2	2	2	2		2	2	2		2	2	2	<b>24</b>
<b>Итого 3 семестр</b>			<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>98</b>

Таблица 4.3 – График выполнения самостоятельной работы студентами при 17-недельном семестре

Вид самостоятельной работы	Итого по видам работ																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Самостоятельное изучение теоретических разделов курса	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			<b>30</b>
Подготовка отчёта о выполнении лабораторной работы									2	2	2	2	2					<b>10</b>
Подготовка к практическим занятиям							2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		<b>20</b>
Подготовка контрольной работы		2	2	2	2	2	2						2	2	2	2	7	<b>27</b>
<b>Итого 4 семестр</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>87</b>

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Проведение контроля текущей успеваемости позволяет определить степень усвоения студентами учебного материала и стимулирует ритмичность учебной деятельности.

По данной дисциплине текущий контроль успеваемости проводится в форме оценки знаний, умений и навыков, в соответствии с таблицей 5.

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства	Показатели оценки
1 Физические основы механики	ОК-1-2	выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует знания законов механики. Осуществляет правильную эксплуатацию оборудования и обработку экспериментальных данных, проверяя физические законы и явления
2 Основы молекулярной физики и термодинамики	ОК-1-2	выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует знания законов молекулярной физики и термодинамики. Осуществляет правильную эксплуатацию оборудования и обработку экспериментальных данных, проверяя физические законы и явления
		контрольная работа	Демонстрирует практическое использование физико-математических методов при решении задач
	ОК-1-2	итоговый тест	Демонстрирует знания физических законов, теоретической и практическое использование физических методов
3 Электродинамика	ОК-1-3	выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует знания законов электродинамики. Правильно отвечает на 8 вопросов минитеста из 10. Осуществляет правильную эксплуатацию оборудования и

			обработку экспериментальных данных, проверяя физические законы и явления
		контрольная работа	Демонстрирует практическое использование физико-математических методов при решении задач
4 Электродинамика Колебания и волны.	ОК-1-3	выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует знания законов кинематики и динамики колебательного движения. Осуществляет правильную эксплуатацию оборудования и обработку экспериментальных данных, проверяя физические законы и явления.
		итоговый тест	Демонстрирует знания физических законов, теоретической и практическое использование физических методов
5. Оптика. Квантовая природа излучения.	ОК-1-4	выполнение и защита лабораторных работ	Демонстрирует знания законов оптики. Осуществляет правильную эксплуатацию оборудования и обработку экспериментальных данных, проверяя физические законы и явления
6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел	ОК-1-4	итоговый тест	Демонстрирует знания законов квантовой физики. Демонстрирует практическое использование методов научного познания
7. Элементы физики атомного ядра и элементарных	ОК-1-4	контрольная работа	Демонстрирует практическое использование физико-математических методов при решении задач
Оптика. Квантовая природа излучения. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых тел Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц	ОК-1-4	Экзамен	Демонстрирует знания физических законов, теоретическое и практическое использование физических методов

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета с оценкой (2 семестр), зачета с оценкой (3 семестр), экзамена (4 семестр).

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6 – Технологическая карта

Наименование оценочного средства	Сроки оценивания	Шкала оценивания	Критерии оценивания
<b>Семестр 2. Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</b>			
Выполнение и защита лабораторных работ (2 работы)	В течение семестра	40 баллов	<p><i>Одна лабораторная работа:</i> 20 баллов - Студент полностью выполнил лабораторную работу, правильно эксплуатируя оборудование, аккуратно оформил отчет, при защите показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала;</p> <p>15 баллов - Студент выполнил лабораторную работу, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но допустил одну или две неточности, есть недостатки в оформлении;</p> <p>10 баллов - Студент выполнил лабораторную работу, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>

Практические занятия, КР, РГР	2 занятия	40 баллов	<p>100% баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, КР, РГР оформлены аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>80% баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>50% баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p>
Итоговый тест		20	Количество баллов равно числу правильных ответов теста
Итого	-	100	-
<p>«неудовлетворительно» - 0-51%;</p> <p>«удовлетворительно» - 52-66%;</p> <p>«хорошо» - 67-84%;</p> <p>«отлично» - 85-100%</p>			
<p><b>Семестр 3. Промежуточная аттестация в форме зачета с оценкой</b></p>			

<p>Выполнение и защита лабораторных работ (2 работы)</p>	<p>В течение семестра</p>	<p>40 баллов</p>	<p><i>Одна лабораторная работа:</i> 20 баллов - Студент полностью выполнил лабораторную работу, правильно эксплуатируя оборудование, аккуратно оформил отчет, при защите показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала; 15 баллов - Студент выполнил лабораторную работу, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но допустил одну или две неточности, есть недостатки в оформлении; 10 баллов - Студент выполнил лабораторную работу, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень. 0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
--	---------------------------	------------------	---

Практические занятия, КР	2 занятия	40 баллов	<p>100% баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, КР оформлены аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>80% баллов - Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>50% баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p>
Итоговый тест		20	Количество баллов равно числу правильных ответов теста
Итого	-	100	-
<p>«неудовлетворительно» - 0-51%;</p> <p>«удовлетворительно» - 52-66%;</p> <p>«хорошо» - 67-84%;</p> <p>«отлично» - 85-100%</p>			
<b>Семестр 4. Промежуточная аттестация в форме экзамена</b>			

<p>Выполнение и защита лабораторных работ (2 работы)</p>	<p>В течение семестра</p>	<p>40 баллов</p>	<p><i>Одна лабораторная работа:</i> 20 баллов - Студент полностью выполнил лабораторную работу, правильно эксплуатируя оборудование, аккуратно оформил отчет, при защите показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала;  15 баллов - Студент выполнил лабораторную работу, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но допустил одну или две неточности, есть недостатки в оформлении;  10 баллов - Студент выполнил лабораторную работу, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.  0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также не способен пояснить полученный результат.</p>
--	---------------------------	------------------	--

Практические занятия, контрольная работа	2 занятия	40 баллов	<p>100% баллов - Студент полностью выполнил задание, показал отличные умения и навыки в рамках усвоенного учебного материала, КР оформлены аккуратно и в соответствии с предъявляемыми требованиями.</p> <p>80% Студент полностью выполнил задание, показал хорошие умения навыки в рамках усвоенного учебного материала, но не смог обосновать оптимальность предложенного решения, допущены одна или две неточности, есть недостатки в оформлении.</p> <p>50% баллов - Студент полностью выполнил задание, но допустил существенные неточности и грубые ошибки, не проявил умения правильно интерпретировать полученные результаты, качество оформления имеет недостаточный уровень.</p> <p>0 баллов - Студент не полностью выполнил задание, при этом проявил недостаточный уровень умений и навыков, а также неспособен пояснить полученный результат.</p>
Итоговый тест или экзаменационный билет	экзамен	20	<p>Демонстрирует знания физических законов, теоретическое и практическое использование физических методов.</p> <p>Количество баллов равно числу правильных ответов теста</p>
Итого		100	
<p>«неудовлетворительно» - 0-51%;</p> <p>«удовлетворительно» - 52-66%;</p> <p>«хорошо» - 67-84%;</p> <p>«отлично» - 85-100%</p>			

## Типовые задания для текущего контроля

### Раздел 1. Физические основы механики

### Раздел 2. Основы молекулярной физики и термодинамики

#### Лабораторные работы

Перечень лабораторных работ приведен в приложении 2, контрольные вопросы к защите лабораторных работ изложены в методических пособиях.

#### Задания по контрольной работе, РГР

(пример выполнения контрольной работы, РГР в приложении 3)

1. Рядом с поездом на одной линии с передними буферами паровоза стоит человек. В тот момент, когда поезд начал двигаться с ускорением  $a = 0,1$  м/с<sup>2</sup>, человек начал идти в том же направлении со скоростью  $v = 1,5$  м/с. Через какое время  $t$  поезд догонит человека? Определить скорость  $v_1$  поезда в этот момент и путь, пройденный за это время человеком.

2. С какой высоты  $H$  упало тело, если последний метр своего пути оно прошло за время  $t = 0,1$  с?

3. Грузик, привязанный к нити длиной  $l = 1$  м, описывает окружность в горизонтальной плоскости. Определить период  $T$  обращения, если нить отклонена на угол  $\varphi = 60^\circ$  от вертикали.

4. Два груза массами  $m_1 = 10$  кг и  $m_2 = 15$  кг подвешены на нитях длиной  $l = 2$  м так, что грузы соприкасаются между собой. Меньший груз был отклонен на угол  $\varphi = 60^\circ$  и выпущен. Определить высоту  $h$ , на которую поднимутся оба груза после удара. Удар грузов считать неупругим.

5. Тонкий однородный стержень длиной  $l = 50$  см и массой  $m = 400$  г вращается с угловым ускорением  $\varepsilon = 3$  рад/с<sup>2</sup> около оси, проходящей перпендикулярно стержню через его середину. Определить вращающий момент  $M$ .

6. Сколько молекул газа содержится в баллоне вместимостью  $V = 30$  л при температуре  $T = 300$  К и давлении  $p = 5$  МПа?

7. Баллон вместимостью  $V = 12$  л содержит углекислый газ. Давление  $p$  газа равно 1 МПа, температура  $T = 300$  К. Определить массу  $m$  газа в баллоне.

8. Азот массой  $m = 5$  кг, нагретый на  $\Delta T = 150$  К, сохранил неизменный объем  $V$ . Найти: 1) количество теплоты  $Q$ , сообщенное газу; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии; 3) совершенную газом работу  $A$ .

9. Воздух, занимавший объем  $V_1 = 10$  л при давлении  $p_1 = 100$  кПа, был адиабатно сжат до объема  $V_2 = 1$  л. Под каким давлением  $p_2$  находится воздух после сжатия?

10. Идеальный газ, совершающий цикл Карно,  $2/3$  количества теплоты  $Q_1$ , полученного от нагревателя, отдает охладителю. Температура  $T_2$

охлаждителя равна 280 К. Определить температуру  $T_1$  нагревателя.

### Итоговый тест

1. Даны выражения:

$$\text{а) } \bar{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}, \quad \text{б) } \langle v \rangle = \frac{\Delta S}{\Delta t}, \quad \text{в) } \langle \bar{v} \rangle = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}.$$

Укажите, какое выражение относится к вектору мгновенной скорости.

2. Уравнение динамики вращательного движения твердого тела имеет вид:

$$\text{а) } a = \frac{\bar{M}}{m}, \quad \text{б) } \bar{\varepsilon} = \frac{\bar{M}}{I}, \quad \text{в) } \bar{\varepsilon} = \frac{d\bar{l}}{dt}.$$

3. Тангенциальное и угловое ускорения связаны соотношением:

$$\text{а) } a_\tau = \varepsilon \cdot R \quad \text{б) } \varepsilon = a_\tau \cdot R \quad \text{в) } a_\tau = \frac{1}{2} \varepsilon t^2.$$

4. Равнопеременным вращательным движением называется движение, при котором:

- а) угловая скорость не изменяется
- б) линейная скорость движения не изменяется
- в) угловая скорость за равные промежутки времени изменяется на одну и ту же величину.

5. Закон сохранения механической энергии в консервативной системе записывается:

$$\text{а) } d(W_\kappa + W_n) = dA, \quad \text{б) } \int_1^2 d(W_\kappa + W_n) = A_{1,2}, \quad \text{в) } d(W_\kappa + W_n) = 0.$$

6. Тело массы  $m$  удалено на расстояние  $r$  от поверхности Земли. Потенциальная энергия взаимодействия тела с Землей:

$$\text{а) } W_n = mgr, \quad \text{б) } W_n = mg(r + R_3), \quad \text{в) } W_n = -G \frac{mM_3}{(R_3 + r)}.$$

7. Средняя кинетическая энергия движения одной молекулы идеального газа имеет вид:

$$\text{а) } \langle \varepsilon_0 \rangle = \frac{3}{2} RT, \quad \text{б) } \langle \varepsilon_0 \rangle = \frac{3}{2} kT, \quad \text{в) } \langle \varepsilon \rangle = 3kT.$$

8. Внутренняя энергия идеального газа определяется выражением:

$$\text{а) } U = \frac{3}{2} kT \quad \text{б) } U = \nu C_V \cdot T \quad \text{в) } U = \frac{m \nu^2}{2}.$$

9. Как изменяется внутренняя энергия идеального газа при адиабатном расширении?

- а) увеличивается
- б) уменьшается
- в) не изменяется.

10. Какое из выражений является уравнением Ван-дер-Ваальса?

а)  $\left(P + v^2 \frac{a}{V^2}\right)(V - v \cdot b) = vRT$ ,      б)  $PV = \frac{m}{\mu} RT$ ,      в)  $U = v \left( C_V \cdot T - \frac{a}{V_\mu} \right)$ .

11. Какая зависимость между поляризованностью  $\vec{P}$  и напряженностью  $\vec{E}$  электрического поля в диэлектрике?

а)  $\vec{p} = \varepsilon \varepsilon_0 \vec{E}$ ,      б)  $\vec{D} = \varepsilon_0 \vec{E} + \vec{P}$ ,      в)  $\vec{P} = \chi \varepsilon_0 \vec{E}$ ,

12. Напряженность электростатического поля, созданного точечным зарядом  $Q$ :

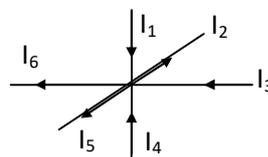
а)  $E = K \frac{Q}{r}$       б)  $E = K \frac{Q}{r^2}$       в)  $E = K \frac{Q_1 \cdot Q_2}{r^2}$ .

13. Теорема Остроградского-Гаусса для вакуума имеет вид:

а)  $\Phi = BS \cos \alpha$       б)  $\Phi = E \cdot S \cdot \cos \alpha$       в)  $\Phi = \frac{\sum Q_i}{\varepsilon_0}$ .

14. Укажите уравнения, соответствующие рисунку по первому правилу Кирхгофа

а)  $I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + I_5 + I_6 = 0$ ,  
 б)  $I_1 - I_2 + I_3 + I_4 - I_5 - I_6 = 0$ ,  
 в)  $I_1 + I_2 - I_3 - I_4 + I_5 + I_6 = 0$ .



15. Чему равна мощность тока, текущего по проводнику, если напряжение на его концах  $U = 10$  В, а сопротивление проводника  $R = 10$  Ом?

а) 10Вт      б) 100Вт      в) 1000Вт.

16. Какой смысл имеет уравнение Клапейрона - Менделеева  $pV = \frac{m}{\mu} RT$ ?

- а) Выражает функциональную зависимость термодинамических параметров  $P, V, T$   
 б) Определяет количество вещества  
 в) Определяет универсальную газовую постоянную

17. Суммарная масса грузов системы увеличилась вдвое, а масса перегрузка увеличилась в три раза. Как изменилось ускорение системы?

- а) Уменьшилось в 1,5 раза  
 б) Увеличилось в 1,5 раза  
 в) Увеличилось в 3 раза

18. Чему равна молярная теплоемкость воздуха при постоянном объеме?

а)  $1,5 R$       б)  $2,5 R$       в)  $3,5 R$

19. Что произойдет с ускорением, если увеличить перегрузок, не меняя общей массы системы?

- а) Ускорение увеличится
- б) Ускорение уменьшится
- в) Ускорение не изменится

1) 20. Найдите соответствие между формулами и видом движения.

- |                                       |                     |
|---------------------------------------|---------------------|
| а) $S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$       | а) равнозамедленное |
| б) $S = S_0 + vt$                     | б) равноускоренное  |
| в) $S = S_0 + v_0 t - \frac{at^2}{2}$ | в) равномерное      |

### Раздел 3 Электромагнетизм

#### Раздел 4 Колебания и волны

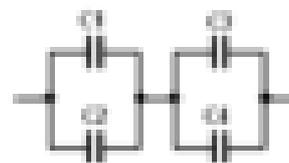
#### Лабораторные работы

Перечень лабораторных работ приведен в приложении 2, контрольные вопросы к защите лабораторных работ изложены в методических пособиях.

#### Контрольная работа

1) Какая ускоряющая разность потенциалов  $U$  требуется для того, чтобы сообщить скорость  $v=30$  Мм/с: 1) электрону; 2) протону?

2) Конденсаторы соединены так, как это показано на рисунке. Емкости конденсаторов:  $c_1=0,2$  мкФ,  $c_2=0,1$  мкФ,  $c_3=0,3$  мкФ,  $c_4=0,4$  мкФ. Определить емкость  $c$  батареи конденсаторов.



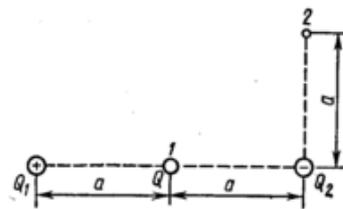
3) Определить плотность тока  $j$  в железном проводнике длиной  $l=10$  м, если провод находится под напряжением  $U=6$  В.

4) Два одинаковых проводящих заряженных шара находятся на расстоянии  $r=60$  см. Сила отталкивания  $F_1$  шаров равна 70 мкН. После того как шары привели в соприкосновение и удалили друг от друга на прежнее расстояние, сила отталкивания возросла и стала равной  $F_2=160$  мкН. Вычислить заряды  $Q_1$  и  $Q_2$ , которые были на шарах до их соприкосновения. Диаметр шаров считать много меньшим расстояния между ними.

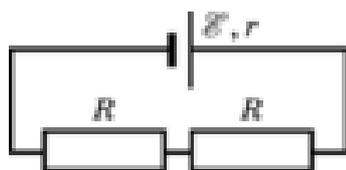
5) Электрическое поле создано двумя бесконечными параллельными пластинами, несущими равномерно распределенный по площади заряд с поверхностными плотностями  $\sigma_1=1$  нКл/м<sup>2</sup> и  $\sigma_2=3$  нКл/м<sup>2</sup>. Определить напряженность  $E$  поля: 1) между пластинами; 2) вне пластин. Построить график изменения напряженности вдоль линии, перпендикулярной пластинам.

6) Пылинка массой  $m = 1 \cdot 10^{-12}$  г, несущая заряд  $q = 8 \cdot 10^{-19}$  Кл, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов  $U = 3$  МВ. Какую скорость приобрела пылинка?

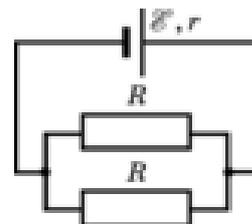
7) Система состоит из трех зарядов - двух одинаковых по величине  $Q_1 = |Q_2| = 1$  мкКл и противоположных по знаку и заряда  $Q = 20$  нКл, расположенного в точке 1 посередине между двумя другими зарядами системы (см. рис.). Определить изменение потенциальной энергии  $\Delta\Pi$  системы при переносе заряда  $Q$  из точки 1 в точку 2. Эти точки удалены от отрицательного заряда  $Q_1$  на расстояние  $a = 0,2$  м.



8) К источнику постоянного тока с  $\mathcal{E} = 12$  В и внутренним сопротивлением  $r = 2$  Ом подключают цепь, которая состоит из двух одинаковых резисторов, соединенных так, как показано на рис. под а и б. Чему равна мощность тока в цепи, если она одинакова как при последовательном, так и параллельном соединении резисторов? Сопротивлением проводящих проводников пренебречь.



а)



### Итоговый тест

1) Физический смысл магнитной индукции ( $B$ ) выражается формулой:

$$B = \frac{M_{\text{вр. max}}}{p_m}, \text{ где } M_{\text{вр. max}} - \text{максимальный момент вращения, действующий}$$

на виток с током в магнитном поле,  $p_m$  - магнитный момент витка с током. Какое из утверждений верно для этой величины? Магнитная индукция является:

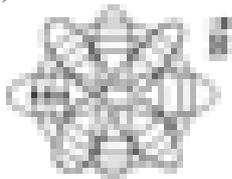
- а) энергетической характеристикой поля
- б) силовой характеристикой поля
- в) не имеет физического смысла

2) В каком из соленоидов, изображенных на рисунке магнитное поле

а)



б)



в)



является однородным?

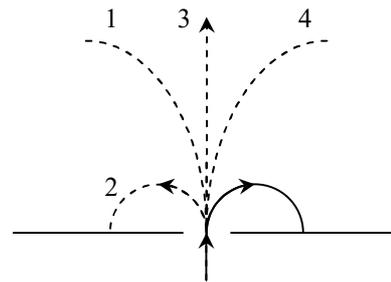
3) Какая формула правильно выражает зависимость между векторами  $\vec{B}, \vec{J}, \vec{H}$ ?

а)  $\vec{B} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \vec{H}$       б)  $\vec{H} = \mu_0 \vec{J} + \mu_0 \vec{B}$       в)  $\vec{J} = \mu_0 \vec{B} + \mu_0 \vec{H}$

4) Определите радиус  $R$  дуги окружности, которую описывает протон массой  $m$  с зарядом  $e$  в магнитном поле с индукцией  $B$ , если скорость протона  $v$ .

а)  $R = \frac{e B}{m v}$       б)  $R = \frac{B}{e m v}$       в)  $R = \frac{m v}{e B}$

5) В магнитное поле влетает электрон и движется по дуге окружности (см. рис.). По какой из траекторий (1, 2, 3, 4) будет двигаться протон, влетев в это поле с такой же скоростью?



- а) 1      б) 2  
в) 3      г) 4

6) Заряженная частица, прошедшая ускоряющую разность потенциалов  $U$ , движется в однородном магнитном поле с индукцией  $B$  по окружности радиусом  $R$ . Определите скорость частицы  $V$ ?

а)  $v = \frac{U e}{m R}$       б)  $v = \frac{2U}{R B}$       в)  $v = \sqrt{\frac{m B}{U e R}}$

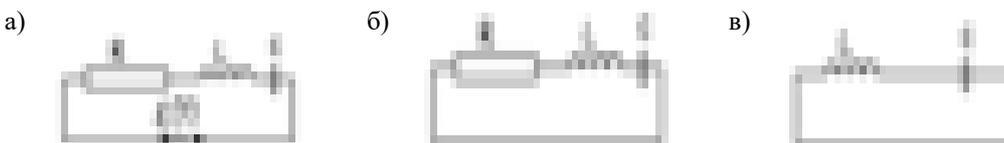
7) Зависимость ЭДС Холла от индукции магнитного поля:

- а) квадратичная  
б) линейная  
в) обратная

8) Плотность тока определяется по формуле

а)  $j = \frac{I}{S}$       б)  $j = \frac{S}{I}$       в)  $j = I S$

9) В какой из электрических цепей происходят затухающие колебания?



10) Какое из утверждений верно?

- а) Коэффициент затухания пропорционален активному сопротивлению контура  
б) Коэффициент затухания обратно пропорционален активному сопротивлению контура

в) Коэффициент затухания не зависит от активного сопротивления контура

**11)** Какое из утверждений справедливо для логарифмического декремента  $\lambda$ ? Логарифмический декремент  $\lambda$  ...

- г) пропорционален числу колебаний, за которое амплитуда уменьшается в  $e$  раз
- д) обратно пропорционален числу колебаний, за которое амплитуда уменьшается в  $e$  раз
- е) обратно пропорционален времени, за которое амплитуда уменьшается в  $e$  раз

**12)** Как изменится добротность контура  $Q$  с увеличением индуктивности  $L$ ?

- а) Добротность уменьшится
- б) Добротность не изменится
- с) Добротность увеличится

**13)** Какое из утверждений справедливо для коэффициента затухания  $\beta$ ?

- ж) Пропорционален времени, за которое амплитуда уменьшается в  $e$  раз
- з) Обратно пропорционален числу колебаний, за которое амплитуда уменьшается в  $e$  раз
- и) Обратно пропорционален времени, за которое амплитуда уменьшается в  $e$  раз

**14)** Как изменится логарифмический декремент затухания  $\lambda$  с увеличением емкости  $C$ ?

- а) Логарифмический декремент затухания не изменится
- б) Логарифмический декремент затухания увеличится
- в) Логарифмический декремент затухания уменьшится

**7)** Как изменится период затухающих колебаний с увеличением активного сопротивления контура?

- а) Период затухающих колебаний увеличится
- б) Период затухающих колебаний не изменится
- в) Период затухающих колебаний уменьшится

**15)** Какое из утверждений верно? Фигуры Лиссажу получаются при сложении:

- а) колебаний одного направления с равными частотами
- б) колебаний одного направления с кратными частотами
- в) взаимно перпендикулярных колебаний с кратными частотами

**Раздел 5. Оптика. Квантовая природа излучения****Раздел 6. Элементы квантовой физики атомов, молекул и твердых**

тел

**Раздел 7. Элементы физики атомного ядра и элементарных частиц****Лабораторные работы**

Перечень лабораторных работ приведен в приложении 2, контрольные вопросы к защите лабораторных работ изложены в методических пособиях.

**Контрольная работа**

1) Точечный источник света  $S$  находится в жидкости на глубине  $h = 20$  см. На поверхности жидкости образуется освещенное пятно. С помощью тонкой собирающей линзы получают уменьшенное изображение освещенного пятна на экране, отстоящем от поверхности жидкости на расстоянии  $L = 10$  см. Фокусное расстояние линзы  $F = 1,6$  см. Показатель преломления жидкости  $n = 1,5$ . Чему равен радиус освещенного пятна на экране?

2) Установка для получения колец Ньютона освещается белым светом, падающим нормально. Найти радиус четвертого синего кольца в отраженном свете, если длина волны  $\lambda = 400$  нм, радиус кривизны линзы  $R = 10$  м.

3) На дифракционную решетку, имеющую 100 штрихов на 1мм, по нормали к ней падает белый свет. Найти длину спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана 2м. Видимым считать свет в диапазоне (400÷760) нм.

4) Фотон с энергией 5,3 эВ вырывает с поверхности металлической пластины электроны. Какой энергией должен обладать фотон, чтобы максимальная скорость вылетающих электронов увеличилась в 2 раза? Красная граница 375нм.

5) На какой угловой высоте  $\varphi$  над горизонтом должно находиться Солнце, чтобы солнечный свет, отраженный от поверхности воды, был полностью поляризован?

6) Угол  $\alpha$  между плоскостями пропускания поляризатора и анализатора равен  $45^\circ$ . Во сколько раз уменьшится интенсивность света, выходящего из анализатора, если угол увеличить до  $60^\circ$ ?

7) Определить работу выхода  $A$  электронов из натрия, если красная граница фотоэффекта  $\lambda_0 = 500$  нм.

8) Определите энергию связи ядра атома гелия  ${}^4_2\text{He}$ . Масса нейтрального атома гелия  $m_{\text{He}} = 6,6467 \cdot 10^{-27}$  кг, масса протона  $m_p = 1,6736 \cdot 10^{-27}$  кг, масса нейтрона  $m_n = 1,675 \cdot 10^{-27}$  кг. Энергию связи выразить в МэВ.

**Экзамен****Теоретические вопросы**

1. Интерференция света. Условия максимума и минимума.
2. Интерференция в плоскопараллельной пластинке.
3. Дифракция света. Метод зон Френеля.

4. Дифракция на круглом отверстии. Дифракция на диске.
5. Дифракция на одной щели. Дифракция на дифракционной решетке.
6. Естественный и поляризованный свет. Закон Малюса.
7. Естественный и поляризованный свет. Закон Брюстера.
8. Тепловое излучение. Закон Стефана-Больцмана.
9. Закон Кирхгофа, закон Вина.
10. Внешний фотоэффект.
11. Давление света.
12. Эффект Комптона.
13. Строение атома водорода по Бору. Формула Бальмера.
14. Гипотеза де-Бройля, ее опытное подтверждение.
15. Соотношение неопределенностей Гейзенберга.
16. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа.
17. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
18. Волновая функция по Борну. Общее уравнение Шредингера.
19. Частица в одномерной прямоугольной «потенциальной яме».
20. Туннельный эффект.
21. Атом водорода в квантовой механике. Квантовые числа.
22. Спин электрона.
23. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
24. Лазеры. Оптические квантовые генераторы.
25. Дефект массы и энергия связи ядра.
26. Закон радиоактивного распада.

*Примерная структура экзаменационных билетов*

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Комсомольский–на–Амуре государственный университет»

Кафедра "Общая физика"

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1**

**по физике**

**4 семестр**

1. Интерференция света. Условия максимума и минимума.
2. Строение атома водорода по Бору. Формула Бальмера.
3. Красная граница фотоэффекта для бария  $\lambda_1=5,5 \cdot 10^{-7}$  м. С какой скоростью будут вылетать фотоэлектроны из бариевой пластинки при ее облучении светом с длиной волны  $\lambda_2=4,4 \cdot 10^{-7}$  м.
4. На узкую щель падает нормально монохроматический свет. Угол  $\varphi$  отклонения пучков света, соответствующих второй светлой дифракционной полосе, равен  $1^\circ$ . Скольким длинам волн падающего света равна ширина щели?

## **8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### 8.1 Основная литература.

1 Кузнецов, С. И. Физика. Основы электродинамики. Электромагнитные колебания и волны [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Кузнецов. – 4-е изд., испр. и доп. – М. : Вузовский учебник : НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 231 с. // ZNANIUM.COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www/znanium.com/catalog.php>,ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Кузнецов, С. И. Физика. Волновая оптика. Квантовая природа излучения. Элементы атомной и ядерной физики [Электронный ресурс] : учебное пособие / С. И. Кузнецов, А. М. Лидер. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Вузов. учеб. : НИЦ ИНФРА-М, 2015. – 212 с. // ZNANIUM/COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www/znanium.com/catalog.php>,ограниченный. – Загл. с экрана.

3 Никеров, В. А. Физика для вузов: Механика и молекулярная физика [Электронный ресурс] : учебник / В. А. Никеров. – М. : Дашков и К, 2017. – 136 с. //ZNANIUM/COM: электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www/znanium.com/catalog.php>,ограниченный. – Загл. с экрана.

4 Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 3 т. Т.1 : Механика. Молекулярная физика / И. В. Савельев. – 5-е изд. – М. : Наука, 1989; 1986; 1982; 1977; 1973. – 416с.

5 Савельев, И. В. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 3 т. Т.2 : Электричество и магнетизм. Волны. Оптика / И. В. Савельев. – М. : Наука, 1988; 1982; 1978. – 480с.

6 Савельев, И.В. Курс общей физики : учебное пособие для втузов: в 3 т. Т.3 : Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твёрдого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц / И. В. Савельев. – М.: Наука, 1987; 1982; 1979. – 304с.

7 Трофимова, Т. И. Курс физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – 17-е изд., стер., 13-е изд., 11-е изд., стер. – М. : Академия, 2008; 2007; 2006; 2004. – 559с.

### 8.2 Дополнительная литература.

1 Демченко, В. И. Физика [Электронный ресурс] : учебник / В. И. Демченко, И. В. Демченко. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : ИНФРА-М, 2016. – 581 с. // ZNANIUM.COM: электронно - библиотечная система. – Режим доступа:<http://www/znanium.com/catalog.php>, ограниченный. – Загл. с экрана.

2 Гринкруг, М. С. Лабораторный практикум по физике : учебное пособие для вузов / М. С. Гринкруг, А. А. Вакулюк. – СПб. : Лань, 2012. – 480 с.

3 Лабораторные работы по физике. Механика. Молекулярная физика. Термодинамика : учебное пособие для вузов. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 1999. – 108 с.

4 Лабораторные работы по физике. Электричество. Магнетизм. Электромагнитные колебания : учебное пособие для вузов / под ред. М. С. Гринкруга. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2000. – 158 с.

5 Лабораторные работы по физике. Оптика. Квантовая физика: учебное пособие для вузов / под ред. М. С. Гринкруга. – Комсомольск-на-Амуре : Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2002. – 162 с.

6 Трофимова, Т. И. Сборник задач по курсу физики : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова. – М.: Высшая школа, 1996; 1991. – 304 с.

7 Трофимова, Т.И. Сборник задач по курсу физики с решениями : учебное пособие для вузов / Т. И. Трофимова, З. Г. Павлова. – 5-е изд., стер., 4-е изд., стер., 3-е изд., стер. – М. : Высшая школа, 2005; 2004; 2003; 2002; 1999. – 592с.

## **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY Электронный ресурс .- Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>, свободный. – Загл.с экрана.

## **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

1. М.С. Гринкруг, Е.И. Титоренко, Ю.И. Ткачева. Лабораторный практикум по физике. Учеб. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2011. 146 с.
2. Титоренко Е.И., Ткачева Ю.И., Комина Л.П. Контрольно-измерительные материалы по физике (Краткая теория. Расчетно-графические задания. Тесты). Учеб. пособие. – Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2014. – 98 с.

## **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Электронные лабораторные работы по физике. 20 лабораторных работ. - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КНАГТУ», 2004. 20 шт. М.С.

Гринкруг, Е.И. Титоренко, Ю.И. Ткачева., М.В. Кузьмич. - ауд. 416/1.

## **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины «Физика» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

<b>Аудитория</b>	<b>Наименование аудитории (лаборатории)</b>	<b>Используемое оборудование</b>	<b>Назначение оборудования</b>
408	408/1 Лаборатория механики и термодинамики, электричества и магнетизма	Лабораторные стенды	Выполнение лабораторных работ
409	409/1 Лаборатория оптики и физики твердого тела	Лабораторные стенды	Выполнение лабораторных работ
416	416/1 Компьютерный класс (медиа)	Персональные компьютеры	Выполнение виртуальных лабораторных работ, выполнение проверочных и контрольных тестовых заданий, работа с дистанционным курсом.

## ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ТЕСТОВ ДЛЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ

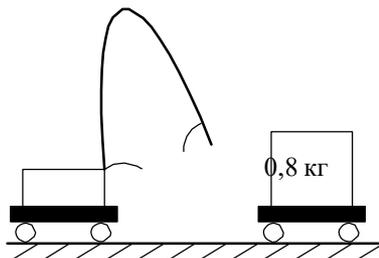
1. Зависимость координаты от времени для некоторого тела описывается уравнением  $x = 8t - t^2$ . В какой момент времени проекция скорости тела на ось ОХ равна нулю?

Ответ: \_\_\_\_\_ с.

2. Молоток массой 0,8 кг ударяет по небольшому гвоздю и забивает его в доску. Скорость молотка перед ударом равна 5 м/с, после удара она равна 0, продолжительность удара 0,2 с. Чему равна средняя сила удара молотка?

Ответ: \_\_\_\_\_ Н.

3. После пережигания нити (см. рис.) первая тележка, масса которой равна 0,6 кг, стала двигаться со скоростью 0,4 м/с. С какой по модулю скоростью начала двигаться вторая тележка, масса которой равна 0,8 кг?



Ответ: \_\_\_\_\_ м/с.

4. Кислород находится в сосуде вместимостью  $0,4 \text{ м}^3$  под давлением  $8,3 \cdot 10^5 \text{ Па}$  и при температуре 320 К. Чему равна масса кислорода?

Ответ: \_\_\_\_\_ кг.

5. Напряженность однородного электрического поля равна 100 В/м, расстояние между двумя точками, расположенными на одной силовой линии поля, равно 5 см. Чему равна разность потенциалов между этими точками?

Ответ: \_\_\_\_\_ В.

6. Рассчитайте силу тока в замкнутой цепи, состоящей из источника тока, у которого ЭДС равна 10 В, а внутреннее сопротивление равно 1 Ом. Сопротивление резистора равно 4 Ом.

Ответ: \_\_\_\_\_ А.

7. По участку цепи сопротивлением  $R$  течет переменный ток, изменяющийся по гармоническому закону. Как изменится мощность переменного тока на этом участке цепи, если действующее значение напряжения на нем уменьшить в 2 раза, а его сопротивление в 4 раза увеличить?

Ответ: \_\_\_\_\_.

8. Свет с длиной волны  $\lambda$  падает нормально на дифракционную решётку с периодом  $d = 3\lambda$ . Чему равен синус угла между направлением на максимум второго порядка и перпендикуляром к плоскости решётки?

Ответ: \_\_\_\_\_.

9. На пластину из никеля попадает электромагнитное излучение, энергия фотонов которого равна 8 эВ. При этом в результате фотоэффекта из пластины вылетают электроны с максимальной энергией 3 эВ. Какова работа выхода электронов из никеля?

Ответ: \_\_\_\_\_ эВ.

10. Имеется  $10^8$  атомов радиоактивного изотопа йода  $^{128}_{53}\text{I}$ , период полураспада которого равен 25 мин. Какое количество ядер изотопа распадается за 50 мин?

Ответ: \_\_\_\_\_.

## ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО КУРСУ «ОБЩАЯ ФИЗИКА»

1. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ НАБЛЮДЕНИЙ
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ
3. ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАШИНЕ АТВУДА
4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНОГО ЗАКОНА ДИНАМИКИ ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ  
ПРОВЕРКА ТЕОРЕМЫ ШТЕЙНЕРА С ПОМОЩЬЮ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
5. ИЗУЧЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ НА ПРИБОРЕ АТВУДА
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ПРИ ПОМОЩИ КРУТИЛЬНОГО МАЯТНИКА
7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ СНАРЯДА ПРИ ПОМОЩИ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
8. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОМЕНТА ИНЕРЦИИ ТЕЛА С ПОМОЩЬЮ МАЯТНИКА МАКСВЕЛЛА
9. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АДИАБАТНОЙ ПОСТОЯННОЙ
10. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ МЕТАЕМОГО ТЕЛА ПРИ ПОМОЩИ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
12. ИЗУЧЕНИЕ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТИ
14. ИЗУЧЕНИЕ ИЗОХОРИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
15. ИЗУЧЕНИЕ УДАРА ШАРОВ
16. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ НАКЛОННОГО МАЯТНИКА
17. ИЗУЧЕНИЕ РЕЛАКСАЦИОННОГО ПРОЦЕССА
19. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ И ИЗМЕНЕНИЯ ЭНТРОПИИ
20. ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ВРАЩЕНИЯ ГИРОСКОПА
21. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОБОДНЫХ ЗАТУХАЮЩИХ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ПОМОЩИ НАКЛОННОГО МАЯТНИКА
22. ИЗУЧЕНИЕ ЗАТУХАЮЩИХ КОЛЕБАНИЙ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
23. ИЗУЧЕНИЕ СВЯЗАННЫХ КОЛЕБАНИЙ
24. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА
25. ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОВЕРХНОСТНОГО НАТЯЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ МЕТОДОМ ОТРЫВА КОЛЬЦА
26. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ОБОРОТНОГО МАЯТНИКА
27. ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
29. ИЗУЧЕНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА
30. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ
31. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ; ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ПРИ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЯХ
33. ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОСЦИЛЛОГРАФА
37. ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МОСТИКА УИТСТОНА
38. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЛЯ СОЛЕНОИДА МЕТОДОМ МАГНЕТОМЕТРА

- 39 МАГНИТНОЕ ПОЛЕ СОЛЕНОИДА  
 41 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА  
 42 ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОГО ЗАРЯДА ЭЛЕКТРОНА МЕТОДОМ ТОМСОНА  
 44 СНЯТИЕ КРИВОЙ НАМАГНИЧИВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ФЕРРОМАГНЕТИКА  
 46 ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ  
 47 ИЗУЧЕНИЕ РЕЗОНАНСА НАПРЯЖЕНИЙ  
 48 ИЗУЧЕНИЕ РЕЗОНАНСА ТОКОВ  
 49 ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ МЕТОДОМ ФИГУР ЛИССАЖУ  
 50 ИЗУЧЕНИЕ ЗАТУХАЮЩИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ОСЦИЛЛОГРАФА  
 54 ИЗУЧЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ В СВЯЗАННЫХ КОНТУРАХ  
 60 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ В ВОЗДУХЕ МЕТОДОМ СЛОЖЕНИЯ ДВУХ ВЗАИМНОПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ КОЛЕБАНИЙ  
 61 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА МЕТОДОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИИ  
 62 ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА МЕТОДОМ СДВИГА ФАЗ  
 63 ИССЛЕДОВАНИЕ СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СТРУНЫ МЕТОДОМ РЕЗОНАНСА  
 63 ИЗУЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ ВОЛНОВЫХ ЯВЛЕНИЙ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ  
 64 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ПРИ ПОМОЩИ БИПРИЗМЫ ФРЕНЕЛЯ  
 65 ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДИФРАКЦИИ  
 67 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА КРИВИЗНЫ ЛИНЗЫ С ПОМОЩЬЮ «КОЛЕЦ НЬЮТОНА»  
 68 ЗАКОНЫ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ ОПТИКИ  
 69 ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛЯРИЗОВАННОГО СВЕТА  
 70 ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА САХАРА С ПОМОЩЬЮ ПОЛЯРИМЕТРА  
 76 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ ПЛОСКОПАРАЛЛЕЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ  
 77 ИЗУЧЕНИЕ ДИФРАКЦИИ ФРАУНГОФЕРА ОТ ДВУХ ЩЕЛЕЙ  
 78 ИЗУЧЕНИЕ ЯВЛЕНИЯ ДИФРАКЦИИ С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРА  
 79 ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ; ОПТИЧЕСКАЯ ПИРОМЕТРИЯ  
 70 ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОВ ТЕПЛООВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
 81 ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТЫ ВЫХОДА ЭЛЕКТРОНОВ ИЗ МЕТАЛЛОВ, КРАСНОЙ ГРАНИЦЫ ФОТОЭФФЕКТА И СКОРОСТИ ЭЛЕКТРОНОВ  
 19<sup>A</sup> ОПРЕДЕЛЕНИЕ УДЕЛЬНОЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ  
 71 ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРЕННИХ НАПРЯЖЕНИЙ В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ ОПТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ  
 81<sup>A</sup> ИЗУЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ФОТОЭФФЕКТА  
 82 ИЗУЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ФОТОЭФФЕКТА  
 83 ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО ДИОДА  
 84 СНЯТИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАНЗИСТОРА  
 85 ИЗУЧЕНИЕ МАГНИТНОГО ГИСТЕРЕЗИСА  
 86 ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ГИСТЕРЕЗИСА  
 88 ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ЗВУКА И МОДУЛЯ ЮНГА В ТВЕРДЫХ ТЕЛАХ  
 89 ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ДЕФОРМАЦИИ ТВЕРДОГО ТЕЛА  
 90 ИЗУЧЕНИЕ ДЕФОРМАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ДИНАМИЧЕСКИХ НАГРУЗКАХ

## ПРИЛОЖЕНИЕ 3

## ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ КР, РГР

**Задача 1.** Тело вращается вокруг неподвижной оси по закону  $\varphi = A + Bt + Ct^2$ , где  $A = 10 \text{ рад}$ ,  $B = 20 \text{ рад/с}$ ,  $C = -2 \text{ рад/с}^2$ . Найти полное ускорение точки, находящейся на расстоянии  $r = 0,1 \text{ м}$  от оси вращения для момента времени  $t = 4 \text{ с}$ .

Дано:

$$\varphi = A + Bt + Ct^2$$

$$A = 10 \text{ рад}$$

$$B = 20 \text{ рад/с}$$

$$C = -2 \text{ рад/с}^2$$

$$r = 0,1 \text{ м}$$

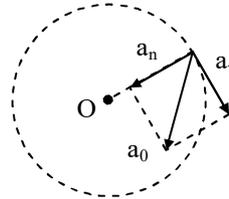
$$t = 4 \text{ с}$$

Определить:

$$a_0 - ?$$

Решение:

Полное ускорение  $\vec{a}_0$  может быть найдено как геометрическая сумма тангенциального ускорения  $a_\tau$  и нормального ускорения  $a_n$ :  $\vec{a}_0 = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n$ ,



т.к.  $\vec{a}_\tau$  и  $\vec{a}_n$  взаимно перпендикулярны, то модуль полного ускорения  $a_0 = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$  (1)  $a_\tau = \varepsilon r$ ,  $a_n = \omega^2 r$  (2), где  $\varepsilon$  - угловое ускорение,  $\omega$  - угловая скорость. Подставляя выражения  $a_\tau$  и  $a_n$  в формулу (1), находим:

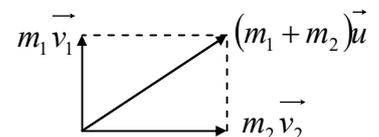
$a = \sqrt{\varepsilon^2 r^2 + \omega^4 r^2} = r \sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}$ . Угловую скорость найдем, взяв первую производную угла поворота по времени:  $\omega = \frac{d\varphi}{dt} = B + 2Ct$ . В момент времени  $t = 4 \text{ с}$  угловая скорость  $\omega = [20 + 2(-2) \cdot 4] = 4 \text{ (рад/с)}$ . Угловое ускорение найдем, взяв первую производную от угловой скорости по времени:  $\varepsilon = \frac{d\omega}{dt} = 2C = -4 \text{ рад/с}^2$ .

Подставляя значение  $\omega$ ,  $\varepsilon$  и  $r$  в формулу (2), получим  $a_0 = 0,1 \cdot \sqrt{(-4)^2 + 4^4} = 1,65 \text{ (м/с}^2\text{)}$ .

Проверка размерности:  $[a] = [r] \cdot [\sqrt{\varepsilon^2 + \omega^4}] = 1 \text{ м} \cdot 1 \cdot \text{с}^{-2} = 1 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$

Ответ:  $1,65 \text{ м/с}^2$ .

**Задача 2.** Какая часть кинетической энергии перейдет в теплоту при неупругом столкновении двух одинаковых тел, движущихся до удара с равными по модулю скоростями под прямым углом друг другу?



Дано:  
 $m_1 = m_2 = m$   
 $v_1 = v_2 = v$   
 $\alpha = 90^\circ$

Найти:  
 $\frac{Q}{E} - ?$

Решение:

Из закона сохранения импульса  $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = (m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$  получаем  $\vec{v}_1 + \vec{v}_2 = 2\vec{u}$ , где  $m_1 \vec{v}_1$  и  $m_2 \vec{v}_2$  - импульсы первого и второго тела до удара,  $(m_1 + m_2) \cdot \vec{u}$  - импульс двух тел после неупругого удара. Учитывая, что  $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$ , найдем модуль скорости тел после неупругого удара:  
 $u = \frac{1}{2} \sqrt{v_1^2 + v_2^2} = \frac{1}{2} v \cdot \sqrt{2} = \frac{v}{\sqrt{2}}$ . Определим кинетическую энергию

двух тел до удара  $E_1$  и после удара  $E_2$ :  $E_1 = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{2} = mv^2$ ,

$E_2 = \frac{(m_1 + m_2) \cdot u^2}{2} = \frac{2mu^2}{4} = \frac{mu^2}{2}$ . В теплоту превратилась энергия

$Q = E_1 - E_2 = mv^2 - \frac{mv^2}{2} = \frac{mv^2}{2}$ , поэтому  $\frac{Q}{E_1} = \frac{mv^2}{2mv^2} = 0,5$

Ответ:  $\frac{Q}{E_1} = 0,5$ .

**Задача 3.** Маховик в виде сплошного диска радиусом  $R = 0,2\text{ м}$  и массой  $m = 50\text{ кг}$  раскручен до частоты  $n_1 = 480\text{ мин}^{-1}$  и предоставлен сам себе. Под действием сил трения маховик остановился через  $t = 50\text{ с}$ . Найти момент сил трения.

Дано:  
 $R = 0,2\text{ м}$   
 $m = 50\text{ кг}$   
 $n_1 = 480\text{ мин}^{-1} = 8\text{ с}^{-1}$   
 $n_2 = 0$   
 $t = 50\text{ с}$

Найти:  
 $M_{тр} - ?$

Решение:

Воспользуемся основным уравнением динамики вращательного движения в виде  $\Delta L_z = M_z \cdot \Delta t$  (1), где  $\Delta L_z$  - изменение момента импульса маховика, вращающегося относительно оси  $z$ , совпадающей с геометрической осью маховика, за интервал времени  $\Delta t$ ,  $M_z$  - момент сил трения, действующих на маховик относительно той же оси. При вращении твердого тела относительно неподвижной оси изменение момента импульса  $\Delta L_z = I_z \cdot \Delta \omega$  (2), где  $I_z$  - момент инерции маховика относительно оси  $z$ ;  $\Delta \omega$  - изменение угловой скорости маховика. Приравняв правые части равенств (1) и (2), получим  $M_z \cdot \Delta t = I_z \cdot \Delta \omega$ , откуда  $M_z = I_z \cdot \Delta \omega / \Delta t$  (3). Момент инерции маховика в виде сплошного диска определяется по формуле  $I_z = \frac{1}{2} m R^2$ . Изменение угловой скорости  $\Delta \omega = \omega_2 - \omega_1 = 2\pi n_2 - 2\pi n_1 = 2\pi(n_2 - n_1)$ . Подставляем в формулу (3) выражения  $I_z$  и  $\Delta \omega$ , получим  $M_z = \pi m R^2 (n_2 - n_1) / \Delta t$   
 $M_z = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 0,2^2 \cdot (0 - 8)}{50} = -1(\text{Н} \cdot \text{м})$

Ответ:  $M_z = -1\text{ Н} \cdot \text{м}$

**Задача 4.** Найти концентрацию молекул кислорода, если его давление  $p = 0,2 \text{ МПа}$ , а средняя квадратичная скорость молекул равна  $\langle v_{\text{кв}} \rangle = 700 \text{ м/с}$ .

Дано:

$$\mu = 0,032 \text{ кг/моль}$$

$$p = 0,2 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

$$v = 700 \text{ м/с}$$

Найти:

$$n - ?$$

Решение:

В основное уравнение молекулярно-кинетической теории газа:  $p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle$  входит концентрация молекул,

поэтому  $n = \frac{3p}{m_0 \langle v^2 \rangle}$ , где  $m_0 = \frac{\mu}{Na}$  - масса одной молекулы

$$\text{газа, тогда. } n = \frac{3pNa}{\mu \langle v^2 \rangle} \quad n = \frac{3 \cdot 0,2 \cdot 10^6 \cdot 6,02 \cdot 10^{23}}{0,032 \cdot 700^2} = 2,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$$

$$\text{Ответ: } n = 2,3 \cdot 10^{25} \text{ м}^{-3}$$

**Задача 5.** При повышении температуры газа, масса которого  $m = 2 \text{ кг}$ , а молярная масса  $\mu = 0,028 \text{ кг/моль}$  на  $50^\circ \text{ К}$  при постоянном давлении газу передано количество теплоты  $Q = 50 \text{ кДж}$ . Определить количество теплоты, которое потребуется для такого же нагревания газа при постоянном объеме.

Дано:

$$m = 2 \text{ кг}$$

$$\mu = 28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$$

$$\Delta T = 50 \text{ К}$$

$$Q_p = 50 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

Найти:

$$Q_v - ?$$

Решение:

Количество тепла, переданное газу при постоянном давлении, согласно первому закону термодинамики равно  $Q_p = \Delta U + A = \Delta U + p \cdot \Delta V$ . Уравнение Клапейрона-Менделеева до нагревания и после нагревания имеет вид  $pV_1 = \frac{m}{\mu} RT_1$ ,

$pV_2 = \frac{m}{\mu} RT_2$ , и вычитая из второго уравнения первое, найдем:

$p \cdot \Delta V = \frac{m}{\mu} R \Delta T$ . Тогда получаем:  $Q = \Delta U + \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T$ . При нагревании газа, когда его

объем не изменяется,  $A = 0$ ,  $Q_v = \Delta U$ . Следовательно,  $Q_v = Q_p - \frac{m}{\mu} R \cdot \Delta T$ ,

$$Q_v = 50 \cdot 10^3 - \frac{2}{28 \cdot 10^{-3}} \cdot 8,31 \cdot 50 = 20 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

$$\text{Ответ: } Q_v = 20 \cdot 10^3 \text{ Дж}$$

**Задача 6.** Идеальная тепловая машина при температуре  $T_1 = 750 \text{ К}$  за некоторое время совершила работу  $A = 360 \text{ Дж}$ . Какое количество теплоты передано за это время холодильнику, если его температура  $T_2 = 300 \text{ К}$ .

Дано:

$$T_1 = 750 \text{ К}$$

$$T_2 = 300 \text{ К}$$

$$A = 360 \text{ Дж}$$

Найти:

$$Q_2 - ?$$

Решение:

Коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины имеет вид:  $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{A}{Q_1}$ , где  $Q_2$  - тепло, отданное газом холодильнику,  $Q_1$  - тепло, полученное газом от

нагревателя,  $Q_1 = \frac{A \cdot T_1}{T_1 - T_2}$ ,  $A = Q_1 - Q_2 \Rightarrow Q_2 = Q_1 - A = \frac{A \cdot T_1}{T_1 - T_2} - A = A \left( \frac{T_1}{T_1 - T_2} - 1 \right)$

$$A = 360 \left( \frac{750}{450} - 1 \right) = 240 \text{ (Дж)}.$$

Ответ:  $A = 240$  (Дж).

**Задача 7.** Металлический шар радиусом  $R = 5 \text{ см}$  заряжен до потенциала  $\varphi_{ш} = 150 \text{ В}$ . Найти потенциал и напряженность поля в точке  $A$ , удаленной от поверхности шара на расстояние  $l = 10 \text{ см}$ .

Дано:

$$R = 5 \text{ см} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

$$\varphi_{ш} = 150 \text{ В}$$

$$l = 10 \text{ см} = 0,1 \text{ м}$$

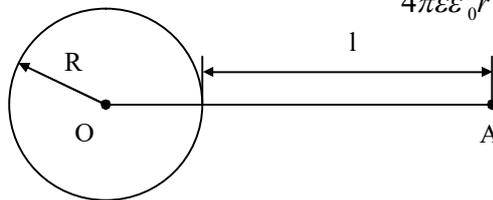
Найти:

$\varphi$  и  $E$  - ?

Решение:

По определению, потенциал поля, образованного

заряженным шаром в точке  $A$ ,  $\varphi = \frac{q_{ш}}{4\pi\epsilon\epsilon_0 r}$  (1),



где  $q_{ш}$  - заряд шара,  $r = (R + l)$  - расстояние от центра  $O$  до точки  $A$ ,  $\epsilon = 1$ .

Емкость шара  $C_{ш} = 4\pi\epsilon_0 R$  (2). Иначе  $C_{ш} = \frac{q_{ш}}{\varphi_{ш}}$ , откуда  $q_{ш} = 4\pi\epsilon_0 R \cdot \varphi_{ш}$  (3).

Подставляя выражение (3) в (1), получим  $\varphi = \frac{4\pi\epsilon_0 R \varphi_{ш}}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{R}{R + l} \cdot \varphi_{ш}$ ;  $\varphi = 50 \text{ В}$

Напряженность поля, образованного заряженным шаром в точке  $A$ :

$$E = \frac{q_{ш}}{4\pi\epsilon_0 r^2} \text{ или с учетом выражения (3) } E = \frac{4\pi\epsilon_0 R \cdot \varphi_{ш}}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{R}{r^2} \varphi_{ш} = \frac{R}{(R + l)^2} \cdot \varphi_{ш};$$

$$E = 3,3 \cdot 10^2 \text{ В/м}.$$

Ответ:  $E = 3,3 \cdot 10^2 \text{ В/м}$ ,  $\varphi = 50 \text{ В}$ .

**Задача 8.** Два шарика с зарядами  $q_1 = 6,7 \text{ нКл}$  и  $q_2 = 13,3 \text{ нКл}$  находятся в воздухе ( $\epsilon = 1$ ) на расстоянии  $r_1 = 40 \text{ см}$  друг от друга. Какую работу надо совершить, чтобы сблизить их до расстояния  $r_2 = 25 \text{ см}$ ?

Дано:

$$q_1 = 6,7 \text{ нКл} = 6,7 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$q_2 = 13,3 \text{ нКл} = 13,3 \cdot 10^{-9} \text{ Кл}$$

$$r_1 = 40 \text{ см} = 0,4 \text{ м}$$

$$r_2 = 25 \text{ см} = 0,25 \text{ м}$$

Найти:

$A_{вн}$  - ?

Решение:

Пусть заряд  $q_1$  создает поле, а шарик с зарядом  $q_2$  движется в этом поле из точки, находящейся на расстоянии  $r_1$  от шарика  $q_1$ , в точку, находящуюся на расстоянии  $r_2$  от него. Тогда работа, которую совершает внешняя сила равна:  $A_{вн} = q_2(\varphi_2 - \varphi_1)$ , (1) где  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  - потенциалы

начальной и конечной точек поля  $\varphi_1 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1}$ ,  $\varphi_2 = \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_2}$  (2). Подставляя

выражения (2) в (1), получим  $A_{\text{вн}} = q_2 \left( \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_2} - \frac{q_1}{4\pi\epsilon_0 r_1} \right) = \frac{q_1 \cdot q_2 (r_1 - r_2)}{4\pi\epsilon_0 r_1 \cdot r_2}$ .

$$A_{\text{вн}} = 12 \text{ мкДж}.$$

Ответ:  $A_{\text{вн}} = 12 \text{ мкДж}$ .

**Задача 9.** Найти Э.Д.С. и внутреннее сопротивление аккумулятора, если при токе  $I_1 = 5 \text{ А}$  он отдает во внешнюю цепь мощность  $N_1 = 9,5 \text{ Вт}$ , а при токе  $I_2 = 7 \text{ А}$  - мощность  $N_2 = 12,6 \text{ Вт}$ .

Дано:  
 $N_1 = 9,5 \text{ Вт}$   
 $I_1 = 5 \text{ А}$   
 $N_2 = 12,6 \text{ Вт}$   
 $I_2 = 7 \text{ А}$

Найти:  
 $\epsilon - ?$ ,  $r - ?$

Решение:

Напряжение на зажимах аккумулятора  $U = \epsilon - Ir$ . С другой стороны,  $U = N/I$ . На основании условия задачи составляем два уравнения:

$$\epsilon - I_1 \cdot r = N/I_1$$

$$\epsilon - I_2 \cdot r = N/I_2$$

Решая эту систему уравнений, получим:  
 $r = \frac{(N_1/I_1) - (N_2/I_2)}{I_2 - I_1}$ ;  $r = 0,05 \text{ Ом}$ ,  $\epsilon = I_1 \cdot r + \frac{N_1}{I_1}$ ;  $\epsilon = 2,15 \text{ В}$ .

Ответ:  $r = 0,05 \text{ Ом}$ ,  $\epsilon = 2,15 \text{ В}$ .

**Задача 10.** Определить заряд  $Q$ , прошедший по проводу с сопротивлением  $R = 3 \text{ Ом}$  при равномерном нарастании напряжения на концах провода от  $U_0 = 2 \text{ В}$  до  $U = 4 \text{ В}$  в течение  $t = 20 \text{ с}$ .

Дано:  
 $R = 3 \text{ Ом}$   
 $U_0 = 2 \text{ В}$   
 $U = 4 \text{ В}$   
 $t = 20 \text{ с}$

Найти:  
 $Q - ?$

Решение:

Так как сила тока в проводе изменяется, то воспользоваться для подсчета заряда формулой  $Q = It$  нельзя. Поэтому возьмем дифференциал заряда  $dQ = Idt$  и проинтегрируем:

$$Q = \int_0^t Idt. \quad (1)$$

Выразив силу тока по закону Ома, получим

$$Q = \int_0^t \frac{U}{R} dt. \quad (2)$$

Напряжение  $U$  в данном случае переменное. В силу равномерности нарастания оно может быть выражено формулой

$$U = U_0 + kt, \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности. Подставив это выражение  $U$  в формулу (2), найдем

$$Q = \int_0^t \left( \frac{U_0}{R} + \frac{kt}{R} \right) dt = \frac{U_0}{R} \int_0^t dt + \frac{k}{R} \int_0^t t dt.$$

Проинтегрировав, получим

$$Q = \frac{U_0 t}{R} + \frac{kt^2}{2R} = \frac{t}{2R} (2U_0 + kt) \quad (4)$$

Значение коэффициента пропорциональности  $k$  найдем из формулы (3), если заметим, что при  $t = 20$  с  $U = 4$  В:  $k = (U - U_0)/t = 0,1$  В/с. Подставив значения величин в формулу (4), найдем  $Q = 20$  Кл.  
Ответ:  $Q = 20$  Кл.