

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Бойко Елена Григорьевна  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 01.09.2024 14:31:37  
Уникальный программный ключ:  
e69eb689122030af7d22cc354bf0eb9d453ecf8f

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра энергообеспечения сельского хозяйства

«Утверждаю»

И.о. заведующего кафедрой



А.С.Кизуров

« 02 » июня 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Физика

для направления подготовки 35.03.06 Агроинженерия

профили: *Технические системы в агропромышленном комплексе, Технический сервис в агробизнесе*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Форма обучения: очная, заочная

Тюмень, 2021

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 35.03.06 «Агроинженерия» утвержденный Министерством образования и науки РФ «23» августа 2017г., приказ № 813
- 2) Учебный план основной образовательной программы «Технические системы в агропромышленном комплексе», «Технический сервис в агробизнесе» одобрен Ученым советом ФГБОУ ВО ГАУ Северного Зауралья от «27» мая 2021г. Протокол № 11

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена на заседании кафедры «Энергообеспечения сельского хозяйства» от «02» июня 2021 г. Протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой \_\_\_\_\_  А.С. Кизуров

Рабочая программа учебной дисциплины (модуля) одобрена методической комиссией института от «08» июня 2021 г. Протокол № 7а

Председатель методической комиссии института \_\_\_\_\_  О.А. Мелякова

**Разработчик:**

Сашина Н.В, ст.преподаватель кафедры «Энергообеспечения сельского хозяйства».

Директор института: \_\_\_\_\_  Г.А. Дорн

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Результаты освоения	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-1	Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	ИД-4 ОПК-1 Использует знания основных законов физики, необходимых для решения типовых задач в области профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные физические представления об окружающем человеке мире</li> <li>- фундаментальные физические понятия, законы</li> <li>- теории классической и современной физики</li> <li>- границы применимости тех или иных физических законов и теорий</li> <li>- принцип действия приборов, применяемых для измерения физических величин</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи из различных областей физики</li> <li>- применять различные методы физических исследований</li> <li>- проводить физический эксперимент</li> <li>- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности</li> <li>- работать с аппаратурой для физических исследований</li> <li>- проводить измерения физических величин</li> <li>- оценивать погрешность измерений</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитическим и графическим методами решения физических задач</li> <li>- методиками физического эксперимента</li> <li>- навыками анализа результатов эксперимента</li> <li>- навыками подключения оборудования для электрических измерений</li> </ul>

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Данная дисциплина относится к *Блоку 1* обязательной части образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания в области: *в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом среднего (полного) общего образования по предмету Физика.*

*Физика* является предшествующей дисциплиной для дисциплин: *безопасность жизнедеятельности, теоретическая механика, теоретические основы электротехники, материаловедение и технология конструкционных материалов, гидравлика,*

теплотехника, электрические машины и аппараты, холодильное и вентиляционное оборудование.

Дисциплина изучается на 1 и 2 курсах во 2, 3 и 4 семестрах по очной форме обучения, на 1 и 2 курсах во 2, 3 и 4 семестрах - заочной форме.

### 3. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 324 часов (9 зачетных единиц).

Вид учебной работы	Очная форма				Заочная форма			
	всего часов	семестр			всего часов	семестр		
		2	3	4		2	3	4
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	144	48	48	48	42	14	14	14
<i>В том числе:</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Лекционного типа	48	16	16	16	18	6	6	6
Семинарского типа	96	32	32	32	24	8	8	8
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	162	60	60	42	264	94	94	76
<i>В том числе:</i>	-	-	-	-	-	-	-	-
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	80	30	30	20	198	72	72	54
Самостоятельное изучение тем	12	4	4	4				
Курсовой проект (работа)	-	-	-	-	-	-	-	-
Расчетно-графические работы	32	16	16	-	-	-	-	-
Контрольные работы	-	-	-	-	42	14	14	14
Реферат	38	10	10	18	24	8	8	8
Вид промежуточной аттестации		зачет	зачет	экз.		зачет	зачет	экз.
				18				18
<b>Общая трудоемкость:</b>								
часов	<b>324</b>	108	108	108	<b>324</b>	108	108	108
зачетных единиц	<b>9</b>	3	3	3	<b>9</b>	3	3	3

### 4. Содержание дисциплины

#### 4.1. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела
1	2	3
1.	<b>Физические основы механики</b>	<p>Введение в физику. Предмет физики. Современная физика как культура наблюдений, моделирования, экспериментального исследования и количественного прогнозирования явлений природы. Связь физики с другими науками. Относительный и приближенный характер любых наблюдений и измерений. Основные и производные единицы измерения физических величин.</p> <p>Основы кинематики. Характеристики поступательного движения и вращательного движения. Механическое движение. Характеристики поступательного движения: траектория, путь, перемещение, скорость, ускорение (среднее и мгновенное), тангенциальное и центростремительное. Взаимосвязь характеристик при прямолинейном и криволинейном движении.</p> <p>Характеристики кинематики вращательного движения: угловая скорость, угловое ускорение (среднее и</p>

		<p>мгновенное). Взаимосвязь характеристик.</p> <p>Динамика поступательного движения. Динамика поступательного движения. Масса тела, взаимодействие и сила. Законы Ньютона (1, 2, 3). Фундаментальные взаимодействия и виды сил. Закон изменения импульса, закон сохранения импульса в изолированной системе. Работа, мощность, энергия. Графическое изображение работы. Закон сохранения полной механической энергии.</p> <p>Динамика вращательного движения. Момент инерции материальной точки, тела. Момент вращающей силы. Основной закон динамики вращательного движения. (2-й закон Ньютона). Энергия потенциальная и кинетическая вращательного движения.</p> <p>Механические колебания. Резонанс. Гармоническое колебание и его характеристики: смещение, амплитуда, частота, фаза. Уравнение колебания и его график. Математический и физический маятники. Вывод формулы периода. Затухающие и вынужденные колебания, автоколебания. Резонанс, его проявление и использование. Вибрация.</p> <p>Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Длина волны, интенсивность, уравнение волны. Звук, инфразвук, ультразвук, характеристики звука. Использование акустических волн. Когерентные волны. Волновые явления: дифракция, интерференция. Условия максимума и минимума. Отражение звука. Фронт волны. Принцип Гюйгенса – Френеля. Элементы специальной теории относительности.</p>
2.	<p><b>Молекулярная физика и термодинамика</b></p>	<p>Основные положения МКТ. Предпосылки и опытное обоснование. Газы, идеальный газ. Давление газа. Основное уравнение теории идеального газа.</p> <p>Газовые законы. Уравнение Менделеева-Клапейрона. Уравнение состояния идеального газа.</p> <p>Распределение энергии по степеням свободы.</p> <p>Понятие о числе степеней свободы. Число степеней свободы молекулы идеального газа. Теорема Больцмана о равномерном распределении энергии по степеням свободы. Средняя кинетическая энергия, приходящаяся на одну степень свободы молекулы.</p> <p>Полная кинетическая энергия молекулы газа. Внутренняя энергия любой массы газа. Молекулярно – кинетическое толкование температуры. Абсолютная температура. Удельные и молярные теплоемкости газов. Физический смысл молярной газовой постоянной.</p> <p>Строение жидкостей и твердых тел. Особенности строения жидкостей и твердых тел. Внутреннее молекулярное давление в жидкости. Поверхностное натяжение и свободная энергия.</p> <p>Молекулярные явления в жидкостях. Смачиваемость, несмачиваемость. Капиллярные явления. Фазовые превращения, диаграмма состояния вещества. Испарение, конденсация, кипение.</p>

		<p>Фазовые превращения. Насыщенный пар. Давление насыщенного пара. Критическая температура. Абсолютная, максимальная, относительная влажность. Точка росы. Плавление и кристаллизация. Возгонка.</p> <p>1-е начало термодинамики. Работа, совершаемая при изменении объема газа.</p> <p>Адиабатный процесс. Работа адиабатного процесса, адиабатное изменение объема газа, адиабатический процесс в природе и технике.</p> <p>Идеальная тепловая машина.</p> <p>Круговые процессы. Идеальная тепловая машина. Прямой и обратный цикл. Цикл Карно. 2-е начало термодинамики. Энтропия. 3-е начало термодинамики.</p>
3.	<b>Электричество и магнетизм</b>	<p>Электрическое поле. Характеристики электростатического поля: напряженность, линии напряженности, напряженность поля точечного заряда. Однородное поле, потенциал, потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряженности и потенциала.</p> <p>Емкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного проводника. Энергия заряженного конденсатора. Диэлектрики в электрическом поле.</p> <p>Электрический ток. Генератор, сторонние силы. ЭДС. Закон Ома для участка цепи, в дифференциальной форме для замкнутой цепи. Ток в металлических проводниках. Сопротивление, зависимость удельного сопротивления проводника от температуры. Терморезисторы. Работа и мощность тока.</p> <p>Полупроводники. Типы проводимости полупроводников. Собственная и примесная проводимость. Зависимость проводимости полупроводников от температуры. Применение полупроводников, их использование в сельском хозяйстве.</p> <p>Магнитное поле. Источники магнитного поля, его обнаружение и изображение. Характеристики магнитного поля: индукция магнитного поля, линии индукции. Закон Ампера. Закон Био – Савара – Лапласа, его приложения. Характеристики магнитного поля Земли.</p> <p>Диамагнетики, парамагнетики, ферромагнетики. Магнитная проницаемость. Поток магнитной индукции. Магнитный гистерезис. Коэрцитивная сила. Магнитомягкие и магнито жесткие материалы.</p> <p>Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Свободные и вынужденные колебания. Резонанс. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. правило Ленца. Переменный ток. Трансформаторы. Токи Фуко. Самоиндукция, ЭДС, индуктивность. Уравнения Максвелла.</p>
4	<b>Оптика</b>	<p>Свет как электромагнитная волна. Поглощение света. Закон Бугера. Фотоэффект: внешний и внутренний. Законы фотоэффекта. Красная граница фотоэффекта.</p>

		Химическое действие света. Парниковый эффект. Отражение и преломление. Интерференция. Когерентные источники и методы их получения. Условия интерференционного максимума и минимума. Интерференционные картины, создаваемые различными источниками. Дифракция света и её проявления. Дифракционная решётка. Условия максимума, минимума. Естественный свет. Поляризованный свет. Закон Малюса. Вращение плоскости колебаний поляризованного света. Принцип действия поляриметра. Явление и характеристики теплового лучеиспускания и лучепоглощения. Закон Стефана-Больцмана. Закон Вина.
5	<b>Атомная и ядерная физика</b>	Ядерная модель строения атома. Ядерная модель строения атома. Дискретность энергетических состояний атома. Постулаты Бора. Атомное ядро, изотопы. Спектр атома водорода, правило отбора. Уравнения Шредингера. Радиоактивность, естественный фон радиоактивности. $\alpha$ , $\beta$ , $\gamma$ – излучение. Влияние радиоактивности на жизнедеятельность организмов. Законы радиоактивного распада. Период полураспада. Среднее время жизни. Активность элемента. Элементарные частицы, их характеристики. Дуализм свойств микрочастиц.

#### 4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционн о типа	Семинарског о типа	СР	Всего, часов
1		3	4	5	6
2 семестр					
1.	Физические основы механики	10	20	30	60
2.	Молекулярная физика и термодинамика	6	12	30	48
	Итого за 2 семестр	16	32	60	108
3 семестр					
3.	Электричество и магнетизм	16	32	60	108
	Итого за 3 семестр	16	32	60	108
4 семестр					
4.	Оптика	10	20	24	54
5.	Атомная и ядерная физика	6	12	18	36
	Экзамен	-	-	-	18
	Итого за 4-й семестр	16	32	42	108
	Итого:	48	96	162	324

**заочная форма обучения**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекционн о типа	Семинарског о типа	СР	Всего, часов
1		3	4	5	6
<b>2 семестр</b>					
1.	Физические основы механики	4	6	54	64
2.	Молекулярная физика и термодинамика	2	2	40	44
	Итого за 2 семестр	6	8	94	108
<b>3 семестр</b>					
3.	Электричество и магнетизм	6	8	94	108
	Итого за 3 семестр	6	8	94	108
<b>4 семестр</b>					
4.	Оптика	4	6	46	54
5.	Атомная и ядерная физика	2	2	30	36
	Экзамен	-	-	-	18
	Итого за 4-й семестр	6	8	76	108
	Итого:	18	24	264	324

**4.3. Занятия семинарского типа**

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тема	Трудоемкость (час)	
			очная	заочная
1	2	3	4	5
<b>2 семестр</b>				
1.	1	Методы экспериментального исследования и оценивания достоверности измерений	2	-
2.	1	Механическое движение. Взаимосвязь характеристик поступательного и вращательного движения	2	-
3.	1	Определение плотности твердого тела	2	2
4.	1	Изучение колебательного движения на примере математического маятника	2	2
5.	1	Изучение упругих свойств твердого тела	2	-
6.	1	Импульс, работа, мощность, энергия. Законы сохранения	2	-
7.	1	Измерение скорости полета пули с помощью баллистического маятника	2	-
8.	1	Изучение динамики вращательного движения	2	2
9.	1	Определение момента инерции твердого тела	2	-
10.	1	Механические волны, их характеристики	2	-
11.	2	Параметры газа, расчет параметров идеального и реального газа	2	-
12.	2	Изучение явлений переноса. Определение коэффициента вязкости жидкости методом Стокса	2	2
13.	2	Изучение свойств жидкостей	2	-
14.	2	Определение коэффициента поверхностного натяжения	2	-



15.	2	Обратимые и необратимые процессы. Циклы	2	-
16.	2	Расчет изменения энтропии в различных процессах. Графическое представление теплоты	2	-
		Итого:	32	8
3 семестр				
1.	3	Характеристики постоянного тока их расчет и зависимость от температуры	2	-
2.	3	Изучение принципа действия электроизмерительных приборов	2	2
3.	3	Ознакомление с потенциометрической схемой включения реостата	2	-
4.	3	Построение графической картины электростатического поля	2	2
5.	3	Расчет емкости проводника, конденсатора, энергии конденсатора и электростатического поля	2	-
6.	3	Расчет разветвленных цепей постоянного тока	2	-
7.	3	Определение неизвестного сопротивления с помощью моста Уитстона	2	2
8.	3	Исследование свойств терморезистора	2	-
9.	3	Источники тока, их характеристики. Сторонние силы и ЭДС	2	-
10.	3	Определение неизвестной ЭДС с помощью мостика Сотти	2	-
11.	3	Магнитное поле, его характеристики, расчет характеристик магнитного поля	2	-
12.	3	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли.	2	2
13.	3	Переменный ток, его характеристики, расчет цепей переменного тока	2	-
14.	3	Исследование неразветвленной цепи переменного тока	2	-
15.	3	Электромагнитные колебания. Расчет резонансных характеристик	2	-
16.	3	Трансформаторы. Расчет коэффициента трансформации и КПД	2	-
		Итого:	32	8
4 семестр				
1.	4	Корпускулярно-волновой дуализм света. Отражение и преломление света, полное внутреннее отражение	2	2
2.	4	Интерференция и дифракция, дифракционная решетка. Взаимосвязь и расчет параметров.	2	-
3.	4	Определение длины волны изучения с помощью дифракционной решетки	2	2
4.	4	Законы фотоэффекта.	2	-
5.	4	Изучение внешнего фотоэффекта	2	-
6.	4	Поляризация света. Вращение плоскости поляризации	2	-
7.	4	Определение концентрации раствора с	2	2

		помощью поляриметра		
8.	4	Световое давление.	2	-
9.	4	Характеристики теплового лучеиспускания и лучепоглощения.	2	-
10.	4	Исследование законов теплового излучения с помощью оптического пирометра	2	-
11.	5	Модели строения атома. Атомное ядро, изотопы	2	-
12.	5	Постулаты Бора. Спектр атома водорода.	2	-
13.	5	Радиоактивность, ее виды и дозы излучения.	2	2
14.	5	Законы радиоактивного распада.	2	-
15.	5	Ядерные реакции, законы сохранения заряда и массы	2	-
16.	5	Дуализм свойств элементарных частиц. Их классификация	2	-
			32	8

**4.4. Учебные занятия, развивающие у обучающихся навыки командной работы, межличностные коммуникации, принятие решений, лидерские качества**  
Не предусмотрены ОПОП

**4.5. Учебные занятия в форме практической подготовки**  
Не предусмотрены ОПОП

**4.6. Примерная тематика курсовых проектов (работ)**  
*не предусмотрено ОПОП.*

## **5. Организация самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

### **5.1. Типы самостоятельной работы и её контроль**

Тип самостоятельной работы	Форма обучения		Текущий контроль
	очная	заочная	
Проработка материала лекций, подготовка к занятиям	80	198	Тестирование
Самостоятельное изучение тем	12		Тестирование Или собеседование
Расчетно-графические работы	32	-	Защита
Рефераты	40	-	собеседование
Контрольные работы	-	42	собеседование
всего часов:	162	264	

### **5.2. Учебно-методические материалы для самостоятельной работы:**

1. Методические рекомендации по дисциплине "Физика" для самостоятельной работы для студентов очной формы обучения и студентов заочного отделения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», Тюмень: ГАУСЗ, 2016. - 55 с.

2. Методическое пособие для выполнения контрольных работ по дисциплине "Физика" для студентов заочного отделения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», Тюмень: ГАУСЗ, 2017. - 96 с.

3. Методические указания к выполнению расчетно-графической работы по дисциплине "Физика" для студентов очной формы обучения по направлению подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», Тюмень: ГАУСЗ, 2016. - 27 с.

### **5.3. Темы, выносимые на самостоятельное изучение:**

*(согласно таблице пункта 5.1)*

1. Волновые процессы. Продольные и поперечные волны. Длина волны, интенсивность, уравнение волны.
2. Звук, инфразвук, ультразвук, характеристики звука. Использование акустических волн. Когерентные волны. Отражение звука.
3. Элементы специальной теории относительности.
4. Строение жидкостей и твердых тел. Особенности строения жидкостей и твердых тел. Внутреннее молекулярное давление в жидкости.
5. Фазовые превращения. Насыщенный пар. Давление насыщенного пара. Критическая температура. Абсолютная, максимальная, относительная влажность. Точка росы.
6. Плавление и кристаллизация. Возгонка.
7. 2-е начало термодинамики. Энтропия. 3-е начало термодинамики.
8. Электромагнитная индукция. Электромагнитные колебания. Свободные и вынужденные колебания.
9. Переменный ток. Трансформаторы. Токи Фуко. Самоиндукция, ЭДС, индуктивность. Уравнения Максвелла.
10. Закон Малюса. Вращение плоскости колебаний поляризованного света. Принцип действия поляриметра.
11. Элементарные частицы, их характеристики. Дуализм свойств микрочастиц.

### **5.4. Темы рефератов:**

1. Роль новых технологий в развитии общества.
2. История развития классической механики.
3. Мир дискретных объектов – механических частиц.
4. Силы инерции и классическая механика.
5. Гироскопы и их применение.
6. Использование энергии ветра.
7. Применение вибровоздействий.
8. Возобновляемые источники энергии.
9. Водородная энергетика.
10. Нетрадиционные методы аккумуляции энергии.
11. Гидродинамическая неустойчивость жидких сред.
12. Энергетические ресурсы мирового океана.
13. Магнитная обработка воды.
14. Перспективы использования малых гидроэлектростанций.
15. Вибрационные технологии.
16. Резонансные измерительные методики.
17. Использование волновых процессов в современных технологиях (ударная волна).
18. Использование явлений переноса в современных технологических процессах.
19. Теория взрыва. Примеры ее использования.
20. Синергетика. Концепция самоорганизации.
21. Синергетика и экономика.
22. Энтропия. Идеи И. Пригожина и их применение.
23. Энергия. Энтропия. Химический потенциал и термодинамическая теория химического сродства.
24. Применение тепловых насосов.

25. Энергия биомассы.
26. Явления переноса: диффузия, теплопроводность, внутреннее трение.
27. Электростатические приспособления и устройства.
28. Связь физики с естественными науками.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

### 6.1 Перечень компетенций и оценочные средства индикатора достижения компетенций

Код компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине	Наименование оценочного средства
ОПК-1	ИД-4 <sub>опк-1</sub> Использует знания основных законов физики, необходимых для решения типовых задач в области профессиональной деятельности	<p><b>знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные физические представления об окружающем человеке мире</li> <li>- фундаментальные физические понятия, законы</li> <li>- теории классической и современной физики</li> <li>- границы применимости тех или иных физических законов и теорий</li> <li>- принцип действия приборов, применяемых для измерения физических величин</li> </ul> <p><b>уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать задачи из различных областей физики</li> <li>- применять различные методы физических исследований</li> <li>- проводить физический эксперимент</li> <li>- выделять конкретное физическое содержание в прикладных задачах профессиональной деятельности</li> <li>- работать с аппаратурой для физических исследований</li> <li>- проводить измерения физических величин</li> <li>- оценивать погрешность измерений</li> </ul> <p><b>владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- аналитическим и графическим методами решения физических задач</li> <li>- методиками физического эксперимента</li> <li>- навыками анализа результатов эксперимента</li> <li>- навыками подключения оборудования для электрических измерений</li> </ul>	Тест Зачетный билет Экзаменационный билет

## 6.2. Шкалы оценивания

### Пятибалльная шкала оценивания устного экзамена

Оценка	Описание
5	Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
4	Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.
3	Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство требований, предъявляемые к заданию выполнены.
2	Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Многие требования, предъявляемые к заданию не выполнены.
1	Демонстрирует непонимание проблемы.

### Шкала оценивания тестирования на экзамене

% выполнения задания	Балл по 5-бальной системе
86 – 100	5
71 – 85	4
50 – 70	3
менее 50	2

### Шкала оценивания тестирования на зачете

% выполнения задания	Результат
50 – 100	зачтено
менее 50	не зачтено

## 6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы:

Указаны в приложении 1.

### 7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература

1. Трофимова, Т.И. Курс физики. – М.: Академия, Высшее образование, 2020. – 560 с.:ил.
2. Курс физики : учебное пособие / А. Н. Ларионов, Ю. И. Кураков, В. С. Воищев [и др.]. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 203 с. — ISBN 978-5-7267-0929-1. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72682.html> (дата обращения: 28.05.2020).

б) дополнительная литература

1. Волькенштейн В.С.. Сборник задач по общему курсу физики / В.С. Волькенштейн. / – СПб.: Книжный мир, 2007.- 328 с.: ил.

2. Пронин В.П. Практикум по физике. Для студентов сельскохозяйственных вузов./ - СПб.: Изд-во Лань, 2005. – 256 с.
3. 2. Зисман, Г.А. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электричество и магнетизм [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г.А. Зисман, О.М. Тодес. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2007. — 352 с.
4. 3. Ивлиев, А.Д. Физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2009. — 672 с.
5. 4. Кикоин, А.К. Молекулярная физика [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.К. Кикоин, И.К. Кикоин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2008. — 480 с.
6. Грабовский Р.И. Курс физики: учебное пособие/ Р.И.Грабовский. – СПб.: Лань, 2007. – 608 с.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"**

- 1 Лекции по Физике [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.youtube.com/channel/UCoFET4xcdyXFGdAjnWG8yw>
- 1 Лекции по Физике [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://lms-test.gausz.ru/enrol/index.php?id=2745>

## **9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

1. Снохин А.С., Ивакина Е.А. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Физика" часть 1-«Механика» для студентов очной и заочной формы обучения для направления подготовки 35.03.06. «Агроинженерия». — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2015. – 43 с.
2. Ивакина Е.А., Сашина Н.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Физика" часть 2-«Молекулярная физика» для студентов очной и заочной формы обучения для направления подготовки 35.03.06. «Агроинженерия». — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2015. – 31 с.
3. Ивакина Е.А., Сашина Н.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Физика" часть 3-«Электричество и магнетизм» для студентов очной и заочной формы обучения для направления подготовки 35.03.06. «Агроинженерия». — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2016. – 67с.
4. Ивакина Е.А., Сашина Н.В. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине "Физика" часть 4-«Оптика» для студентов очной и заочной формы обучения для направления подготовки 35.03.06. «Агроинженерия». — Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2016. – 39с.

## **10. Перечень информационных технологий**

1. Операционная система Windows (лицензионно-программное обеспечение)
2. Пакет прикладных программ MS Office 2007 (университетская лицензия)

## **11. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

- 1-23 Лаборатория оптики: Установка для измерения длины волны. дифракционная решетка, электрическая лампа, микроскоп, стеклянные пластины, микрометр, вакуумный фотоэлемент, эталонная лампочка, оптическая скамья, микроамперметр, вольтметр, потенциометр, соединительные провода.
- 1-24 Лаборатория электростатики и электродинамики: амперметры, вольтметры различных видов, потенциометр, вольтметр, амперметр, сопротивление нагрузки

(реостат), ключ, источник питания 200 В, пантограф, реостат, ключ, зонд, источник питания 50 В, термистор, магазин сопротивления, термометр, гальванометр, ключ, потенциометр, электрическая плитка, тангенс - гальванометр, потенциометр, переключатель, компас, источник тока 50 В.

1-18 Лаборатория механики и молекулярной физики: Приборы по определению плотности твёрдого тела (авторское исполнение), по изучению колебательного движения (авторское исполнение), по изучению вращательного движения (авторское исполнение), по изучению вращательного движения (авторское исполнение), по определению явления вязкости жидкости, коэффициента поверхностного натяжения жидкости (авторское исполнение).

## **12. Особенности освоения дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Обучение обучающихся с ограниченными возможностями здоровья при необходимости осуществляется на основе адаптированной рабочей программы с использованием специальных методов обучения и дидактических материалов, составленных с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся (обучающегося).

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению: размещение в доступных для обучающихся, являющихся слепыми или слабовидящими, местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий; присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь; выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы), использование версии сайта для слабовидящих ЭБС IPR BOOKS и специального мобильного приложения IPR BOOKS WV-Reader (программы не визуального доступа к информации, предназначенной для мобильных устройств, работающих на операционной системе Android и iOS, которая не требует специально обученного ассистента, т.к. люди с ОВЗ по зрению работают со своим устройством привычным способом, используя специальные штатные программы для незрячих людей, с которыми IPR BOOKS WV-Reader имеет полную совместимость);
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по слуху: надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;
- для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата: возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения кафедры, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Министерство сельского хозяйства РФ  
ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья  
Инженерно-технологический институт  
Кафедра энергообеспечения сельского хозяйства

## ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по учебной дисциплине Физика


для направления подготовки 35.03.06 «Агроинженерия»  
профили: *Технические системы в агропромышленном комплексе, Технический сервис в агробизнесе*

Уровень высшего образования – бакалавриат

Сашина Н.В., ст.преподаватель кафедры Энергообеспечения сельского хозяйства.

Утверждено на заседании кафедры

протокол «02» июня 2021 г. Протокол № 6

И.о. заведующего кафедрой  А.С. Кизуров

Тюмень, 2021



# КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ И ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОЦЕНКИ знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины **ФИЗИКА**

## 1 Вопросы для собеседования

### *Раздел 1. Физические основы механики*

1. Что называется массой?
2. Что называется плотностью?
3. Что значит измерить физическую величину? Прямые и косвенные измерения, промахи, систематические и случайные ошибки.
4. Что называется абсолютной и относительной ошибками измерения?
5. Правила построения графиков.
6. Что называется деформацией? Перечислите виды деформации.
7. Что такое механическое напряжение? Единицы измерения в СИ.
8. Сформулируйте закон Гука.
9. Как определяется модуль упругости. Его физический смысл.
10. Что называется гармоническим колебанием?
11. Уравнение гармонического колебательного движения. Его график.
12. Что такое смещение, амплитуда, фаза, период колебания?
13. От чего зависит период колебаний математического маятника?
14. От чего зависит энергия колебаний?
15. Как определяется скорость и ускорение при колебательном движении?
16. Какие энергетические превращения происходят при колебательном движении?
17. Какие силы действуют на маятник в процессе его движения?
18. Что называется угловой скоростью, угловым ускорением? Их единицы измерения.
19. Что называется моментом силы? Как он направлен?
20. Что называется плечом силы?
21. Что такое момент инерции точки; тела?
22. Записать и пояснить основное уравнение динамики вращательного движения.
23. Связь между линейными и угловыми скоростью и ускорением.
24. Как может быть определен момент сил трения графически?
25. Что такое баллистический маятник?
26. Дать понятие замкнутой системы.
27. Что называется консервативной и неконсервативной силой?
28. Сформулировать закон сохранения импульса, момента импульса.
29. Сформулировать закон сохранения энергии в механике.
30. Вывод расчетной формулы.
31. Вывод формулы скорости снаряда, попадающего в баллистический маятник.
32. Что называется математическим маятником, физическим маятником?
33. Формулы периодов для математического и физического маятников (вывести).
34. Что такое приведенная длина физического маятника?
35. Основное уравнение динамики вращательного движения.
36. Что такое момент инерции?
37. Сформулируйте теорему Штейнера.
38. Что называется волной? Поперечные и продольные волны.
39. Вывод уравнения плоской волны.
40. Сферические волны. Волновое уравнение.
41. Интерференция и дифракция волн. Принцип Гюйгенса.
42. Вывод и анализ уравнения стоячей волны.

43. Вывод расчетной формулы для определения скорости звука в воздухе.
44. Что такое резонанс.
45. Законы сохранения в механике. Реактивное движение. История развития ракетной техники.
46. Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент количества движения и закон его сохранения. Гироскоп, его применение.
47. Деформация твердого тела. Виды деформаций, диаграмма напряжений
48. Волновые процессы.
49. Акустические волны, их характеристики.
50. Ультразвук, его применение.
51. Эффект Доплера в акустике.
52. Что такое системы отсчета.
53. Закон сохранения количества движения. Центр масс.
54. Удар упругих и неупругих тел.
55. Момент количества движения и закон сохранения момента количества движения.
56. Свободные оси. Гироскоп.
57. Законы Кеплера.
58. Потенциал поля тяготения.
59. Ламинарный и турбулентный режим течения жидкости.
60. Движение тел в жидкостях и газах.
61. Механические гармонические колебания.
62. Принцип суперпозиции волн. Групповая скорость.
63. Стоячие волны.
64. Ультразвук и его применение.

*Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика*

1. Понятие идеального газа.
2. Изопроцессы идеального газа и их графики.
3. Что называется давлением? Приборы для измерения давления.
4. Дать определение температуры. Абсолютная шкала температур.
5. Уравнение состояния идеального газа.
6. Как можно определить плотность газа?
7. Каковы значения давления и температуры при нормальных условиях?
8. Сделайте перевод мм ртутного столба и мм водяного столба в Паскали.
9. Дать понятие явление вязкости.
10. Что называется коэффициентом внутреннего трения? Единицы измерения.
11. От чего зависит коэффициент вязкости газов?
12. Что такое длина свободного пробега молекул? От чего она зависит?
13. Как можно рассчитать плотность газа?
14. Какие силы действуют на шарик, движущийся в вязкой среде?
15. Всегда ли справедлив закон Ньютона для вязкого трения?
16. Где можно наблюдать движение малых частиц в вязкой среде (в природе, в быту и т.п.)?
17. от чего зависит коэффициент вязкости жидкости?
18. Объясните природу явления вязкости.
19. Что такое коэффициент вязкости? Единицы измерения.
20. Что называется удельной теплоёмкостью вещества? Какая связь между ней и молярной теплоемкостью?
21. Почему теплоёмкости газов зависят от условий нагревания?
22. Сформулируйте первое начало термодинамики?
23. Почему  $C_p > C_v$  ?
24. Какой процесс называется адиабатическим?
25. Запишите уравнение Пуассона.

26. Запишите первое начало термодинамики для изопрцессов идеального газа.
27. От чего зависит внутренняя энергия идеального газа?
28. Дайте определение понятия степени свободы молекулы.
29. Объясните механизм образования молекулярного давления.
30. Природа поверхностного натяжения.
31. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения? От чего он зависит?
32. Дополнительное давление под искривленной поверхностью. Формула Лапласа
33. Явления смачивания и несмачивания.
34. Капиллярные явления. Их роль в природе.
35. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели, их КПД. Применение тепловых двигателей.
36. Вакуум и методы его получения.
37. Применение первого начала термодинамики к изопрцессам.
38. Внутренняя энергия реальных газов.
39. Обратимые и необратимые процессы.
40. Капиллярные явления.
41. Аморфные тела.

### *Раздел 3. Электричество и магнетизм*

1. Из каких основных элементов состоит электрическая цепь?
2. Принцип действия приборов магнитоэлектрической системы.
3. Принцип действия приборов электромагнитной системы.
4. Что называется чувствительностью приборов?
5. Что называется ценой деления прибора, пределом измерения?
6. Как по классу точности определить погрешность результата измерения?
7. Характеристики приборов: класс точности, чувствительность, пределы измерений. Классификация приборов и их условные обозначения.
8. Источники тока и их характеристики.
9. Расчет погрешностей при измерении данным прибором по классу точности.
10. Что такое реостат, как его можно включить в цепь?
11. Расчет шунта амперметра, градуировка амперметра с шунтом.
12. Расчет добавочного сопротивления для вольтметра. Градуировка вольтметра с добавочным сопротивлением
13. Назовите величины, характеризующие электростатическое поле: единицы их измерения.
14. Графическое изображение электростатического поля.
15. Свойства эквипотенциальных поверхностей.
16. Объясните смысл минуса в формуле, связывающей напряженность электростатического поля и градиент потенциала.
17. Как определить напряженность однородного электростатического поля, зная расположение эквипотенциальных поверхностей?
18. Механизм образования запирающего слоя.
19. Принцип действия полупроводникового триода.
20. Схема характеристики полупроводникового триода.
21. Характеристики триода: Входное сопротивление; Выходное сопротивление; Коэффициент усиления по току; Коэффициент усиления по напряжению; Крутизна характеристики.
22. Отличие полупроводников от проводников и изоляторов (по зонной теории проводимости веществ).
23. Типы полупроводников по виду проводимости.
24. Характер изменения сопротивления полупроводников.
25. Области использования полупроводниковых приборов. Устройство полупроводникового диода и триода.
26. Основные характеристики терморезисторов.
27. Мост Уитстона, измерение сопротивления мостом.

28. Магнитное поле. Его свойства.
29. Что называется силовой линией?
30. Как определить направление силовых линий?
31. Сформулируйте и запишите закон Био – Савара – Лапласа.
32. Что такое сила Ампера?
33. В чем сущность принципа суперпозиции полей?
34. Назовите элементы земного магнетизма.
35. Что такое сила Лоренца? Как определить ее величину и направление?
36. Доказать, что магнитное поле не совершает работы над движущейся заряженной частицей.
37. Сформулировать закон сохранения энергии и записать его для электрона в магнетроне.
38. Получить выражение для момента силы Лоренца, действующей на электрон.
39. Какую траекторию будет описывать электрон, влетевший в однородное магнитное поле перпендикулярно силовым линиям?
40. Определить величину угловой скорости вращения электрона в магнетроне, пользуясь найденными вами удельным зарядом при определенной силе тока в соленоиде.
41. Понятие переменного синусоидального тока.
42. Характеристики переменного тока.
43. Что называется активным, индуктивным и емкостным сопротивлениями?
44. Формулы для вычисления индуктивного и емкостного сопротивлений. От чего и как они зависят?
45. Закон Ома для цепи переменного тока.
46. Полное сопротивление цепи переменного тока с последовательным соединением активного и реактивного сопротивлений.
47. Векторная диаграмма напряжений.
48. Что значит режим  $\varphi > 0$ ,  $\varphi = 0$ ,  $\varphi < 0$ ?
49. Как узнать, что  $\varphi > 0$ ,  $\varphi = 0$ ,  $\varphi < 0$ ?
50. Понятие взаимной индукции и взаимной индуктивности.
51. Активное и реактивное сопротивление.
52. Резонанс напряжений.
53. Резонанс токов.
54. Колебательный контур, экспериментальное получение э/м волн.
55. Генерация и передача э/м волн.
56. Проводники, проводники 1-го рода в электростатическом поле.
57. Как осуществляется электростатическая защита.
58. Емкость. Емкость Земли.
59. Емкость уединенного проводника, конденсатора.
60. Виды конденсаторов и их применение.
61. Полупроводники, виды проводимости полупроводников.
62. Термоэлектрические явления, их применение.
63. Электрический ток в газах и в вакууме. Эмиссионные явления, их применение.
64. Сторонние силы, ЭДС, виды источников тока.
65. Напряженность как градиент потенциала. Эквипотенциальные поверхности.
66. Поляризованность, Напряженность поля в диэлектрике.
67. Работа и мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.
68. Контактная разность потенциалов.
69. Ионизация газов. Несамостоятельный газовый разряд.
70. Ускорители заряженных частиц.
71. Вихревые токи.
72. Токи размыкания и замыкания.
73. Намагничивание. Магнитное поле в веществе.
74. Ток смещения.

75. Свободные гармонические колебания в колебательном контуре.
76. Сверхпроводимость.
77. Полупроводниковые диоды и триоды. Полупроводниковые приборы их применение.

#### *Раздел 4. Оптика*

1. Что такое явление дифракции?
2. Принцип Гюйгенса – Френеля.
3. Дифракционная решетка. Условие темных и светлых полос.
4. Практическое применение явления дифракции.
5. Что такое явление интерференция электромагнитных волн?
6. Условия максимума и минимума интерференции электромагнитных волн .
7. Дисперсия электромагнитных волн, условия дисперсии .
8. Особенности дифракции электромагнитных волн.
9. Строение электромагнитной волны.
10. Что такое свет по волновой теории? Понятие естественного света.
11. Что такое поляризованный свет? Способы его получения.
12. Что такое вращательная поляризация и от чего она зависит?
13. Где находит практическое применение поляризованный свет?
14. Устройство поляриметра, порядок выполнения работы.
15. Законы отражения и преломления света. Ход луча в призме.
16. Явление полного внутреннего отражения.
17. Построение изображения в линзах.
18. Увеличение микроскопа.
19. Природа света по квантовой теории.
20. Явление фотоэффекта, законы Столетова.
21. Уравнение Эйнштейна и объяснение им законов внешнего фотоэффекта. «Красная граница» фотоэффекта.
22. Интерференция света, методы ее наблюдения, применение интерференции.
23. Дифракция света. Дифракционная решетка, ее применение. Разрешающая способность оптических приборов.
24. Понятие о голографии. Голографические установки.
25. Оптические генераторы, их принцип действия, развитие и применение лазерной техники.
26. Фотоэффект. Применение фотоэффекта.
27. Диапазон э/м волн, свойства и применение э/м волн различной частоты.
28. Тонкие линзы. Изображение предметов с помощью линз.
29. Применение интерференции света.
30. Разрешающая способность оптических приборов.
31. Голография.
32. Излучение Вавилова-Черенкова.
33. Искусственная оптическая анизотропия.
34. Применение фотоэффекта.
35. Корпускулярно-волновой дуализм свойств вещества.
36. Движение свободной частицы.
37. Принцип Паули. Распределение электронов в атоме по состояниям.
38. Молекулярные спектры. Комбинационное рассеяние.
39. Лазеры.
40. Определение световой и вольтамперной характеристик фотоэлемента.

#### **Процедура оценивания собеседования**

Используется фронтальный опрос, который предполагает работу преподавателя одновременно со всей аудиторией, и проводится в виде беседы по вопросам. При отборе вопросов и постановке перед студентами учитывается следующее:

- задается не более пяти, они должны непосредственно относиться к проверяемой теме;
- формулировка вопроса должна быть однозначной и понятной отвечающему;
- недопустимо предлагать студентам вопросы, требующие множества ответов, т.е. вопросы открытой формы или так называемые «тестовые» вопросы с ответом «да/нет».

В конце опроса преподаватель дает заключительные комментарии по качеству ответов всех студентов.

### Критерии оценки собеседования

<b>Зачтено</b>	Студент ответил на все предложенные вопросы, показав хорошие знания по изученной теме, продемонстрировал владение материалом по теоретическим вопросам и практическим заданиям и/или допустил несущественные неточности/ошибки при ответе
<b>Не зачтено</b>	Студент ответил не на все предложенные вопросы; продемонстрировал неполное владение материалом по теоретическим вопросам и практическим заданиям и допустил несколько существенных ошибок при ответе.

### 2 Вопросы к зачету

Наименование компетенции	Вопросы
<b>2 семестр</b>	
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предмет физики. Связь с другими науками. Единицы физических величин.</li> <li>2. Кинематика материальной точки: система отсчета, траектория, путь, вектор перемещения. Уравнения движения.</li> <li>3. Движение материальной точки по окружности. Угловая скорость, угловое ускорение, связь линейных и угловых характеристик.</li> <li>4. Скорость, ускорение при поступательном движении материальной точки</li> <li>5. Криволинейное движение. Полное, нормальное и тангенциальное ускорение материальной точки.</li> <li>6. Динамика материальной точки. Первый закон Ньютона.</li> <li>7. Второй и третий закон Ньютона.</li> <li>8. Силы трения. Внешнее и внутреннее трения.</li> <li>9. Закон сохранения импульса. Центр масс.</li> <li>10. Уравнение движения тела переменной массы.</li> <li>11. Энергия, работа, мощность.</li> <li>12. Кинетическая и потенциальная энергия.</li> <li>13. Закон сохранения механической энергии.</li> <li>14. Графическое представление энергии.</li> <li>15. Удар абсолютно упругих и не упругих тел.</li> <li>16. Момент инерции. Кинетическая энергия вращения.</li> <li>17. Момент силы. Уравнения динамики вращательного движения твердого тела.</li> <li>18. Работа при вращение твердого тела. Момент импульса и закон его сохранения.</li> </ol>

19. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 4$  м/с. Когда оно достигло верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью  $v_0$  вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии  $h$  от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.
20. Тело брошено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 30$  м/с. Каковы будут нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_t$ , ускорения тела через время  $t=1$ с после начала движения?
21. По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью  $\omega = 1$  рад/с платформы идет человек и обходит платформу за время  $t = 9,9$  с. Каково наибольшее ускорение  $a$  движения человека относительно Земли? Принять радиус платформы  $R = 2$  м.
22. Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $u_1 = 480$  м/с. Масса платформы с орудием и снарядами  $m_2 = 18$  т, масса снаряда  $m_1 = 60$  кг.
23. Лодка длиной  $L = 3$  м и массой  $m = 120$  кг стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами  $m_1 = 60$  кг и  $m_2 = 90$  кг. На сколько сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки поменяются местами?
24. Шар массой  $m_1 = 4$  кг движется со скоростью  $v_1 = 5$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 6$  кг, который движется ему навстречу со скоростью  $v_2 = 2$  м/с. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
25. Определить, работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостью  $k_1 = 400$  Н/м и  $k_2 = 250$  Н/м, если первая пружина при этом растянулась на  $\Delta l = 2$  см.
26. Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью  $k = 150$  Н/м был произведен выстрел пулей массой  $m = 8$  г. Определить скорость  $v$  пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на  $\Delta x = 4$  см.
27. На обод маховика диаметром  $D = 60$  см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 2$  кг. Определить момент инерции  $J$  маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время  $t = 3$  с приобрел угловую скорость  $\omega = 9$  рад/с.
28. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой  $m = 5$  кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи  $l = 70$  см. Скамья вращается с частотой  $n_1 = 1$  с<sup>-1</sup>. Как изменится частота вращения скамьи и какую работу  $A$  произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до  $l_2 = 20$  см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси  $J = 2,5$  кг·м<sup>2</sup>.
29. Определить напряженность  $G$  гравитационного поля на высоте  $h = 1000$  км над поверхностью Земли. Считать

	<p>известными ускорение <math>g</math> свободного падения у поверхности Земли и ее радиус <math>R</math>.</p> <p>30. С поверхности Земли вертикально вверх пущена ракета со скоростью <math>v=5</math> км/с. На какую высоту она поднимется?</p>
--	--

### Процедура оценивания зачета

Зачет проходит в форме тестирования использованием электронной среды lms-test. В соответствии с расписанием (графиком промежуточной аттестации) открывается доступ к прохождению тестирования для всех студентов группы. Студенту предоставляется первая попытка длительностью в 40 минут на решение тестового задания, состоящего из 30 вопросов. После ответов на тестовые задания, студент завершает первую попытку. Не менее чем через 10 после завершения первой попытки, студенту предоставляется вторая попытка длительностью в 40 минут на решение тестового задания, состоящего из 30 вопросов. После ответов на тестовые задания, студент завершает вторую попытку. При оценке решения тестирования учитывается наилучший результат.

Оценка выставляется:

«зачтено», если наилучшая попытка решения тестирования характеризуется результатом не ниже 50%;

«не зачтено», если результат наилучшей попытки решения тестирования характеризуется результатов менее 50%.

### Шкала оценивания зачета

Оценка	Описание
Зачтено	Наилучший результат тестирования: не менее 50%
Не зачтено	Наилучший результат тестирования: менее 50%

### Вопросы к зачету

Наименование компетенции	Вопросы
<b>3 семестр</b>	
ОПК-1 Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий	<ol style="list-style-type: none"> <li>Молекулярно-кинетический и термодинамический методы исследования макроскопических систем.</li> <li>Идеальный газ. Основные законы, описывающие поведение идеальных газов.</li> <li>Уравнение Клапейрона-Менделеева. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеальных газов.</li> <li>Закон Максвелла о распределении молекул идеального газа по скоростям и энергиям теплового движения.</li> <li>Среднее число столкновений и средняя длина свободного пробега молекул.</li> <li>Явления переноса в термодинамически неравновесных системах.</li> <li>Число степеней свободы молекулы. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы молекул.</li> <li>Первое начало термодинамики. Работа газа при изменении его объема.</li> <li>Теплоёмкость.</li> </ol>



10. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
11. Адиабатный процесс. Политропный процесс.
12. Обратимые и необратимые процессы. Круговой процесс (цикл).
13. Энтропия, её статистическое толкование и связь с термодинамической вероятностью.
14. Второе начало термодинамики. Тепловые двигатели и холодильные машины. Цикл Карно и его КПД для идеального газа.
15. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
16. Снижение газов. Свойства жидкостей. Поверхностное натяжение.
17. Смачивание. Давление под искривленной поверхностью жидкости. Капиллярные явления.
18. Твердые тела. Моно- и поликристаллы. Дефекты в кристаллах. Теплоёмкость твердых тел.
19. Испарение, сублимация, плавление и кристаллизация. Аморфные тела. Фазовые переходы (первого и второго рода).
20. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона.
21. Электростатическое поле. Напряженность электростатического поля.
22. Принцип суперпозиции электростатических полей. Поле диполя.
23. Теорема Гаусса для электростатического поля в вакууме и её применения к расчету некоторых электростатических полей в вакууме.
24. Типы диэлектриков. Поляризация диэлектриков. Поляризованность. Напряженность поля в диэлектрике.
25. Проводники в электростатическом поле.
26. Электроёмкость, конденсаторы, последовательные и параллельные соединения конденсаторов. Энергия системы зарядов. Энергия электростатического поля.
27. Электрический ток, сила и плотность тока. Сторонние силы. ЭДС и напряжение.
28. Водород находится под давлением  $P = 20$  мкПа имеет температуру  $T = 300$  К. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы такого газа.
29. При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от  $P_1 = 50$  кПа до  $P_2 = 0,5$  МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление  $P_3$  газа в конце процесса?
30. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту  $Q_2 = 14$  кДж. Определить температуру  $T_1$  теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника  $T_2 = 280$  К работа цикла  $A = 6$  кДж.
31. Определить количество вещества  $\nu$  водорода, заполняющего сосуд объемом  $V = 3$  л, если концентрация молекул газа в сосуде  $n = 2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ .
32. В цилиндр длиной  $l = 1,6$  м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении  $p_0$ , начали медленно вдвигать поршень площадью основания  $S = 200 \text{ см}^2$ ,

	<p>Определить силу <math>F</math>, действующую на поршень, если его остановить на расстоянии <math>l_1 = 10</math> см от дна цилиндра.</p> <p>33. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного <math>\eta</math> действия цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от <math>T_1 = 380</math> К до <math>T_2 = 560</math> К? Температура теплоприемника <math>T_2 = 280</math> К.</p> <p>34. Глицерин поднялся в капиллярной трубке диаметром канала <math>d = 1</math> мм на высоту <math>h = 20</math> мм. Определить поверхностное натяжение <math>\alpha</math> глицерина. Считать смачивание полным.</p> <p>35. Две капли ртути радиусом <math>r = 1,2</math> мм каждая слились в одну большую каплю. Определить энергию <math>E</math>, которая выделится при этом слиянии. Считать процесс изотермическим.</p> <p>36. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости <math>c_v = 10,4</math> кДж/(кг·К) и <math>c_p = 14,6</math> кДж/(кг·К).</p> <p>37. Определить среднюю квадратичную скорость <math>\langle v_{\text{кв}} \rangle</math> молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью <math>V = 2</math> л под давлением <math>p = 200</math> кПа. Масса газа <math>m = 0,3</math> г.</p> <p>38. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление <math>p_1 = 2</math> МПа и температура <math>T_1 = 800</math> К, в другом <math>p_2 = 2,5</math> МПа, <math>T_2 = 200</math> К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры <math>T_2 = 200</math> К. Определить установившееся в сосудах давление <math>p</math>.</p> <p>39. Определить относительную молекулярную массу <math>M_r</math>: 1) воды; 2) углекислого газа; 3) поваренной соли.</p> <p>40. В баллоне находится газ при температуре <math>T_1 = 400</math> К. До какой температуры <math>T_2</math> надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза?</p> <p>41. Найти плотность <math>\rho</math> азота при температуре <math>T = 400</math> К и давлении <math>P = 2</math> МПа.</p> <p>42. Определить среднюю кинетическую энергию <math>\langle \epsilon \rangle</math> одной молекулы водяного пара при температуре <math>T = 500</math> К.</p>
--	--

### Процедура оценивания зачета

Зачет проходит в форме тестирования использованием электронной среды lms-test. В соответствии с расписанием (графиком промежуточной аттестации) открывается доступ к прохождению тестирования для всех студентов группы. Студенту предоставляется первая попытка длительностью в 40 минут на решение тестового задания, состоящего из 30 вопросов. После ответов на тестовые задания, студент завершает первую попытку. Не менее чем через 10 после завершения первой попытки, студенту предоставляется вторая попытка длительностью в 40 минут на решение тестового задания, состоящего из 30 вопросов. После ответов на тестовые задания, студент завершает вторую попытку. При оценке решения тестирования учитывается наилучший результат.

Оценка выставляется:

«зачтено», если наилучшая попытка решения тестирования характеризуется результатом не ниже 50%;

«не зачтено», если результат наилучшей попытки решения тестирования характеризуется результатов менее 50%.

### Шкала оценивания зачета

Оценка	Описание
Зачтено	Наилучший результат тестирования: не менее 50%
Не зачтено	Наилучший результат тестирования: менее 50%

### 3 Вопросы к экзамену

Наименование компетенции	Вопросы
<b>4 семестр</b>	
<p>ОПК-1</p> <p>Способен решать типовые задачи профессиональной деятельности на основе знаний основных законов математических и естественных наук с применением информационно-коммуникационных технологий</p>	<p>Основные фотометрические величины и их единицы.</p> <p>Развитие представлений о природе света. Когерентность и монохроматичность световых волн.</p> <p>Световые волны и их характеристики. Интерференция световых волн. Условия максимума и минимума при интерференции света.</p> <p>Когерентность и монохроматичность световых волн.</p> <p>Методы наблюдения интерференции света.</p> <p>Понятие о зонной теории твердых тел. Металлы, диэлектрики и полупроводники по зонной теории.</p> <p>Собственная проводимость полупроводников.</p> <p>Примесная проводимость полупроводников.</p> <p>Фотопроводимость полупроводников. Люминесценция твердых тел.</p> <p>Контакт двух металлов по зонной теории.</p> <p>Термоэлектрические явления и их применение.</p> <p>Контакт электронного и дырочного полупроводников (р-п-переход). Полупроводниковые диоды и триоды (Транзисторы).</p> <p>Размер, состав и заряд атомного ядра. Массовое и зарядовое числа. Дефект массы и энергия связи ядра.</p> <p>Спин ядра и его магнитный момент. Ядерные силы. Модели ядра.</p> <p>Радиоактивное излучение и его виды.</p> <p>Закон радиоактивного распада. Правила смещения.</p> <p>Закономерности распада. Гамма-излучение и его свойства.</p> <p>Резонансное поглощение-излучение (эффект Мёссбауэра)</p> <p>Методы наблюдения и регистрации радиоактивных излучений и частиц.</p> <p>Ядерные реакции и их основные типы.</p> <p>Открытие нейтрона. Ядерные реакции под действием нейтронов.</p> <p>Реакция деления ядра. Цепная реакция деления</p> <p>Понятие о ядерной энергетике. Реакция синтеза атомных ядер. Проблема управления термоядерных реакций.</p> <p>Космическое излучение. Мюоны и их свойства. Мезоны и их свойства.</p> <p>Типы взаимодействий элементарных частиц. Частицы и античастицы.</p> <p>Гипероны. Странность и чуждость элементарных частиц. Классификация элементарных частиц. Кварки.</p>

### Процедура оценивания экзамена

Зачет проходит в форме тестирования использованием электронной среды lms-test. В соответствии с расписанием (графиком промежуточной аттестации) открывается доступ к прохождению тестирования для всех студентов группы. Студенту предоставляется первая попытка длительностью в 45 минут на решение тестового задания, состоящего из 30 вопросов. После ответов на тестовые задания, студент завершает первую попытку. Не менее чем через 10 после завершения первой попытки, студенту предоставляется вторая попытка длительностью в 45 минут на решение тестового задания, состоящего из 30 вопросов. После ответов на тестовые задания, студент завершает вторую попытку. При оценке решения тестирования учитывается наилучший результат.

Оценка выставляется:

«зачтено», если наилучшая попытка решения тестирования характеризуется результатом не ниже 50%;

«не зачтено», если результат наилучшей попытки решения тестирования характеризуется результатов менее 50%.

### Шкала оценивания экзамена

% выполнения задания	Балл по 5-бальной системе
86 – 100	5
71 – 85	4
50 – 70	3
менее 50	2

### 4 Комплект заданий для контрольной работы

Контрольная работа №1 (2 семестр)

№ варианта	задачи							
	1	1	11	21	31	41	51	61
2	2	12	22	32	42	52	62	72
3	3	13	23	33	43	53	63	73
4	4	14	24	34	44	54	64	74
5	5	15	25	35	45	55	65	75
6	6	16	26	36	46	56	66	76
7	7	17	27	37	47	57	67	77
8	8	18	28	38	48	58	68	78
9	9	19	29	39	49	59	69	79
10	10	20	30	40	50	60	70	80

*Раздел 1. Физические основы механики.*

1. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 4$  м/с. Когда оно достигло

- верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью  $v_0$  вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии  $h$  от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.
- Материальная точка движется прямолинейно с ускорением  $a = 5 \text{ м/с}^2$ . Определить, на сколько путь, пройденный точкой в  $n$ -ю секунду, будет больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Принять  $v_0 = 0$ .
  - Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми  $\alpha = 60^\circ$ . Скорость автомашин  $v_1 = 54 \text{ км/ч}$  и  $v_2 = 72 \text{ км/ч}$ . С какой скоростью  $v$  удаляются машины одна от другой?
  - Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью  $v_0 = 10 \text{ м/с}$  и постоянным ускорением  $a = -5 \text{ м/с}^2$ . Определить, во сколько раз путь  $\Delta s$ , пройденный материальной точкой, будет превышать модуль ее перемещения  $\Delta r$  спустя  $t = 4 \text{ с}$  после начала отсчета времени.
  - Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью  $v_1 = 18 \text{ км/ч}$ . Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью  $v_2 = 22 \text{ км/ч}$ , после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью  $v_3 = 5 \text{ км/ч}$ . Определить среднюю скорость  $\langle v \rangle$  велосипедиста.
  - Тело брошено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 30 \text{ м/с}$ . Каковы будут нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_t$ , ускорения тела через время  $t = 1 \text{ с}$  после начала движения?
  - Материальная точка движется по окружности с постоянной угловой скоростью  $\omega = \pi/6 \text{ рад/с}$ . Во сколько раз путь  $\Delta s$ , пройденный точкой за время  $t = 4 \text{ с}$ , будет больше модуля ее перемещения  $\Delta r$ ? Принять, что в момент начала отсчета времени радиус-вектор  $r$ , задающий положение точки на окружности, относительно исходного положения был повернут на угол  $\varphi_0 = \pi/3 \text{ рад}$ .
  - Материальная точка движется в плоскости  $xy$  согласно уравнениям  $x = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $y = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $B_1 = 7 \text{ м/с}$ ,  $C_1 = -2 \text{ м/с}^2$ ,  $B_2 = -1 \text{ м/с}$ ,  $C_2 = 0,2 \text{ м/с}^2$ . Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 5 \text{ с}$ .
  - По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью  $\omega = 1 \text{ рад/с}$  платформы идет человек и обходит платформу за время  $t = 9,9 \text{ с}$ . Каково наибольшее ускорение  $a$  движения человека относительно Земли? Принять радиус платформы  $R = 2 \text{ м}$ .
  - Точка движется по окружности радиусом  $R = 30 \text{ см}$  с постоянным угловым ускорением  $\epsilon$ . Определить тангенциальное ускорение  $a_t$  точки, если известно, что за время  $t = 4 \text{ с}$  она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение  $a_n = 2,7 \text{ м/с}^2$ .
  - При горизонтальном полете со скоростью  $v = 250 \text{ м/с}$  снаряд массой  $m = 8 \text{ кг}$  разорвался на две части. Большая часть массой  $m_1 = 6 \text{ кг}$  получила скорость  $u_1 = 400 \text{ м/с}$  в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости  $u_2$  меньшей части снаряда.
  - С тележки, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью  $v_1 = 3 \text{ м/с}$ , в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной  $u_1 = 4 \text{ м/с}$ . Определить горизонтальную составляющую скорости  $u_{2x}$  человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки  $m_1 = 210 \text{ кг}$ , масса человека  $m_2 = 70 \text{ кг}$ .
  - Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $u_1 = 480 \text{ м/с}$ . Масса платформы с орудием и снарядами  $m_2 = 18 \text{ т}$ , масса снаряда  $m_1 = 60 \text{ кг}$ .
  - Человек массой  $m_1 = 70 \text{ кг}$ , бегущий со скоростью  $v_1 = 9 \text{ км/ч}$ , догоняет тележку массой  $m_2 = 190 \text{ кг}$ , движущуюся со скоростью  $v_2 = 3,6 \text{ км/ч}$ , и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком? С какой скоростью будет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал навстречу тележке?

15. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой  $m_1 = 2,5$  кг под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v = 10$  м/с. Какова будет начальная скорость  $v_0$  движения конькобежца, если масса его  $m_2 = 60$  кг? Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.
16. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его  $m_1 = 60$  кг, масса доски  $m_2 = 20$  кг. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски)  $v = 1$  м/с? Массой колес и трением пренебречь.
17. Снаряд, летевший со скоростью  $v = 400$  м/с, в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в противоположном направлении со скоростью  $u_1 = 150$  м/с. Определить скорость  $u_2$  большего осколка.
18. Две одинаковые лодки массами  $m = 200$  кг каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v = 1$  м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами  $m_1 = 200$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  лодок после перебрасывания грузов.
19. На сколько переместится относительно берега лодка длиной  $L = 3,5$  м и массой  $m_1 = 200$  кг, если стоящий на корме человек массой  $m_2 = 80$  кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.
20. Лодка длиной  $L = 3$  м и массой  $m = 120$  кг стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами  $m_1 = 60$  кг и  $m_2 = 90$  кг. На сколько сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки поменяются местами?
21. В деревянный шар массой  $m_1 = 8$  кг, подвешенный на нити длиной  $L = 1,8$  м, попадает горизонтально летящая пуля массой  $m_2 = 4$  г. С какой скоростью летела пуля, если нить с шаром и застрявшей в нем пулей отклонилась от вертикали на угол  $\alpha = 3^\circ$ ? Размером шара пренебречь. Удар пули считать прямым, центральным.
22. По небольшому куску мягкого железа, лежащему на наковальне массой  $m_1 = 300$  кг, ударяет молот массой  $m_2 = 8$  кг. Определить КПД  $\eta$  удара, если удар неупругий. Полезной считать энергию, затраченную на деформацию куска железа.
23. Шар массой  $m_1 = 1$  кг движется со скоростью  $v_1 = 4$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 2$  кг, движущимся навстречу ему со скоростью  $v_2 = 3$  м/с. Каковы скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара? Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
24. Шар массой  $m_1 = 3$  кг движется со скоростью  $v_1 = 2$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 5$  кг. Какая работа будет совершена при деформации шаров? Удар считать абсолютно неупругим, прямым, центральным.
25. Определить КПД  $\eta$  неупругого удара бойка массой  $m_1 = 0,5$  т, падающего на сваю массой  $m_2 = 120$  кг. Полезной считать энергию, затраченную на вбивание сваи.
26. Шар массой  $m_1 = 4$  кг движется со скоростью  $v_1 = 5$  м/с и сталкивается с шаром массой  $m_2 = 6$  кг, который движется ему навстречу со скоростью  $v_2 = 2$  м/с. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
27. Из ствола автоматического пистолета вылетела пуля массой  $m_1 = 10$  г со скоростью  $v = 300$  м/с. Затвор пистолета массой  $m_2 = 200$  г прижимается к стволу пружиной, жесткость которой  $k = 25$  кН/м. На какое расстояние отойдет затвор после выстрела? Считать, что пистолет жестко закреплен.
28. Шар массой  $m_1 = 5$  кг движется со скоростью  $v_2 = 1$  м/с и сталкивается с покоящимся шаром массой  $m_2 = 2$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  шаров после удара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
29. Из орудия, не имеющего противооткатного устройства, производилась стрельба в горизонтальном направлении. Когда орудие было неподвижно закреплено, снаряд вылетел со скоростью  $v_1 = 600$  м/с, а когда орудие дали возможность свободно откатываться

- назад, снаряд вылетел со скоростью  $v_2 = 580$  м/с. С какой скоростью откатилось при этом орудие?
30. Шар массой  $m_1 = 2$  кг сталкивается с покоящимся шаром большей массы и при этом теряет 40% кинетической энергии. Определить массу  $m_2$  большего шара. Удар считать абсолютно упругим, прямым, центральным.
  31. Определить, работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостью  $k_1 = 400$  Н/м и  $k_2 = 250$  Н/м, если первая пружина при этом растянулась на  $\Delta l = 2$  см.
  32. Из шахты глубиной  $h = 600$  м поднимают клеть массой  $m_1 = 3,0$  т на канате, каждый метр которого имеет массу  $m = 1,5$  кг. Какая работа  $A$  совершается при поднятии клетки на поверхность Земли? Каков коэффициент полезного действия  $\eta$  подъемного устройства?
  33. Пружина жесткостью  $k = 500$  Н/м сжата силой  $F = 100$  Н. Определить работу  $A$  внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на  $\Delta l = 2$  см.
  34. Две пружины жесткостью  $k_1 = 0,5$  кН/м и  $k_2 = 1$  кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию  $\Pi$  данной системы при абсолютной деформации  $\Delta l = 4$  см.
  35. Какую нужно совершить работу  $A$ , чтобы пружину жесткостью  $k = 800$  Н/м, сжатую на  $x = 6$  см, дополнительно сжать на  $\Delta x = 8$  см?
  36. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сожмется на  $\Delta l = 3$  мм. На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты  $h = 8$  см?
  37. Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью  $k = 150$  Н/м был произведен выстрел пулей массой  $m = 8$  г. Определить скорость  $v$  пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на  $\Delta x = 4$  см.
  38. Налетев на пружинный буфер, вагон массой  $m = 16$  т, двигавшийся со скоростью  $v = 0,6$  м/с, остановился, сжав пружину на  $\Delta l = 8$  см. Найти общую жесткость  $k$  пружин буфера.
  39. Цепь длиной  $l = 2$  м лежит на столе, одним концом свисая со стола. Если длина свешивающейся части превышает  $1/3$   $l$ , то цепь соскальзывает со стола. Определить скорость  $v$  цепи в момент ее отрыва от стола.
  40. Какая работа  $A$  должна быть совершена при поднятии с земли материалов для постройки цилиндрической дымоходной трубы высотой  $h = 40$  м, наружным диаметром  $D = 3,0$  м и внутренним диаметром  $d = 2,0$  м? Плотность материала  $\rho$  принять равной  $2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
  41. Шарик массой  $m = 60$  г, привязанный к концу нити длиной  $l = 1,2$  м, вращается с частотой  $n_1 = 2$  с<sup>-1</sup>, опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси до расстояния  $l_2 = 0,6$  м. С какой частотой  $n_2$  будет при этом вращаться шарик? Какую работу  $A$  совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.
  42. По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром  $D = 75$  см и массой  $m = 40$  кг приложена сила  $F = 1$  кН. Определить угловое ускорение  $\epsilon$  и частоту вращения  $n$  маховика через время  $t = 10$  с после начала действия силы, если радиус  $r$  шкива равен 12 см. Силой трения пренебречь.
  43. На обод маховика диаметром  $D = 60$  см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 2$  кг. Определить момент инерции  $J$  маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время  $t = 3$  с приобрел угловую скорость  $\omega = 9$  рад/с.
  44. Нить с привязанными к ее концам грузами массами  $m_1 = 50$  г и  $m_2 = 60$  г перекинута через блок диаметром  $D = 4$  см. Определить момент инерции  $J$  блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение  $\epsilon = 1,5$  рад/с<sup>2</sup>. Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.
  45. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению  $\varphi = At + Bt^3$  где  $A = 2$  рад/с,  $B = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>. Определить вращающий момент  $M$ , действующий на стержень через время  $t = 2$  с после начала вращения, если момент инерции стержня  $J = 0,048$  кг·м<sup>2</sup>.

46. По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью  $v = 8$  м/с. Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь  $s = 18$  м.
47. Определить момент силы  $M$ , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой  $n = 12$  с<sup>-1</sup>, чтобы он остановился в течение времени  $\Delta t = 8$  с. Диаметр блока  $D = 30$  см. Массу блока  $m = 6$  кг считать равномерно распределенной по ободу.
48. Блок, имеющий форму диска массой  $m = 0,4$  кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами  $m_1 = 0,3$  кг и  $m_2 = 0,7$  кг. Определить силы натяжения  $T_1$  и  $T_2$  нити по обе стороны блока.
49. К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой - вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент  $\mu$  трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением  $a = 5,6$  м/с<sup>2</sup>. Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.
50. К концам легкой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок, подвешены грузы массами  $m_1 = 0,2$  кг и  $m_2 = 0,3$  кг. Во сколько раз отличаются силы, действующие на нить по обе стороны от блока, если масса блока  $m = 0,4$  кг, а его ось движется вертикально вверх с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>? Силами трения и проскальзывания нити по блоку пренебречь.
51. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой  $m = 5$  кг каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи  $l = 70$  см. Скамья вращается с частотой  $n_1 = 1$  с<sup>-1</sup>. Как изменится частота вращения скамьи и какую работу  $A$  произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до  $l_2 = 20$  см? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси  $J = 2,5$  кг·м<sup>2</sup>.
52. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 4$  рад/с. С какой угловой скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $J = 5$  кг·м<sup>2</sup>. Длина стержня  $l = 1,8$  м, масса  $m = 6$  кг. Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.
53. Платформа в виде диска диаметром  $D = 3$  м и массой  $m = 180$  кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью  $\omega_1$  будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой  $m_2 = 70$  кг со скоростью  $v = 1,8$  м/с относительно платформы?
54. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол  $\phi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы  $m_1 = 280$  кг, масса человека  $m_2 = 80$  кг.
55. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руке за ось велосипедное колесо, вращающееся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_1 = 25$  рад/с. Ось колеса расположена вертикально и совпадает с осью скамьи Жуковского. С какой скоростью  $\omega_2$  станет вращаться скамья, если повернуть колесо вокруг горизонтальной оси на угол  $\alpha = 90^\circ$ ? Момент инерции человека и скамьи  $J$  равен  $2,5$  кг·м<sup>2</sup>, момент инерции колеса  $J_0 = 0,5$  кг·м<sup>2</sup>.
56. Однородный стержень длиной  $l = 1,0$  м может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой  $m = 7$  г, летящая перпендикулярно стержню и его оси. Определить массу  $M$  стержня, если в результате попадания пули он отклонился на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Принять скорость пули  $v = 360$  м/с.
57. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой  $n_1 = 8$  мин<sup>-1</sup>, стоит человек массой  $m_1 = 70$  кг. Когда человек перешел в центр



- платформы, она стала вращаться с частотой  $n_2 = 10 \text{ мин}^{-1}$ . Определить массу  $m_2$  платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
58. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром  $D = 0,8 \text{ м}$  и массой  $m_1 = 6 \text{ кг}$  стоит человек массой  $m_2 = 60 \text{ кг}$ . С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой  $m = 0,5 \text{ кг}$ ? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии  $r = 0,4 \text{ м}$  от оси скамьи. Скорость мяча  $v = 5 \text{ м/с}$ .
  59. Горизонтальная платформа массой  $m_1 = 150 \text{ кг}$  вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n = 8 \text{ мин}^{-1}$ . Человек массой  $m_2 = 70 \text{ кг}$  стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека - материальной точкой.
  60. Однородный стержень длиной  $l = 1,0 \text{ м}$  и массой  $M = 0,7 \text{ кг}$  подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на  $2/3 l$ , абсолютно упруго ударяет пуля массой  $m = 5 \text{ кг}$ , летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол  $\alpha = 60^\circ$ . Определить скорость пули.
  61. Определить напряженность  $G$  гравитационного поля на высоте  $h = 1000 \text{ км}$  над поверхностью Земли. Считать известными ускорение  $g$  свободного падения у поверхности Земли и ее радиус  $R$ .
  62. Какая работа  $A$  будет совершена силами гравитационного поля при падении на Землю тела массой  $m = 2 \text{ кг}$ : 1) с высоты  $h = 1000 \text{ км}$ ; 2) из бесконечности?
  63. Из бесконечности на поверхность Земли падает метеорит массой  $m = 30 \text{ кг}$ . Определить работу  $A$ , которая при этом будет совершена силами гравитационного поля Земли. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.
  64. С поверхности Земли вертикально вверх пущена ракета со скоростью  $v = 5 \text{ км/с}$ . На какую высоту она поднимется?
  65. По круговой орбите вокруг Земли обращается спутник с периодом  $T = 90 \text{ мин}$ . Определить высоту спутника. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.
  66. На каком расстоянии от центра Земли находится точка, в которой напряженность суммарного гравитационного поля Земли и Луны равна нулю? Принять, что масса Земли в 81 раз больше массы Луны и что расстояние от центра Земли до центра Луны равно 60 радиусам Земли.
  67. Спутник обращается вокруг Земли по круговой орбите на высоте  $h = 520 \text{ км}$ . Определить период обращения спутника. Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.
  68. Определить линейную и угловую скорости спутника Земли, обращающегося по круговой орбите на высоте  $h = 1000 \text{ км}$ . Ускорение свободного падения  $g$  у поверхности Земли и ее радиус  $R$  считать известными.
  69. Какова масса Земли, если известно, что луна в течение года совершает 13 обращений вокруг Земли и расстояние от Земли до Луны равно  $3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$ ?
  70. Во сколько раз средняя плотность земного вещества отличается от средней плотности лунного? Принять, что радиус  $R_3$  Земли в 390 раз больше радиуса  $R_л$  Луны и вес тела на Луне в 6 раз меньше веса тела на Земле.
  71. На стержне длиной  $l = 30 \text{ см}$  укреплены два одинаковых грузика: один - в середине стержня, другой - на одном из его концов. Стержень с грузами колеблется около горизонтальной оси, проходящей через свободный конец стержня. Определить приведенную длину  $L$  и период  $T$  простых гармонических колебаний данного физического маятника. Массой стержня пренебречь.
  72. Точка участвует одновременно в двух взаимно перпендикулярных колебаниях, уравнения которых  $x = A_1 \sin \omega_1 t$  и  $y = A_2 \sin \omega_2 t$ , где  $A_1 = 8 \text{ см}$ ,  $A_2 = 4 \text{ см}$ ,  $\omega_1 = \omega_2 = 2 \text{ с}^{-1}$ . Написать уравнение траектории и построить ее. Показать направление движения точки.

73. Точка совершает простые гармонические колебания, уравнение которых  $x = A \sin \omega t$ , где  $A=5$  см,  $\omega=2$  с<sup>-1</sup>. В момент времени, когда точка обладала потенциальной энергией  $\Pi=0,1$  мДж, на нее действовала возвращающая сила  $F=5$  мН. Найти этот момент времени  $t$ .
74. Определить частоту  $\nu$  простых гармонических колебаний диска радиусом  $R=20$  см около горизонтальной оси, проходящей через середину радиуса диска перпендикулярно его плоскости.
75. Определить период  $T$  простых гармонических колебаний диска радиусом  $R = 40$  см около горизонтальной оси, проходящей через образующую диска.
76. Определить период  $T$  колебаний математического маятника, если его модуль максимального перемещения  $\Delta r= 18$  см и максимальная скорость  $v_{\max}= 16$  см/с.
77. Материальная точка совершает простые гармонические колебания так, что в начальный момент времени смещение  $x_0=4$  см, а скорость  $v_0= 10$  см/с. Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  колебаний, если их период  $T=2$  с.
78. Складываются два колебания одинакового направления и одинакового периода:  $x_1 = A_1 \sin \omega_1 t$ ,  $x_2 = A_2 \sin \omega_2 t$ , где  $A_1 = A_2 = 3$  см,  $\omega_1 = \omega_2 = \pi$  с<sup>-1</sup>,  $\tau=0,5$  с. Определить амплитуду  $A$  и начальную фазу  $\varphi_0$  результирующего колебания. Написать его уравнение. Построить векторную диаграмму для момента времени  $t=0$ .
79. На гладком горизонтальном столе лежит шар массой  $M=200$  г, прикрепленный к горизонтально расположенной легкой пружине с жесткостью  $k = 500$  Н/м. В шар попадает пуля массой  $m= 10$  г, летящая со скоростью  $v=300$  м/с, и застревает в нем. Пренебрегая перемещением шара во время удара и сопротивлением воздуха, определить амплитуду  $A$  и период  $T$  колебаний шара.
80. Шарик массой  $m=60$  г колеблется с периодом  $T=2$  с. В начальный момент времени смещение шарика  $x_0=4,0$  см и он обладает энергией  $E=0,02$  Дж. Записать уравнение простого гармонического колебания шарика и закон изменения возвращающей силы с течением времени.

Контрольная работа №2 (3 семестр)

№ варианта	задачи							
	1	11	21	31	41	51	61	71
1	1	11	21	31	41	51	61	71
2	2	12	22	32	42	52	62	72
3	3	13	23	33	43	53	63	73
4	4	14	24	34	44	54	64	74
5	5	15	25	35	45	55	65	75
6	6	16	26	36	46	56	66	76
7	7	17	27	37	47	57	67	77
8	8	18	28	38	48	58	68	78
9	9	19	29	39	49	59	69	79
10	10	20	30	40	50	60	70	80

*Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика.*

1. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул кислорода массой  $m = 0,5$  кг.
2. Сколько атомов содержится в ртути: 1) количеством вещества  $\nu = 0,2$  моль; 2) массой  $m = 1$  г?
3. Вода при температуре  $t = 4$  С занимает объем  $V = 1$  см<sup>3</sup>. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул воды.
4. Найти молярную массу  $M$  и массу  $m_m$  одной молекулы поваренной соли.
5. Определить массу  $m_m$  одной молекулы углекислого газа.

6. Определить концентрацию  $n$  молекул кислорода, находящегося в сосуде вместимостью  $V = 2$  л. Количество вещества  $\nu$  кислорода равно  $0,2$  моль.
7. Определить количество вещества  $\nu$  водорода, заполняющего сосуд объемом  $V = 3$  л, если концентрация молекул газа в сосуде  $n = 2 \cdot 10^{18} \text{ м}^{-3}$ .
8. В баллоне вместимостью  $V = 3$  л содержится кислород массой  $m = 10$  г. Определить концентрацию  $n$  молекул газа.
9. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$ : 1) воды; 2) углекислого газа; 3) поваренной соли.
10. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул азота массой  $m = 0,2$  кг.
11. В цилиндр длиной  $l = 1,6$  м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении  $p_0$ , начали медленно вдвигать поршень площадью основания  $S = 200 \text{ см}^2$ . Определить силу  $F$ , действующую на поршень, если его остановить на расстоянии  $l_1 = 10$  см от дна цилиндра.
12. В баллоне находится газ при температуре  $T_1 = 400$  К. До какой температуры  $T_2$  надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в  $1,5$  раза?
13. Баллон вместимостью  $V = 20$  л заполнен азотом при температуре  $T = 400$  К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 200$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.
14. В баллоне вместимостью  $V = 15$  л находится аргон под давлением  $p_1 = 600$  кПа и при температуре  $T_1 = 300$  К. Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до  $p_2 = 400$  кПа, а температура установилась  $T_2 = 260$  К. Определить массу  $m$  аргона, взятого из баллона.
15. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление  $p_1 = 2$  МПа и температура  $T_1 = 800$  К, в другом  $p_2 = 2,5$  МПа,  $T_2 = 200$  К. Сосуды соединили трубкой и охладили находящийся в них кислород до температуры  $T_2 = 200$  К. Определить установившееся в сосудах давление  $p$ .
16. Вычислить плотность  $\rho$  азота, находящегося в баллоне под давлением  $P = 2$  МПа и имеющего температуру  $T = 400$  К.
17. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  газа, если при температуре  $T = 154$  К и давлении  $P = 2,8$  МПа он имеет плотность  $\rho = 6,1 \text{ кг/м}^3$ .
18. Найти плотность  $\rho$  азота при температуре  $T = 400$  К и давлении  $P = 2$  МПа.
19. В сосуде вместимостью  $V = 40$  л находится кислород при температуре  $T = 300$  К. Когда часть газа расходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 100$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.
20. Определить молярную массу  $M$  двухатомного газа и его удельные теплоемкости, если известно, что разность  $c_p - c_v$  удельных теплоемкостей этого газа равна  $260 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$ .
21. Найти удельные  $c_p$  и  $c_v$ , а также молярные  $C_p$  и  $C_v$  теплоемкости углекислого газа.
22. Определить показатель адиабаты  $\gamma$  идеального газа, который при температуре  $T = 350$  К и давлении  $p = 0,4$  МПа занимает объем  $V = 300$  л и имеет теплоемкость  $C_v = 857 \text{ Дж/К}$ .
23. В сосуде вместимостью  $V = 6$  л находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость  $C_v$  этого газа при постоянном объеме.
24. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  и молярную массу  $M$  газа, если разность его удельных теплоемкостей  $c_p - c_v = 2,08 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ .
25. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости  $c_v = 10,4 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$  и  $c_p = 14,6 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{К)}$ .
26. Найти удельные  $c_v$  и  $c_p$  и молярные  $C_v$  и  $C_p$  теплоемкости азота и гелия.
27. Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса  $M = 4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$  и отношение теплоемкостей  $C_p/C_v = 1,67$ .
28. Трехатомный газ под давлением  $P = 240$  кПа и температуре  $t = 200$  С занимает объем  $V = 10$  л. Определить теплоемкость  $C_p$  этого газа при постоянном давлении.
29. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем  $V = 5$  л. Вычислить теплоемкость  $C_v$  этого газа при постоянном объеме.

30. Определить работу  $A$ , которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты  $Q=21\text{кДж}$ , Найти также изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа.
31. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника  $T_2 = 290\text{ К}$  и теплоотдатчика  $T_1 = 400\text{ К}$ . Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до  $T = 600\text{ К}$ ?
32. Идеальный газ совершает цикл Карно. Температура  $T_1$  теплоотдатчика в четыре раза ( $n = 4$ ) больше температуры теплоприемника. Какую долю  $\omega$  количества теплоты, полученного за один цикл от теплоотдатчика, газ отдаст теплоприемнику?
33. Определить работу  $A_2$  изотермического сжатия газа, совершающего цикл Карно, КПД которого  $\eta=0,4$ , если работа изотермического расширения равна  $A_1 = 8\text{ Дж}$ .
34. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику теплоту  $Q_2= 14\text{ кДж}$ . Определить температуру  $T_1$  теплоотдатчика, если при температуре теплоприемника  $T_2=280\text{ К}$  работа цикла  $A=6\text{ кДж}$ .
35. Газ, являясь рабочим веществом в цикле Карно, получил от теплоотдатчика теплоту  $Q_1 = 4,38\text{ кДж}$  и совершил работу  $A = 2,4\text{ кДж}$ . Определить температуру теплоотдатчика, если температура теплоприемника  $T_2 = 273\text{ К}$ .
36. Газ, совершающий цикл Карно, отдал теплоприемнику 67% теплоты, полученной от теплоотдатчика. Определить температуру  $T_2$  теплоприемника, если температура теплоотдатчика  $T_1 = 430\text{ К}$ .
37. Во сколько раз увеличится коэффициент полезного  $\eta$  действия цикла Карно при повышении температуры теплоотдатчика от  $T_1 = 380\text{ К}$  до  $T_2 = 560\text{ К}$ ? Температура теплоприемника  $T_2 = 280\text{ К}$ .
38. Идеальная тепловая машина работает по циклу Карно. Температура теплоотдатчика  $T_1 = 500\text{ К}$ , температура теплоприемника  $T_2 = 250\text{ К}$ . Определить термически КПД  $\eta$  цикла, а также работу  $A_1$  рабочего вещества при изотермическом расширении, если при изотермическом сжатии совершена работа  $A_2 = 70\text{ Дж}$ .
39. Газ, совершающий цикл Карно, получает теплоту  $Q_1 = 84\text{ кДж}$ . Определить работу  $A$  газа, если температура  $T_1$  теплоотдатчика в три раза выше температуры  $T_2$  теплоприемника.
40. В цикле Карно газ получил от теплоотдатчика теплоту  $Q_1 = 500\text{ Дж}$  и совершил работу  $A = 100\text{ Дж}$ . Температура теплоотдатчика  $T_1 = 400\text{ К}$ . Определить температуру  $T_2$  теплоприемника.

### *Раздел 3. Электричество и магнетизм*

41. Точечные заряды  $Q_1=20\text{ мкКл}$  и  $Q_2=-10\text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $d=5\text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность поля в точке, удаленной на  $r_1=3\text{ см}$  от первого и  $r_2=4\text{ см}$  от второго заряда. Определить также силу  $F$ , действующую в этой точке на точечный заряд  $Q=1\text{ мкКл}$ .
42. Три одинаковых точечных заряда  $Q_1=Q_2=Q_3=2\text{ нКл}$  находятся в вершинах равностороннего треугольника со сторонами  $a=10\text{ см}$ . Определить модуль и направление силы  $F$ , действующей на один из зарядов со стороны двух других.
43. Два одинаково заряженных шарика подвешены в одной точке на нитях одинаковой длины. При этом нити разошлись на угол  $\alpha$ . Шарики погружают в масло. Какова плотность  $\rho$  масла, если угол расхождения нитей при погружении в масло остается неизменным? Плотность материала шариков  $\rho_0=1,5\cdot 10^3\text{ кг/м}^3$ , диэлектрическая проницаемость масла  $\epsilon=2,2$ .
44. Четыре одинаковых заряда  $Q_1=Q_2=Q_3=Q_4=40\text{ нКл}$  закреплены в вершинах квадрата со стороной  $a=10\text{ см}$ . Найти силу  $F$ , действующую на один из этих зарядов со стороны трех остальных.
45. Точечные заряды  $Q_1=30\text{ мкКл}$  и  $Q_2=-20\text{ мкКл}$  находятся на расстоянии  $d=20\text{ см}$  друг от друга. Определить напряженность электрического поля  $E$  в точке, удаленной от первого заряда на расстояние  $r_1=30\text{ см}$ , а от второго – на  $r_2=15\text{ см}$ .

46. В вершинах правильного треугольника со стороной  $a=10$  см находятся заряды  $Q_1=10$  мкКл,  $Q_2=20$  мкКл и  $Q_3=30$  мкКл. Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $Q_1$  со стороны двух других зарядов.
47. В вершинах квадрата находятся одинаковые заряды  $Q_1=Q_2=Q_3=Q_4=8 \cdot 10^{-10}$  Кл. Какой отрицательный заряд  $Q$  нужно поместить в центре квадрата, чтобы сила взаимного отталкивания положительных зарядов была уравновешена силой притяжения отрицательного заряда?
48. На расстоянии  $d=20$  см находятся два точечных заряда:  $Q_1=-50$  нКл и  $Q_2=100$  нКл. Определить силу  $F$ , действующую на заряд  $Q_3=-10$  нКл, удаленный от обоих зарядов на одинаковое расстояние, равное  $d$ .
49. Расстояние  $L$  между двумя точечными зарядами  $Q_1=2$  нКл и  $Q_2=4$  нКл равно 60 см. Определить точку, в которую нужно поместить третий заряд  $Q_3$  так, чтобы система зарядов находилась в равновесии. Определить заряд  $Q_3$  и его знак. Устойчивое или неустойчивое будет равновесие?
50. Тонкий стержень длиной  $l=20$  см несет равномерно распределенный заряд  $\tau=0,1$  мкКл. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , лежащей на оси стержня на расстоянии  $a=20$  см от его конца.
51. По тонкому кольцу радиусом  $R=20$  см равномерно распределен с линейной плотностью  $\tau=0,2$  мкКл/м заряд. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , находящейся на оси кольца на расстоянии  $h=2R$  от его центра.
52. По тонкому полукольцу равномерно распределен заряд  $Q=20$  мкКл с линейной плотностью  $\tau=0,1$  мкКл/м. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.
53. Четверть тонкого кольца радиусом  $R=10$  см несет равномерно распределенный заряд  $Q=0,05$  мкКл. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $O$ , совпадающей с центром кольца.
54. По тонкому кольцу равномерно распределен заряд  $Q=10$  нКл с линейной плотностью  $\tau=0,01$  мкКл/м. Определить напряженность  $E$  электрического поля, создаваемого распределенным зарядом в точке  $A$ , лежащей на оси кольца и удаленной от его центра на расстояние, равное радиусу кольца.
55. Тонкий стержень согнут в кольцо радиусом  $R=10$  см. Он равномерно заряжен с линейной плотностью  $\tau=800$  нКл/м. Определить потенциал  $\phi$  в точке, расположенной на оси кольца на расстоянии  $h=10$  см от его центра.
56. Поле образовано точечным диполем с электрическим моментом  $p=200$  пКл·м. Определить разность потенциалов  $U$  двух точек поля, расположенных симметрично относительно диполя на его оси на расстоянии  $R=40$  см от центра диполя.
57. Электрическое поле образовано бесконечно длинной нитью, линейная плотность заряда которой  $\tau=20$  пКл/м. Определить разность потенциалов  $U$  двух точек поля, отстоящих от нити на расстоянии  $r_1=8$  см и  $r_2=12$  см.
58. Тонкая квадратная рамка равномерно заряжена с линейной плотностью заряда  $\tau=200$  пКл/м. Определить потенциал  $\phi$  поля в точке пересечения диагоналей.
59. Пылинка массой  $m=200$  мкг, несущая на себе заряд  $Q=40$  нКл, влетела в электрическое поле в направлении силовых линий. После прохождения разности потенциалов  $U=200$  В пылинка имела скорость  $v=10$  м/с. Определить скорость  $v_0$  пылинки до того, как она влетела в поле.
60. Электрон, обладавший кинетической энергией  $T=10$  эВ, влетел в однородное электрическое поле в направлении силовых линий поля. Какой скоростью будет обладать электрон, пройдя в этом поле разность потенциалов  $U=8$  В?
61. Найти отношение скоростей ионов  $\text{Cu}^{++}$  и  $\text{K}^+$ , прошедших одинаковую разность потенциалов.

62. Электрон с энергией  $T=400$  эВ (в бесконечности) движется вдоль силовой линии по направлению к поверхности металлической заряженной сферы радиусом  $R=10$  см. Определить минимальное расстояние  $a$ , на которое приблизится электрон к поверхности сферы, если заряд ее  $Q=-10$  нКл.
63. Электрон, пройдя в плоском конденсаторе путь от одной пластины до другой, приобрел скорость  $v=10^5$  м/с. Расстояние между пластинами  $d=8$  мм. Найти:  
 1) разность потенциалов  $U$  между пластинами;  
 2) поверхностную плотность заряда  $\sigma$  на пластинах.
64. Пылинка массой  $m=5$  нг, несущая на себе  $N=10$  электронов, прошла в вакууме ускоряющую разность потенциалов  $U=1$  МВ. Какова кинетическая энергия  $T$  пылинки? Какую скорость  $v$  приобрела пылинка?
65. В однородное электрическое поле напряженностью  $E=200$  В/м влетает (вдоль силовой линии) электрон со скоростью  $v_0=2$  Мм/с. Определить расстояние  $l$ , которое пройдет электрон до точки, в которой его скорость будет равна половине начальной.
66. Два конденсатора емкостью  $C_1=5$  мкФ и  $C_2=8$  мкФ соединены последовательно и присоединены к батарее с ЭДС  $\varepsilon=80$  В. Определить заряд  $Q_1$  и  $Q_2$  конденсаторов и разности потенциалов  $U_1$  и  $U_2$  между их обкладками.
67. Плоский конденсатор состоит из двух круглых пластин радиусом  $R=10$  см каждая. Расстояние между пластинами  $d=2$  мм. Конденсатор присоединен к источнику напряжения  $U=80$  В. Определить заряд  $Q$  и напряженность  $E$  поля конденсатора в двух случаях:  
 а) диэлектрик - воздух;  
 б) диэлектрик - стекло.
68. Два металлических шарика радиусами  $R_1=5$  см и  $R_2=10$  см имеют заряды  $Q_1=40$  нКл и  $Q_2=-20$  нКл соответственно. Найти энергию  $W$ , которая выделится при разряде, если шары соединить проводником.
69. Пространство между пластинами плоского конденсатора заполнено двумя слоями диэлектриков: стекла толщиной  $d_1=0,2$  см и слоем парафина толщиной  $d_2=0,3$  см. Разность потенциалов между обкладками  $U=300$  В. Определить напряженность поля и падение потенциала в каждом из слоев.
70. Плоский конденсатор с площадью пластин  $S=200$  см<sup>2</sup> каждая заряжен до разности потенциалов  $U=2$  кВ. Расстояние между пластинами  $d=2$  см. Диэлектрик – стекло. Определить энергию  $W$  поля конденсатора и плотность энергии  $w$  поля.
71. Катушка и амперметр соединены последовательно и присоединены к источнику тока. К клеммам катушки присоединен вольтметр с сопротивлением  $r=4$  кОм. Амперметр показывает  $I=0,3$  А, вольтметр  $U=120$  В. Определить сопротивление  $R$  катушки. Определить относительную погрешность  $\varepsilon$ , которая будет допущена при измерении сопротивления, если пренебречь силой тока, текущего через вольтметр.
72. ЭДС батареи  $\varepsilon=80$  В, внутреннее сопротивление  $R_i=5$  Ом. Внешняя цепь потребляет мощность  $P=100$  Вт. Определить силу тока  $I$  в цепи, напряжение  $U$ , под которым находится внешняя цепь, и ее сопротивление  $R$ .
73. От батареи, ЭДС которой  $\varepsilon=600$  В, требуется передать энергию на расстояние  $l=1$  км. Потребляемая мощность  $P=5$  кВт. Найти минимальные потери мощности в сети, если диаметр медных подводящих проводов  $d=0,5$  см.
74. При внешнем сопротивлении  $R_1=8$  Ом сила тока в цепи  $I_1=0,8$  А, при сопротивлении  $R_2=15$  Ом сила тока  $I_2=0,5$  А. Определить силу тока  $I_{к.з}$  короткого замыкания источника ЭДС.
75. ЭДС батареи  $\varepsilon=24$  В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея,  $I_{\max}=10$  А. Определить максимальную мощность  $P_{\max}$ , которая может выделяться во внешней цепи.
76. Аккумулятор с ЭДС  $\varepsilon=12$  В заряжается от сети постоянного тока с напряжением  $U=15$  В. Определить напряжение на клеммах аккумулятора, если его внутреннее сопротивление  $R_i=10$  Ом.

77. От источника с напряжением  $U=800$  В необходимо передать потребителю мощность  $P=10$  кВт на некоторое расстояние. Какое наибольшее сопротивление может иметь линия передачи, чтобы потери энергии в ней не превышали 10% от передаваемой мощности?
78. При включении электромотора в сеть с напряжением  $U=220$  В он потребляет ток  $I=5$  А. Определить мощность, потребляемую мотором, и его КПД, если сопротивление  $R$  обмотки мотора равно 6 Ом.
79. В сеть с напряжением  $U=100$  В включили катушку с сопротивлением  $R_1=2$  кОм и вольтметр, соединенные последовательно. Показание вольтметра  $U_1=80$  В. Когда катушку заменили другой, вольтметр показал  $U_2=60$  В. Определить сопротивление  $R_2$  другой катушки.
80. ЭДС батареи  $\varepsilon=12$  В. При силе тока  $I=4$  А КПД батареи  $\eta=0,6$ . Определить внутреннее сопротивление  $R_i$  батареи.

Контрольная работа №3 (4 семестр)

№ варианта	задачи							
	1	11	21	31	41	51	61	71
1	2	12	22	32	42	52	62	72
2	3	13	23	33	43	53	63	73
3	4	14	24	34	44	54	64	74
4	5	15	25	35	45	55	65	75
5	6	16	26	36	46	56	66	76
6	7	17	27	37	47	57	67	77
7	8	18	28	38	48	58	68	78
8	9	19	29	39	49	59	69	79
9	10	20	30	40	50	60	70	80

Раздел 3. Электричество и магнетизм

- Плоский контур площадью  $S = 20$  см<sup>2</sup> находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,03$  Тл). Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий контур, если плоскость его составляет угол  $\varphi = 60^\circ$  с направлением линий индукций.
- Магнитный поток  $\Phi$  сквозь сечение соленоида равен 50 мкВб. Длина соленоида  $L = 50$  см. Найти магнитный момент  $M_m$  соленоида, если его витки плотно прилегают друг к другу.
- В средней части соленоида, содержащего  $n = 8$  витков/см, помещен круговой виток диаметром  $d = 4$  см. Плоскость витка расположена под углом  $\varphi = 60^\circ$  к оси соленоида. Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий виток, если по обмотке соленоида течет ток  $I = 1$  А.
- На длинный картонный каркас диаметром  $d = 5$  см уложена однослойная обмотка (виток к витку) из проволоки диаметром  $B = 0,2$  мм. Определить магнитный поток  $\Phi$ , создаваемый таким соленоидом при силе тока  $I = 0,5$  А.
- Квадратный контур со стороной  $a = 10$  см, в котором течет ток  $I = 6$  А, находится в магнитном поле ( $B = 0,8$  Тл) под углом  $\alpha = 50^\circ$  к линиям индукции. Какую работу  $A$  нужно совершить, чтобы при неизменной силе тока в контуре изменить его форму на окружность?
- Плоский контур с током  $I = 5$  А свободно установился в однородном магнитном поле ( $B = 0,4$  Тл). Площадь контура  $S = 200$  см<sup>2</sup>. Поддерживая ток в контуре неизменным, его повернули относительно оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $\alpha = 40^\circ$ . Определить совершенную при этом работу  $A$ .

7. Виток, в котором поддерживается постоянная сила тока  $I = 60$  А, свободно установился в однородном магнитном поле ( $B = 20$  мТл). Диаметр витка  $d = 10$  см. Какую работу  $A$  нужно совершить для того, чтобы повернуть виток относительно оси, совпадающей с диаметром, на угол  $\alpha = \pi/3$ ?
8. В однородном магнитном поле перпендикулярно линиям индукции расположен плоский контур площадью  $S = 100$  см<sup>2</sup>. Поддерживая в контуре постоянную силу тока  $I = 50$  А, его переместили из поля в область пространства, где поле отсутствует. Определить магнитную индукцию  $B$  поля, если при перемещении контура была совершена работа  $A = 0,4$  Дж.
9. Плоский контур с током  $I = 50$  А расположен в однородном магнитном поле ( $B = 0,6$  Тл) так, что нормаль к контуру перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить работу, совершаемую силами поля при медленном повороте контура около оси, лежащей в плоскости контура, на угол  $\alpha = 300$ .
10. Определить магнитный поток  $\Phi$ , пронизывающий соленоид, если его длина  $L = 50$  см и магнитный момент  $P_m = 0,4$  Вб.
11. В однородном магнитном поле ( $B = 0,1$  Тл) равномерно с частотой  $n = 5$  с<sup>-1</sup> вращается стержень длиной  $L = 50$  см так, что плоскость его вращения перпендикулярна линиям напряженности, а ось вращения проходит через один из его концов. Определить индуцируемую на концах стержня разность потенциалов  $U$ .
12. В однородном магнитном поле с индукцией  $B = 0,5$  Тл вращается с частотой  $n = 10$  с<sup>-1</sup> стержень длиной  $L = 20$  см. Ось вращения параллельна линиям индукции и проходит через один из концов стержня перпендикулярно его оси. Определить разность потенциалов  $U$  на концах стержня.
13. В проволочное кольцо, присоединенное к баллистическому гальванометру, вставили прямой магнит. При этом по цепи прошел заряд  $Q = 50$  мкКл. Определить изменение магнитного потока  $\Delta\Phi$  через кольцо, если сопротивление цепи гальванометра  $R = 10$  Ом.
14. Тонкий медный провод массой  $m = 5$  г согнут в виде квадрата, и концы его замкнуты. Квадрат помещен в однородное магнитное поле ( $B = 0,2$  Тл) так, что его плоскость перпендикулярна линиям поля. Определить заряд  $Q$ , который потечет по проводнику, если квадрат, потянув за противоположные вершины, вытянуть в линию.
15. Рамка из провода сопротивлением  $R = 0,04$  Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ( $B = 0,6$  Тл). Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна линиям индукции. Площадь рамки  $S = 200$  см<sup>2</sup>. Определить заряд  $Q$ , который потечет по рамке при изменении угла между нормалью к рамке и линиями индукции: 1) от 0 до 45°; 2) от 45 до 90°.
16. Проволочный виток диаметром  $D = 5$  см и сопротивлением  $R = 0,02$  Ом находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,3$  Тл). Плоскость витка составляет угол  $\varphi = 400$  с линиями индукции. Какой заряд  $Q$  протечет по витку при выключении магнитного поля?
17. Рамка, содержащая  $N = 200$  витков тонкого провода, может свободно вращаться относительно оси, лежащей в плоскости рамки. Площадь рамки  $S = 50$  см<sup>2</sup>. Ось рамки перпендикулярна линиям индукции однородного магнитного поля ( $B = 0,05$  Тл). Определить максимальную ЭДС  $\mathcal{E}_{\max}$ , которая индуцируется в рамке при ее вращении с частотой  $n = 40$  с<sup>-1</sup>.
18. Прямой проводящий стержень длиной  $L = 40$  см находится в однородном магнитном поле ( $B = 0,1$  Тл). Концы стержня замкнуты гибким проводом, находящимся вне поля. Сопротивление всей цепи  $R = 0,5$  Ом. Какая мощность  $P$  потребуется для равномерного перемещения стержня перпендикулярно линиям магнитной индукции со скоростью  $v = 10$  м/с?
19. Проволочный контур площадью  $S = 500$  см<sup>2</sup> и сопротивлением  $R = 0,1$  Ом равномерно вращается в однородном магнитном поле ( $B = 0,5$  Тл). Ось вращения лежит в плоскости кольца и перпендикулярна линиям магнитной индукции. Определить максимальную мощность  $P_{\max}$  необходимую для вращения контура с угловой скоростью  $\omega = 50$  рад/с.



20. Кольцо из медного провода массой  $m = 10$  г помещено в однородное магнитное поле ( $B = 0,5$  Тл) так, что плоскость кольца составляет угол  $\beta = 60^\circ$  с линиями магнитной индукции. Определить заряд  $Q$ , который пройдет по кольцу, если снять магнитное поле.

#### Раздел 4. Оптика

21. Между стеклянной пластинкой и лежащей на ней плосковыпуклой линзой находится жидкость. Найти показатель преломления жидкости, если радиус  $r_3$  третьего темного кольца Ньютона при наблюдении в отраженном свете с длиной волны  $\lambda = 0,6$  мкм равен  $0,82$  мм. Радиус кривизны линзы  $R = 0,5$  м.
22. На тонкую пленку в направлении нормали к ее поверхности падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Отраженный от нее свет максимально усилен вследствие интерференции. Определить минимальную толщину  $d_{\min}$  пленки, если показатель преломления материала пленки  $n = 1,4$ .
23. Расстояние  $L$  от щелей до экрана в опыте Юнга равно  $1$  м. Определить расстояние между щелями, если на отрезке длиной  $l = 1$  см укладывается  $N = 10$  темных интерференционных полос. Длина волны  $\lambda = 0,7$  мкм.
24. На стеклянную пластину положена выпуклой стороной плосковыпуклая линза. Сверху линза освещена монохроматическим светом длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Найти радиус  $R$  линзы, если радиус четвертого, темного кольца Ньютона в отраженном свете  $r_4 = 2$  мм.
25. На тонкую глицериновую пленку толщиной  $d = 1,5$  мкм нормально к ее поверхности падает белый свет. Определить длины волн  $\lambda$  лучей видимого участка спектра ( $0,4 \leq \lambda \leq 0,8$  мкм), которые будут ослаблены в результате интерференции.
26. На стеклянную пластину нанесен тонкий слой прозрачного вещества с показателем преломления  $n = 1,3$ . Пластинка освещена параллельным пучком монохроматического света с длиной волны  $\lambda = 640$  нм, падающим на пластинку нормально. Какую минимальную толщину  $d_{\min}$  должен иметь слой, чтобы отраженный пучок имел наименьшую яркость?
27. На тонкий стеклянный клин падает нормально параллельный пучок света с длиной волны  $\lambda = 500$  нм. Расстояние между соседними темными интерференционными полосами в отраженном свете  $b = 0,5$  мм. Определить угол  $\alpha$  между поверхностями клина. Показатель преломления стекла, из которого изготовлен клин,  $n = 1,6$ .
28. Плосковыпуклая стеклянная линза с  $f = 1$  м лежит выпуклой стороной на стеклянной пластинке. Радиус пятого темного кольца Ньютона в отраженном свете  $r_5 = 1,1$  мм. Определить длину световой волны  $\lambda$ .
29. Между двумя плоскопараллельными пластинами на расстоянии  $L = 10$  см от границы их соприкосновения находится проволока диаметром  $d = 0,01$  мм, образуя воздушный клин. Пластины освещаются нормально падающим монохроматическим светом ( $\lambda = 0,6$  мкм). Определить ширину  $b$  интерференционных полос, наблюдаемых в отраженном свете.
30. Установка для наблюдения колец Ньютона освещается нормально падающим монохроматическим светом ( $\lambda = 590$  нм). Радиус кривизны  $R$  линзы равен  $5$  см. Определить толщину  $d_3$  воздушного промежутка в том месте, где в отраженном свете наблюдается третье светлое кольцо.
31. Какое наименьшее число  $N_{\min}$  штрихов должна содержать дифракционная решетка, чтобы в спектре второго порядка можно было видеть отдельно две желтые линии натрия с длинами волн  $\lambda_1 = 589,0$  нм и  $\lambda_2 = 589,6$  нм? Какова длина  $L$  такой решетки, если постоянная решетки  $d = 5$  мкм?
32. На поверхность дифракционной решетки нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Постоянная дифракционной решетки в  $n = 4,6$  раз больше длины световой волны. Найти общее число  $M$  дифракционных максимумов, которые теоретически можно наблюдать в данном случае.
33. На дифракционную решетку падает нормально параллельный пучок белого света. Спектры третьего и четвертого порядка частично накладываются друг на друга. На какую

длину волны в спектре четвертого порядка накладывается граница ( $\lambda = 780$  нм) спектра третьего порядка?

34. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 600$  штрихов на миллиметр, падает нормально белый свет. Спектр проецируется помещенной вблизи решетки линзой на экран. Определить длину  $l$  спектра первого порядка на экране, если расстояние от линзы до экрана  $L = 1,2$  м. Границы видимого спектра:  $\lambda_{кр} = 780$  нм,  $\lambda_{ф} = 400$  нм.
35. На грань кристалла каменной соли падает параллельный пучок рентгеновского излучения. Расстояние  $d$  между атомными плоскостями равно 280 пм. Под углом  $\theta = 65^\circ$  к атомной плоскости наблюдается дифракционный максимум первого порядка. Определить длину волны  $\lambda$  рентгеновского излучения.
36. На непрозрачную пластину с узкой щелью падает нормально плоская монохроматическая световая волна ( $\lambda = 600$  нм). Угол отклонения лучей, соответствующих второму дифракционному максимуму,  $\varphi = 20^\circ$ . Определить ширину  $a$  щели.
37. На дифракционную решетку, содержащую  $n = 100$  штрихов на 1 мм, нормально падает монохроматический свет. Зрительная труба спектрометра наведена на максимум второго порядка. Чтобы навести трубу на другой максимум того же порядка, ее нужно повернуть на угол  $\Delta\varphi = 16^\circ$ . Определить длину волны  $\lambda$  света, падающего на решетку.
38. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет ( $\lambda = 410$  нм). Угол  $\Delta\varphi$  между направлениями на максимумы первого и второго порядков равен  $2^\circ 21'$ . Определить число  $n$  штрихов на 1 мм дифракционной решетки.
39. Постоянная дифракционной решетки в  $n = 4$  раза больше длины световой волны монохроматического света, нормально падающего на ее поверхность. Определить угол  $\alpha$  между двумя первыми симметричными дифракционными максимумами.
40. Расстояние между штрихами дифракционной решетки  $d = 4$  мкм. На решетку падает нормально свет с длиной волны  $\lambda = 0,58$  мкм. Максимум какого наибольшего порядка дает эта решетка?
41. Красная граница фотоэффекта для цинка  $\lambda_0 = 310$  нм. Определить максимальную кинетическую энергию  $T_{max}$  фотоэлектронов в электрон-вольтах, если на цинк падает свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм.
42. На поверхность калия падает свет с длиной волны  $\lambda = 150$  нм. Определить максимальную кинетическую энергию  $T_{max}$  фотоэлектронов.
43. Фотон с энергией  $\varepsilon = 10$  эВ падает на серебряную пластину и вызывает фотоэффект. Определить импульс  $p$ , полученный пластиной, если принять, что направления движения фотона и фотоэлектрона лежат на одной прямой, перпендикулярной поверхности пластин.
44. На фотоэлемент с катодом из лития падает свет с длиной волны  $\lambda = 200$  нм. Найти наименьшее значение задерживающей разности потенциалов  $U_{min}$ , которую нужно приложить к фотоэлементу, чтобы прекратить фототок.
45. Какова должна быть длина волны  $\gamma$ -излучения, падающего на платиновую пластину, чтобы максимальная скорость фотоэлектронов была  $v_{max} = 3$  Мм/с?
46. На металлическую пластину направлен пучок ультрафиолетового излучения ( $\lambda = 0,25$  мкм). Фототок прекращается при минимальной задерживающей разности потенциалов  $U_{min} = 0,96$  В. Определить работу выхода  $A$  электронов из металла.
47. На поверхность металла падает монохроматический свет с длиной волны  $\lambda = 0,1$  мкм. Красная граница фотоэффекта  $\lambda_0 = 0,3$  мкм. Какая доля энергии фотона расходуется на сообщение электрону кинетической энергии?
48. На металл падает рентгеновское излучение с длиной волны  $\lambda = 1$  нм. Пренебрегая работой выхода, определить максимальную скорость  $v_{max}$  фотоэлектронов.
49. На металлическую пластину направлен монохроматический пучок света с частотой  $\nu = 7,3 \cdot 10^{14}$  Гц. Красная граница  $\lambda_0$  фотоэффекта для данного материала равна 560 нм. Определить максимальную скорость  $v_{max}$  фотоэлектронов.

50. На цинковую пластину направлен монохроматический пучок света. Фототок прекращается при задерживающей разности потенциалов  $U = 1,5$  В. Определить длину волны  $\lambda$  света, падающего на пластину.

*Раздел 5. Атомная и ядерная физика*

51. Невозбужденный атом водорода поглощает квант излучения с длиной волны  $\lambda = 102,6$  нм. Вычислить, пользуясь теорией Бора, радиус  $r$  электронной орбиты возбужденного атома водорода.
52. Вычислить по теории Бора радиус  $r_2$  второй стационарной орбиты и скорость  $v_2$  электрона на этой орбите для атома водорода.
53. Вычислить по теории Бора период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, находящегося в возбужденном состоянии, определяемом главным квантовым числом  $n=2$ .
54. Определить изменение энергии  $\Delta E$  электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с частотой  $\nu = 6,28 \cdot 10^4$  Гц.
55. Во сколько раз изменится период  $T$  вращения электрона в атоме водорода, если при переходе в невозбужденное состояние атом излучил фотон с длиной волны  $\lambda = 97,5$  нм?
56. На сколько изменилась кинетическая энергия электрона в атоме водорода при излучении атомом фотона с длиной волны  $\lambda = 435$  нм?
57. В каких пределах  $\Delta \lambda$  должна лежать длина волн монохроматического света, чтобы при возбуждении атомов водорода квантами этого света радиус  $r_n$  орбиты электрона увеличился в 16 раз?
58. В однозарядном ионе лития электрон перешел с четвертого энергетического уровня на второй. Определить длину волны  $\lambda$  излучения, испущенного ионом лития.
59. Электрон в атоме водорода находится на третьем энергетическом уровне. Определить кинетическую  $T$ , потенциальную  $\Pi$  и полную  $E$  энергию электрона. Ответ выразить в электрон-вольтах.
60. Фотон выбивает из атома водорода, находящегося в основном состоянии, электрон с кинетической энергией  $T = 10$  эВ. Определить энергию  $\epsilon$  фотона.
61. Вычислить наиболее вероятную дебройлевскую длину волны  $\lambda$  молекул азота, содержащихся в воздухе при комнатной температуре.
62. Определить энергию  $\Delta T$ , которую необходимо дополнительно сообщить электрону, чтобы его дебройлевская длина волны уменьшилась от  $\lambda_1 = 0,2$  мм до  $\lambda_2 = 0,1$  мм.
63. На сколько по отношению к комнатной должна измениться температура идеального газа, чтобы дебройлевская длина волны  $\lambda$  его молекул уменьшилась на 20%?
64. Параллельный пучок моноэнергетических электронов падает нормально на диафрагму в виде узкой прямоугольной щели, ширина которой  $a = 0,06$  мм. Определить скорость этих электронов, если известно, что на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $L = 40$  мм, ширина центрального дифракционного максимума  $b = 10$  мкм.
65. При каких значениях кинетической энергии  $T$  электрона ошибка в определении дебройлевской длины волны  $\lambda$  по нерелятивистской формуле не превышает 10%?
66. Из катодной трубки на диафрагму с узкой прямоугольной щелью нормально к плоскости диафрагмы направлен поток моноэнергетических электронов. Определить анодное напряжение, трубки, если известно, что на экране, отстоящем от щели на расстоянии  $l = 0,5$  м, ширина центрального дифракционного максимума  $\Delta x = 10,0$  мкм. Ширину  $b$  щели принять равной  $0,10$  мм.
67. Протон обладает кинетической энергией  $T = 1$  кэВ. Определить дополнительную энергию  $\Delta T$ , которую необходимо ему сообщить для того, чтобы длина волны  $\lambda$  де Бройля уменьшилась в три раза.
68. Определить длины волн де Бройля  $\alpha$ -частицы и протона, прошедших одинаковую ускоряющую разность потенциалов  $U = 1$  кВ.
69. Электрон обладает кинетической энергией  $T = 1,02$  МэВ. Во сколько раз изменится длина волны де Бройля, если кинетическая энергия  $T$  электрона уменьшится вдвое?

70. Кинетическая энергия  $T$  электрона равна удвоенному значению его энергии покоя ( $2m_0c$ ). Вычислить длину волны  $\lambda$  де Бройля для такого электрона.
71. Определить долю свободных электронов в металле при температуре  $T = 0$  К, энергии  $\epsilon$  которых заключены в интервале значений от  $\frac{1}{2} \epsilon_{\max}$  до  $\epsilon_{\max}$ .
72. Германиевый кристалл, ширина  $\Delta E$  запрещенной зоны в котором равна  $0,72$  эВ, нагревают от температуры  $t_1 = 0^0$  С до температуры  $t_2 = 15^0$  С. Во сколько раз возрастет его удельная проводимость?
73. При нагревании кремниевого кристалла от температуры  $t_1 = 0^0$  С до температуры  $t_2 = 10^0$  С его удельная проводимость возрастает в  $2,28$  раза. По приведенным данным определить ширину  $\Delta E$  запрещенной зоны кристалла кремния.
74. p-n-переход находится под обратным напряжением  $U = 0,1$  В. Его сопротивление  $R_1 = 692$  Ом. Каково сопротивление  $R_2$  перехода при прямом напряжении?
75. Металлы литий и цинк приводят в соприкосновение друг с другом при температуре  $T = 0$  К. На сколько изменится концентрация электронов проводимости в цинке? Какой из этих металлов будет иметь более высокий потенциал?
76. Сопротивление  $R_1$ , p-n-перехода, находящегося под прямым напряжением  $U = 1$  В, равно  $10$  Ом. Определить сопротивление  $R_2$  перехода при обратном напряжении.
77. Найти минимальную энергию  $W_{\min}$ , необходимую для образования пары электрон - дырка в кристалле  $\text{CaAs}$ , если его удельная проводимость  $\gamma$  изменяется в  $10$  раз при изменении температуры от  $20$  до  $3^0$  С.
78. Сопротивление  $R_1$  кристалла  $\text{PbS}$  при температуре  $t_1 = 20^0$  С равно  $10^4$  Ом. Определить его сопротивление  $R_2$  при температуре  $t_2 = 80^0$  С.
79. Каково значение энергии Ферми  $\epsilon_F$  у электронов проводимости двухвалентной меди? Выразить энергию Ферми в джоулях и электрон-вольтах.
80. Прямое напряжение  $U$ , приложенное к p-n-переходу, равно  $2$  В. Во сколько раз возрастет сила тока через переход, если изменить температуру от  $T_1 = 300$  К до  $T_2 = 273$  К?

## Процедура оценивания контрольной работы

### Заочная форма обучения

По дисциплине «Физика» обучающиеся заочной формы обучения в 2, 3 и 4 семестрах выполняют контрольные работы.

Обучающиеся выполняют и защищают контрольную работу к экзамену и зачету. Если работа имеет замечания, то она возвращается обучаемому для их исправления. Исправленные замечания повторно проверяются преподавателем. В результате проверки на титульном листе контрольной работы преподаватель выставляет оценку «зачтено» или «не зачтено».

### Критерии оценивания контрольной работы

Оценку «зачтено» обучаемый может получить с учетом следующих критериев:

1. работа выполнена по своему варианту;
2. выполнены все задания контрольной работы;
3. в каждом задании приведено правильное развернутое решение со ссылками на соответствующие правила, формулы и метод решения;
4. объем и оформление работы отвечают требованиям;
5. работа выполнена аккуратно, без грубых логических и вычислительных ошибок;
6. студент может ответить на предложенные вопросы по данной работе.

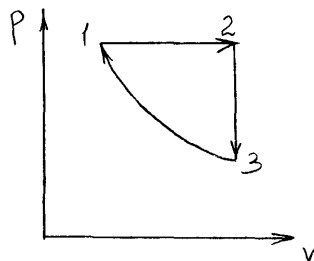
Если хотя бы один из приведенных выше критериев не выполняется, обучающийся получает за контрольную работу оценку «не зачтено».

## 5 Комплект заданий для расчетно-графической работы

### Расчетно-графическая работа №1

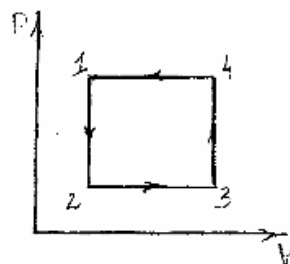
#### Вариант №1

1. Точка движется по окружности радиусом  $R=30$  см с постоянным угловым ускорением  $\epsilon$ . Определить тангенциальное ускорение  $a_t$  точки, если известно, что за время  $t = 4$  с она совершила три оборота и в конце третьего оборота ее нормальное ускорение  $a_n=2,7$  м/с<sup>2</sup>.
2. На сколько переместится относительно берега лодка длиной  $L=3,5$  м и массой  $m_1 = 200$  кг, если стоящий на корме человек массой  $m_2 = 80$  кг переместится на нос лодки? Считать лодку расположенной перпендикулярно берегу.
3. Какая работа  $A$  должна быть совершена при поднятии с земли материалов для постройки цилиндрической дымоходной трубы высотой  $h = 40$  м, наружным диаметром  $D = 3,0$  м и внутренним диаметром  $d = 2,0$  м? Плотность материала  $\rho$  принять равной  $2,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>.
4. К концам легкой и нерастяжимой нити, перекинутой через блок, подвешены грузы массами  $m_1= 0,2$  кг и  $m_2 = 0,3$  кг. Во сколько раз отличаются силы, действующие на нить по обе стороны от блока, если масса блока  $m = 0,4$  кг, а его ось движется вертикально вверх с ускорением  $a = 2$  м/с<sup>2</sup>? Силами трения и проскальзывания нити по блоку пренебречь.
5. Однородный стержень длиной  $l= 1,0$  м и массой  $M=0,7$  кг подвешен на горизонтальной оси, проходящей через верхний конец стержня. В точку, отстоящую от оси на  $2/3 l$ , абсолютно упруго ударяет пуля массой  $m=5$  кг, летящая перпендикулярно стержню и его оси. После удара стержень отклонился на угол  $\alpha=60^0$ . Определить скорость пули.
6. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул кислорода массой  $m = 0,5$  кг.
7. В цилиндр длиной  $l = 1,6$  м, заполненный воздухом при нормальном атмосферном давлении  $p_0$ , начали медленно вдвигать поршень площадью основания  $S = 200$  см<sup>2</sup>, Определить силу  $F$ , действующую на поршень, если его остановить на расстоянии  $l_1 = 10$  см от дна цилиндра.
8. Определить внутреннюю энергию  $U$  водорода, а также среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon \rangle$  молекулы этого газа при температуре  $T = 300$  К, если количество вещества  $\nu$  этого газа равно  $0,5$  моль.
9. Найти среднее число  $\langle z \rangle$  столкновении за время  $t = 1$  с и длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы гелия, если газ находится под давлением  $P = 2$  кПа при температуре  $T = 200$  К.
10. Определить молярную массу  $M$  двухатомного газа и его удельные теплоемкости, если известно, что разность  $c_p c_v$  удельных теплоемкостей этого газа равна  $260$  Дж/ (кг· К).
11. Определить количество теплоты  $Q$ , которое надо сообщить кислороду объемом  $V = 50$  л при его изохорном нагревании, чтобы давление газа повысилось на  $\Delta p=0,5$  МПа.
12. На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(V,T)$   $(P,T)$



#### Вариант №2

- По краю равномерно вращающейся с угловой скоростью  $\omega = 1$  рад/с платформы идет человек и обходит платформу за время  $t = 9,9$  с. Каково наибольшее ускорение  $a$  движения человека относительно Земли? Принять радиус платформы  $R = 2$  м.
- Две одинаковые лодки массами  $m = 200$  кг каждая (вместе с человеком и грузами, находящимися в лодках) движутся параллельными курсами навстречу друг другу с одинаковыми скоростями  $v = 1$  м/с. Когда лодки поравнялись, то с первой лодки на вторую и со второй на первую одновременно перебрасывают грузы массами  $m_1 = 200$  кг. Определить скорости  $u_1$  и  $u_2$  лодок после перебрасывания грузов.
- Цепь длиной  $l = 2$  м лежит на столе, одним концом свисая со стола. Если длина свешивающейся части превышает  $1/3 l$ , то цепь соскальзывает со стола. Определить скорость  $v$  цепи в момент ее отрыва от стола.
- К краю стола прикреплен блок. Через блок перекинута невесомая и нерастяжимая нить, к концам которой прикреплены грузы. Один груз движется по поверхности стола, а другой - вдоль вертикали вниз. Определить коэффициент  $\mu$  трения между поверхностями груза и стола, если массы каждого груза и масса блока одинаковы и грузы движутся с ускорением  $a = 5,6$  м/с<sup>2</sup>. Проскальзыванием нити по блоку и силой трения, действующей на блок, пренебречь.
- Горизонтальная платформа массой  $m_1 = 150$  кг вращается вокруг вертикальной оси, проходящей через центр платформы, с частотой  $n = 8$  мин<sup>-1</sup>. Человек массой  $m_2 = 70$  кг стоит при этом на краю платформы. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться платформа, если человек перейдет от края платформы к ее центру? Считать платформу круглым, однородным диском, а человека - материальной точкой.
- Сколько атомов содержится в ртути: 1) количеством вещества  $\nu = 0,2$  моль; 2) массой  $m = 1$  г?
- В баллоне находится газ при температуре  $T_1 = 400$  К. До какой температуры  $T_2$  надо нагреть газ, чтобы его давление увеличилось в 1,5 раза?
- Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул газа, находящегося в сосуде вместимостью  $V = 3$  л под давлением  $p = 540$  кПа.
- Найти удельные  $c_p$  и  $c_v$ , а также молярные  $C_p$  и  $C_v$  теплоемкости углекислого газа.
- Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы азота в сосуде вместимостью  $V = 5$  л. Масса газа  $m = 0,5$  г.
- При изотермическом расширении азота при температуре  $T = 280$  К объем его увеличился в два раза. Определить: 1) совершенную при расширении газа работу  $A$ ; 2) изменение  $\Delta U$  внутренней энергии; 3) количество теплоты  $Q$ , полученное газом. Масса азота  $m = 0,2$  кг.
- На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(V, T)$ ,  $(P, T)$

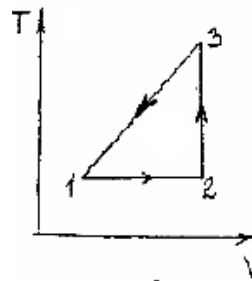


### Вариант №3

- Материальная точка движется в плоскости  $xy$  согласно уравнениям  $x = A_1 + B_1 t + C_1 t^2$  и  $y = A_2 + B_2 t + C_2 t^2$ , где  $B_1 = 7$  м/с,  $C_2 = -2$  м/с<sup>2</sup>,  $B_2 = -1$  м/с,  $C_1 = 0,2$  м/с<sup>2</sup>. Найти модули скорости и ускорения точки в момент времени  $t = 5$  с.
- Снаряд, летевший со скоростью  $v = 400$  м/с, в верхней точке траектории разорвался на два осколка. Меньший осколок, масса которого составляет 40% от массы снаряда, полетел в

противоположном направлении со скоростью  $u_1 = 150$  м/с. Определить скорость  $u_2$  большего осколка.

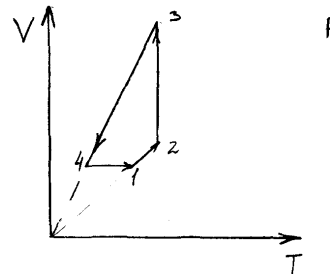
3. Налетев на пружинный буфер, вагон массой  $m = 16$  т, двигавшийся со скоростью  $v = 0,6$  м/с, остановился, сжав пружину на  $\Delta l = 8$  см. Найти общую жесткость  $k$  пружин буфера.
4. Блок, имеющий форму диска массой  $m = 0,4$  кг, вращается под действием силы натяжения нити, к концам которой подвешены грузы массами  $m_1 = 0,3$  кг и  $m_2 = 0,7$  кг. Определить силы натяжения  $T_1$  и  $T_2$  нити по обе стороны блока.
5. На краю неподвижной скамьи Жуковского диаметром  $D=0,8$  м и массой  $m_1=6$  кг стоит человек массой  $m_2=60$  кг. С какой угловой скоростью  $\omega$  начнет вращаться скамья, если человек поймает летящий на него мяч массой  $m=0,5$  кг? Траектория мяча горизонтальна и проходит на расстоянии  $r=0,4$  м от оси скамьи. Скорость мяча  $v=5$  м/с.
6. Вода при температуре  $t = 4$  С занимает объем  $V = 1$  см<sup>3</sup>. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул воды.
7. Баллон вместимостью  $V = 20$  л заполнен азотом при температуре  $T = 400$  К. Когда часть газа израсходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 200$  кПа. Определить массу  $m$  израсходованного газа. Процесс считать изотермическим.
8. Количество вещества гелия  $\nu = 1,5$  моль, температура  $T = 120$  К. Определить суммарную кинетическую энергию  $E_k$  поступательного движения всех молекул этого газа.
9. Определить показатель адиабаты  $\gamma$  идеального газа, который при температуре  $T = 350$  К и давлении  $p = 0,4$  МПа занимает объем  $V = 300$  л и имеет теплоемкость  $C_v = 857$  Дж/К.
10. Водород находится под давлением  $P = 20$  мкПа имеет температуру  $T = 300$  К. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы такого газа.
11. При адиабатном сжатии давление воздуха было увеличено от  $P_1 = 50$  кПа до  $P_2 = 0,5$  МПа. Затем при неизменном объеме температура воздуха была понижена до первоначальной. Определить давление  $P_3$  газа в конце процесса.
12. На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P, T)$ ,  $(P, V)$



#### Вариант №4

1. Материальная точка движется по окружности с постоянной угловой скоростью  $\omega = \pi/6$  рад/с. Во сколько раз путь  $\Delta s$ , пройденный точкой за время  $t = 4$  с, будет больше модуля ее перемещения  $\Delta r$ ? Принять, что в момент начала отсчета времени радиус-вектор  $r$ , задающий положение точки на окружности, относительно исходного положения был повернут на угол  $\phi_0 = \pi/3$  рад.
2. На полу стоит тележка в виде длинной доски, снабженной легкими колесами. На одном конце доски стоит человек. Масса его  $m_1 = 60$  кг, масса доски  $m_2 = 20$  кг. С какой скоростью (относительно пола) будет двигаться тележка, если человек пойдет вдоль нее со скоростью (относительно доски)  $v = 1$  м/с? Массой колес и трением пренебречь.
3. Из пружинного пистолета с пружиной жесткостью  $k = 150$  Н/м был произведен выстрел пулей массой  $m = 8$  г. Определить скорость  $v$  пули при вылете ее из пистолета, если пружина была сжата на  $\Delta x = 4$  см.
4. Определить момент силы  $M$ , который необходимо приложить к блоку, вращающемуся с частотой  $n = 12$  с<sup>-1</sup>, чтобы он остановился в течение времени  $\Delta t = 8$  с. Диаметр блока  $D = 30$  см. Массу блока  $m = 6$  кг считать равномерно распределенной по ободу.

5. На краю платформы в виде диска, вращающейся по инерции вокруг вертикальной оси с частотой  $n_1=8 \text{ мин}^{-1}$ , стоит человек массой  $m_1=70 \text{ кг}$ . Когда человек перешел в центр платформы, она стала вращаться с частотой  $n_2=10 \text{ мин}^{-1}$ . Определить массу  $m_2$  платформы. Момент инерции человека рассчитывать как для материальной точки.
6. Найти молярную массу  $M$  и массу  $m_m$  одной молекулы поваренной соли.
7. В баллоне вместимостью  $V = 15 \text{ л}$  находится аргон под давлением  $p_1 = 600 \text{ кПа}$  и при температуре  $T_1 = 300 \text{ К}$ . Когда из баллона было взято некоторое количество газа, давление в баллоне понизилось до  $p_2 = 400 \text{ кПа}$ , а температура установилась  $T_2 = 260 \text{ К}$ . Определить массу  $m$  аргона, взятого из баллона.
8. Молярная внутренняя энергия  $U_m$  некоторого двухатомного газа равна  $6,02 \text{ кДж/моль}$ . Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$  вращательного движения одной молекулы этого газа. Газ считать идеальным.
9. В сосуде вместимостью  $V = 6 \text{ л}$  находится при нормальных условиях двухатомный газ. Определить теплоемкость  $C_V$  этого газа при постоянном объеме.
10. При нормальных условиях длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы водорода равна  $0,160 \text{ мкм}$ . Определить диаметр  $d$  молекулы водорода.
11. Кислород массой  $m=200 \text{ г}$  занимает объем  $V_1 = 100 \text{ л}$  и находится под давлением  $p_1 = 200 \text{ кПа}$ . При нагревании газ расширился при постоянном давлении до объема  $V_2 = 300 \text{ л}$ , а затем его давление возросло до  $p_3 = 500 \text{ кПа}$  при неизменном объеме. Найти изменение внутренней энергии  $\Delta U$  газа, совершенную газом работу  $A$  и теплоту  $Q$ , переданную газу.
12. На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P,T)$ ,  $(P,V)$



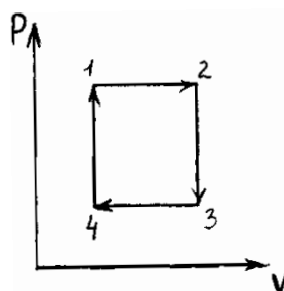
#### Вариант №5

1. Тело брошено под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v_0 = 30 \text{ м/с}$ . Каковы будут нормальное  $a_n$  и тангенциальное  $a_t$ , ускорения тела через время  $t=1\text{с}$  после начала движения?
2. Конькобежец, стоя на коньках на льду, бросает камень массой  $m_1 = 2,5 \text{ кг}$  под углом  $\alpha=30^\circ$  к горизонту со скоростью  $v = 10 \text{ м/с}$ . Какова будет начальная скорость  $v_0$  движения конькобежца, если масса его  $m_2 = 60 \text{ кг}$ ? Перемещением конькобежца во время броска пренебречь.
3. Если на верхний конец вертикально расположенной спиральной пружины положить груз, то пружина сожмется на  $\Delta l = 3 \text{ мм}$ . На сколько сожмет пружину тот же груз, упавший на конец пружины с высоты  $h=8 \text{ см}$ ?
4. По горизонтальной плоскости катится диск со скоростью  $v = 8 \text{ м/с}$ . Определить коэффициент сопротивления, если диск, будучи предоставленным самому себе, остановился, пройдя путь  $s = 18 \text{ м}$ .
5. Однородный стержень длиной  $l=1,0 \text{ м}$  может свободно вращаться вокруг горизонтальной оси, проходящей через один из его концов. В другой конец абсолютно неупруго ударяет пуля массой  $m=7 \text{ г}$ , летящая перпендикулярно стержню и его оси. Определить массу  $M$  стержня, если в результате попадания пули он отклонился на угол  $\alpha=60^\circ$ . Принять скорость пули  $v=360 \text{ м/с}$ .
6. Определить массу  $m_m$  одной молекулы углекислого газа.
7. Два сосуда одинакового объема содержат кислород. В одном сосуде давление  $p_1 = 2 \text{ МПа}$  и температура  $T_1=800 \text{ К}$ , в другом  $p_2=2,5 \text{ МПа}$ ,  $T_2=200 \text{ К}$ . Сосуды соединили трубкой и



охладили находящийся в них кислород до температуры  $T_2 = 200$  К. Определить установившееся в сосудах давление  $p$ .

8. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon \rangle$  одной молекулы водяного пара при температуре  $T = 500$  К.
9. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  и молярную массу  $M$  газа, если разность его удельных теплоемкостей  $c_p - c_v = 2,08$  кДж/(кг·К).
10. Какова средняя арифметическая скорость  $\langle v \rangle$  молекул кислорода при нормальных условиях, если известно, что средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы кислорода при этих условиях равна 100 нм?
11. Объем водорода при изотермическом расширении при температуре  $T = 300$  К увеличился в  $n = 3$  раза. Определить работу  $A$ , совершенную газом, и теплоту  $Q$ , полученную при этом. Масса  $m$  водорода равна 200 г.
12. На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P, T)$ ,  $(V, T)$



#### Вариант №6

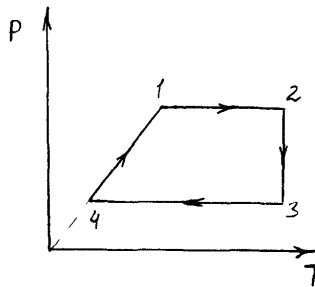
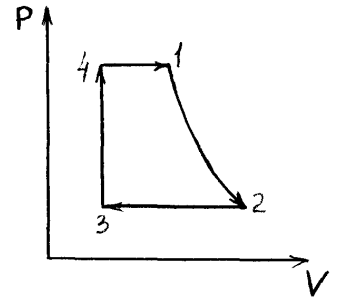
1. Велосипедист ехал из одного пункта в другой. Первую треть пути он проехал со скоростью  $v_1 = 18$  км/ч. Далее половину оставшегося времени он ехал со скоростью  $v_2 = 22$  км/ч, после чего до конечного пункта он шел пешком со скоростью  $v_3 = 5$  км/ч. Определить среднюю скорость  $\langle v \rangle$  велосипедиста.
2. Лодка длиной  $L = 3$  м и массой  $m = 120$  кг стоит на спокойной воде. На носу и корме находятся два рыбака массами  $m_1 = 60$  кг и  $m_2 = 90$  кг. На сколько сдвинется лодка относительно воды, если рыбаки поменяются местами?
3. Какую нужно совершить работу  $A$ , чтобы пружину жесткостью  $k = 800$  Н/м, сжатую на  $x = 6$  см, дополнительно сжать на  $\Delta x = 8$  см?
4. Стержень вращается вокруг оси, проходящей через его середину, согласно уравнению  $\varphi = At + Bt^3$  где  $A = 2$  рад/с,  $B = 0,2$  рад/с<sup>3</sup>. Определить вращающий момент  $M$ , действующий на стержень через время  $t = 2$  с после начала вращения, если момент инерции стержня  $J = 0,048$  кг·м.
5. На скамье Жуковского стоит человек и держит в руке за ось велосипедное колесо, вращающееся вокруг своей оси с угловой скоростью  $\omega_1 = 25$  рад/с. Ось колеса расположена вертикально и совпадает с осью скамьи Жуковского. С какой скоростью  $\omega_2$  станет вращаться скамья, если повернуть колесо вокруг горизонтальной оси на угол  $\alpha = 90^\circ$ ? Момент инерции человека и скамьи  $J$  равен  $2,5$  кг·м<sup>2</sup>, момент инерции колеса  $J_0 = 0,5$  кг·м<sup>2</sup>.
6. Определить концентрацию  $n$  молекул кислорода, находящегося в сосуде вместимостью  $V = 2$  л. Количество вещества  $\nu$  кислорода равно 0,2 моль.
7. Вычислить плотность  $\rho$  азота, находящегося в баллоне под давлением  $P = 2$  МПа и имеющего температуру  $T = 400$  К.
8. Определить среднюю квадратичную скорость  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$  молекулы газа, заключенного в сосуд вместимостью  $V = 2$  л под давлением  $p = 200$  кПа. Масса газа  $m = 0,3$  г.
9. Определить молярные теплоемкости газа, если его удельные теплоемкости  $c_v = 10,4$  кДж/(кг·К) и  $c_p = 14,6$  кДж/(кг·К).
10. Кислород находится под давлением  $P = 133$  нПа при температуре  $T = 200$  К. Вычислить среднее число  $\langle z \rangle$  столкновений молекулы кислорода при этих условиях за время  $\tau = 1$  с.

11. Азот массой  $m = 0,1$  кг был изобарно нагрет от температуры  $T_1 = 200$  К до температуры  $T_2 = 400$  К. Определить работу  $A$ , совершенную газом, полученную им теплоту  $Q$  и изменение  $\Delta U$  внутренней энергии азота.

12. На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(V, T)$ ,  $(P, T)$

Вариант №7

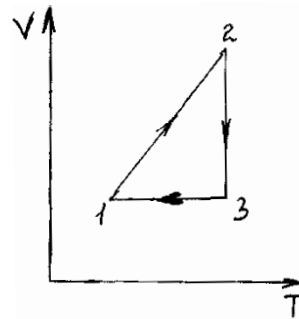
1. Материальная точка движется прямолинейно с начальной скоростью  $v_0 = 10$  м/с и постоянным ускорением  $a = -5$  м/с<sup>2</sup>. Определить, во сколько раз путь  $\Delta s$ , пройденный материальной точкой, будет превышать модуль ее перемещения  $\Delta r$  спустя  $t = 4$  с после начала отсчета времени.
2. Человек массой  $m_1 = 70$  кг, бегущий со скоростью  $v_1 = 9$  км/ч, догоняет тележку массой  $m_2 = 190$  кг, движущуюся со скоростью  $v_2 = 3,6$  км/ч, и вскакивает на нее. С какой скоростью станет двигаться тележка с человеком? С какой скоростью будет двигаться тележка с человеком, если человек до прыжка бежал навстречу тележке?
3. Две пружины жесткостью  $k_1 = 0,5$  кН/м и  $k_2 = 1$  кН/м скреплены параллельно. Определить потенциальную энергию  $\Pi$  данной системы при абсолютной деформации  $\Delta l = 4$  см.
4. Нить с привязанными к ее концам грузами массами  $m_1 = 50$  г и  $m_2 = 60$  г перекинута через блок диаметром  $D = 4$  см. Определить момент инерции  $J$  блока, если под действием силы тяжести грузов он получил угловое ускорение  $\varepsilon = 1,5$  рад/с<sup>2</sup>. Трением и проскальзыванием нити по блоку пренебречь.
5. Платформа, имеющая форму диска, может вращаться около вертикальной оси. На краю платформы стоит человек. На какой угол  $\varphi$  повернется платформа, если человек пойдет вдоль края платформы и, обойдя ее, вернется в исходную (на платформе) точку? Масса платформы  $m_1 = 280$  кг, масса человека  $m_2 = 80$  кг.
6. Определить количество вещества  $\nu$  водорода, заполняющего сосуд объемом  $V = 3$  л, если концентрация молекул газа в сосуде  $n = 2 \cdot 10^{18}$  м<sup>-3</sup>.
7. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$  газа, если при температуре  $T = 154$  К и давлении  $P = 2,8$  МПа он имеет плотность  $\rho = 6,1$  кг/м<sup>3</sup>.
8. Водород находится при температуре  $T = 300$  К. Найти среднюю кинетическую энергию  $\langle \varepsilon_{вр} \rangle$  вращательного движения одной молекулы, а также суммарную кинетическую энергию  $E_k$  всех молекул этого газа; количество водорода  $\nu = 0,5$  моль.
9. Найти удельные  $c_v$  и  $c_p$  и молярные  $C_v$  и  $C_p$  теплоемкости азота и гелия.
10. При каком давлении  $P$  средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекул азота равна 1 м, если температура газа  $t = 10^\circ\text{C}$ ?
11. Во сколько раз увеличится объем водорода, содержащий количество вещества  $\nu = 0,4$  моль при изотермическом расширении, если при этом газ получит количество теплоты  $Q = 800$  Дж? Температура водорода  $T = 300$  К.
12. На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P, V)$ ,  $(V, T)$



Вариант №8

1. Две автомашины движутся по дорогам, угол между которыми  $\alpha = 60^\circ$ . Скорость автомашин  $v_1 = 54$  км/ч и  $v_2 = 72$  км/ч. С какой скоростью  $v$  удаляются машины одна от другой?

- Орудие, жестко закрепленное на железнодорожной платформе, производит выстрел вдоль полотна железной дороги под углом  $\alpha = 30^\circ$  к линии горизонта. Определить скорость  $u_2$  отката платформы, если снаряд вылетает со скоростью  $u_1 = 480$  м/с. Масса платформы с орудием и снарядами  $m_2 = 18$  т, масса снаряда  $m_1 = 60$  кг.
- Пружина жесткостью  $k = 500$  Н/м сжата силой  $F = 100$  Н. Определить работу  $A$  внешней силы, дополнительно сжимающей пружину еще на  $\Delta l = 2$  см.
- На обод маховика диаметром  $D = 60$  см намотан шнур, к концу которого привязан груз массой  $m = 2$  кг. Определить момент инерции  $J$  маховика, если он, вращаясь равноускоренно под действием силы тяжести груза, за время  $t = 3$  с приобрел угловую скорость  $\omega = 9$  рад/с.
- Платформа в виде диска диаметром  $D = 3$  м и массой  $m = 180$  кг может вращаться вокруг вертикальной оси. С какой угловой скоростью  $\omega_1$  будет вращаться эта платформа, если по ее краю пойдет человек массой  $m_2 = 70$  кг со скоростью  $v = 1,8$  м/с относительно платформы?
- В баллоне вместимостью  $V = 3$  л содержится кислород массой  $m = 10$  г. Определить концентрацию  $n$  молекул газа.
- Найти плотность  $\rho$  азота при температуре  $T = 400$  К и давлении  $P = 2$  МПа.
- При какой температуре средняя кинетическая энергия  $\langle \epsilon_n \rangle$  поступательного движения молекулы газа равна  $4,14 \cdot 10^{-21}$  Дж?
- Вычислить удельные теплоемкости газа, зная, что его молярная масса  $M = 4 \cdot 10^{-3}$  кг/моль и отношение теплоемкостей  $C_p/C_v = 1,67$ .
- В сосуде вместимостью  $V = 5$  л находится водород массой  $m = 0,5$  г. Определить среднюю длину свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы водорода в этом сосуде.
- Какая работа  $A$  совершается при изотермическом расширении водорода массой  $m = 5$  г, взятого при температуре  $T = 290$  К, если объем газа увеличивается в три раза?
- На рис. изображен цикл, происходящий в газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P, T)$ ,  $(P, V)$

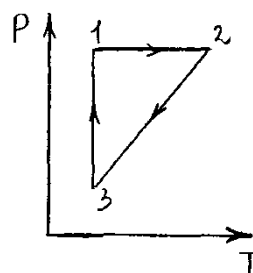


#### Вариант №9

- Материальная точка движется прямолинейно с ускорением  $a = 5$  м/с<sup>2</sup>. Определить, на сколько путь, пройденный точкой в  $n$ -ю секунду, будет больше пути, пройденного в предыдущую секунду. Принять  $v_0 = 0$ .
- С тележки, свободно движущейся по горизонтальному пути со скоростью  $v_1 = 3$  м/с, в сторону, противоположную движению тележки, прыгает человек, после чего скорость тележки изменилась и стала равной  $u_1 = 4$  м/с. Определить горизонтальную составляющую скорости  $u_{2x}$  человека при прыжке относительно тележки. Масса тележки  $m_1 = 210$  кг, масса человека  $m_2 = 70$  кг.
- Из шахты глубиной  $h = 600$  м поднимают клеть массой  $m_1 = 3,0$  т на канате, каждый метр которого имеет массу  $m = 1,5$  кг. Какая работа  $A$  совершается при поднятии клетки на поверхность Земли? Каков коэффициент полезного действия  $\eta$  подъемного устройства?
- По касательной к шкиву маховика в виде диска диаметром  $D = 75$  см и массой  $m = 40$  кг приложена сила  $F = 1$  кН. Определить угловое ускорение  $\epsilon$  и частоту вращения  $n$  маховика через время  $t = 10$  с после начала действия силы, если радиус  $r$  шкива равен 12 см. Силой трения пренебречь.
- На скамье Жуковского стоит человек и держит в руках стержень вертикально по оси скамьи. Скамья с человеком вращается с угловой скоростью  $\omega_1 = 4$  рад/с. С какой угловой

скоростью  $\omega_2$  будет вращаться скамья с человеком, если повернуть стержень так, чтобы он занял горизонтальное положение? Суммарный момент инерции человека и скамьи  $J=5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ . Длина стержня  $l=1,8 \text{ м}$ , масса  $m=6 \text{ кг}$ . Считать, что центр масс стержня с человеком находится на оси платформы.

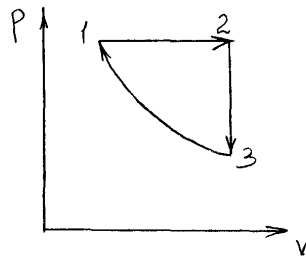
6. Определить относительную молекулярную массу  $M_r$ : 1) воды; 2) углекислого газа; 3) поваренной соли.
7. В сосуде вместимостью  $V = 40 \text{ л}$  находится кислород при температуре  $T = 300 \text{ К}$ . Когда часть газа расходовали, давление в баллоне понизилось на  $\Delta p = 100 \text{ кПа}$ . Определить массу  $m$  израсходованного кислорода. Процесс считать изотермическим.
8. В азоте взвешены мельчайшие пылинки, которые движутся так, как если бы они были очень крупными молекулами. Масса каждой пылинки равна  $6 \cdot 10^{-10} \text{ г}$ . Газ находится при температуре  $T = 400 \text{ К}$ . Определить средние квадратичные скорости  $\langle v_{\text{кв}} \rangle$ , а также средние кинетические энергии  $\langle \epsilon_{\text{п}} \rangle$  поступательного движения молекулы азота и пылинки.
9. Трехатомный газ под давлением  $P = 240 \text{ кПа}$  и температуре  $t = 200 \text{ С}$  занимает объем  $V = 10 \text{ л}$ . Определить теплоемкость  $C_p$  этого газа при постоянном давлении.
10. Средняя длина свободного пробега  $\langle l \rangle$  молекулы водорода при некоторых условиях равна  $2 \text{ мм}$ . Найти плотность  $\rho$  водорода при этих условиях.
11. Идеальный газ совершает цикл Карно при температурах теплоприемника  $T_2 = 290 \text{ К}$  и теплоотдатчика  $T_1 = 400 \text{ К}$ . Во сколько раз увеличится коэффициент полезного действия  $\eta$  цикла, если температура теплоотдатчика возрастет до  $T = 600 \text{ К}$ ?
12. На рис. изображен цикл, происходящий газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P, V)$ ,  $(V, T)$



#### Вариант №10

1. Тело брошено вертикально вверх с начальной скоростью  $v_0 = 4 \text{ м/с}$ . Когда оно достигло верхней точки полета из того же начального пункта, с той же начальной скоростью  $v_0$  вертикально вверх брошено второе тело. На каком расстоянии  $h$  от начального пункта встретятся тела? Сопротивление воздуха не учитывать.
2. При горизонтальном полете со скоростью  $v = 250 \text{ м/с}$  снаряд массой  $m = 8 \text{ кг}$  разорвался на две части. Большая часть массой  $m_1 = 6 \text{ кг}$  получила скорость  $u_1 = 400 \text{ м/с}$  в направлении полета снаряда. Определить модуль и направление скорости  $u_2$  меньшей части снаряда.
3. Определить, работу растяжения двух соединенных последовательно пружин жесткостью  $k_1 = 400 \text{ Н/м}$  и  $k_2 = 250 \text{ Н/м}$ , если первая пружина при этом растянулась на  $\Delta l = 2 \text{ см}$ .
4. Шарик массой  $m = 60 \text{ г}$ , привязанный к концу нити длиной  $l = 1,2 \text{ м}$ , вращается с частотой  $n_1 = 2 \text{ с}^{-1}$ , опираясь на горизонтальную плоскость. Нить укорачивается, приближая шарик к оси до расстояния  $l_2 = 0,6 \text{ м}$ . С какой частотой  $n_2$  будет при этом вращаться шарик? Какую работу  $A$  совершает внешняя сила, укорачивая нить? Трением шарика о плоскость пренебречь.
5. На скамье Жуковского сидит человек и держит на вытянутых руках гири массой  $m = 5 \text{ кг}$  каждая. Расстояние от каждой гири до оси скамьи  $l = 70 \text{ см}$ . Скамья вращается с частотой  $n_1 = 1 \text{ с}^{-1}$ . Как изменится частота вращения скамьи и какую работу  $A$  произведет человек, если он сожмет руки так, что расстояние от каждой гири до оси уменьшится до  $l_2 = 20 \text{ см}$ ? Момент инерции человека и скамьи (вместе) относительно оси  $J = 2,5 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ .

6. Определить количество вещества  $\nu$  и число  $N$  молекул азота массой  $m = 0,2$  кг.
7. Определить плотность  $\rho$  водяного пара, находящегося под давлением  $P = 2,5$  кПа и имеющего температуру  $T = 250$  К.
8. Определить среднюю кинетическую энергию  $\langle \epsilon_{\text{п}} \rangle$  поступательного движения и  $\langle \epsilon_{\text{вр}} \rangle$  вращательного движения молекулы азота при температуре  $T = 1$  кВ. Определить также полную кинетическую энергию  $E_{\text{к}}$  молекулы при тех же условиях.
9. Одноатомный газ при нормальных условиях занимает объем  $V = 5$  л. Вычислить теплоемкость  $C_v$  этого газа при постоянном объеме.
10. В сферической колбе вместимостью  $V = 3$  л, содержащей азот, создан вакуум с давлением  $P = 80$  мкПа. Температура газа  $T = 250$  К. Можно ли считать вакуум в колбе высоким?
11. Определить работу  $A$ , которую совершит азот, если ему при постоянном давлении сообщить количество теплоты  $Q = 21$  кДж. Найти также изменение  $\Delta U$  внутренней энергии газа.
12. На рис. изображен цикл, происходящий газе неизменной массы. Изобразите этот цикл в координатных осях:  $(P, V)$ ,  $(V, T)$

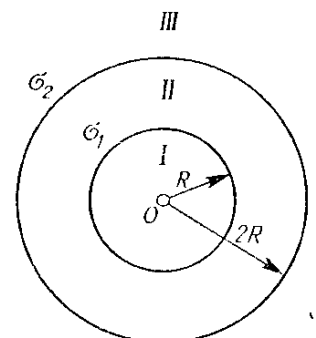


### Расчетно-графическая работа №2

#### Вариант №1

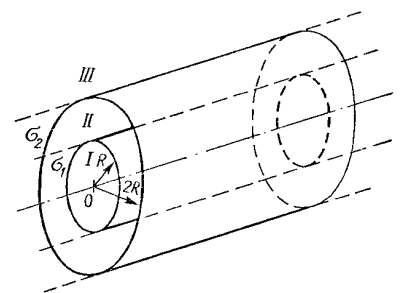
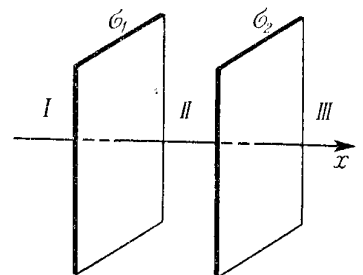
1. На двух concentric сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 4\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 10$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .



2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



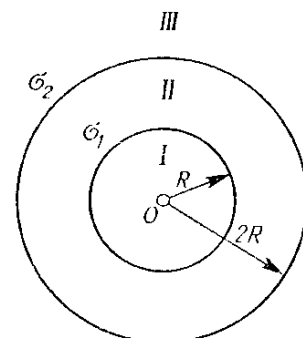
3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 50 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .

#### Вариант №2

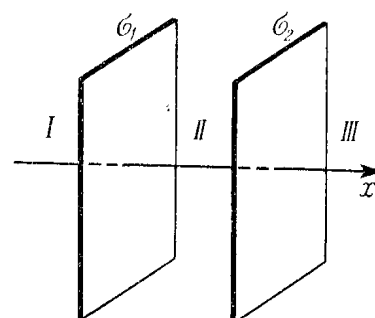
1. На двух concentрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 20 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .



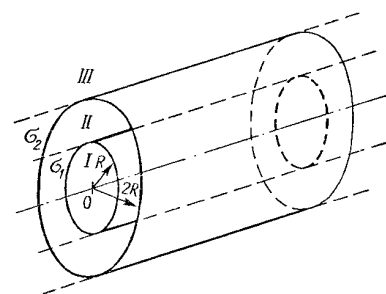
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



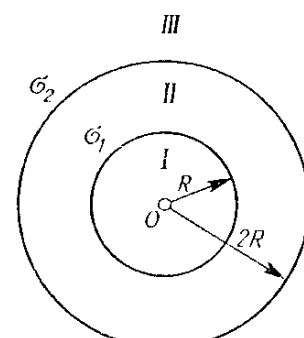
3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 10 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



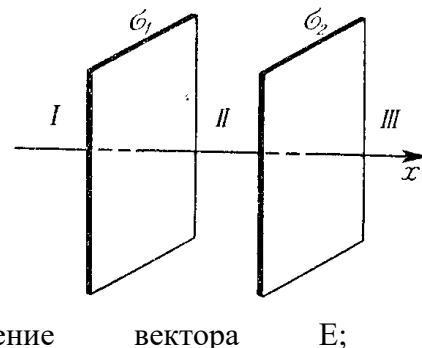
#### Вариант №3

1. На двух concentрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:



- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=6\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=30$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r=1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .

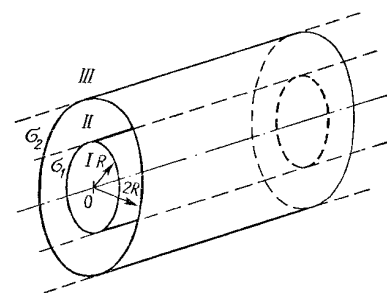
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:



- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1=3\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;

- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .

3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

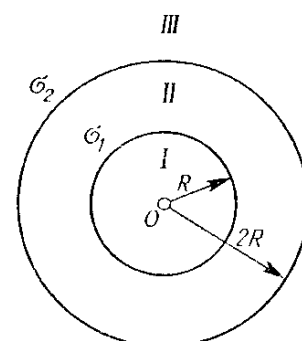


- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=-2\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;

- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=20$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r=1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .

#### Вариант №4

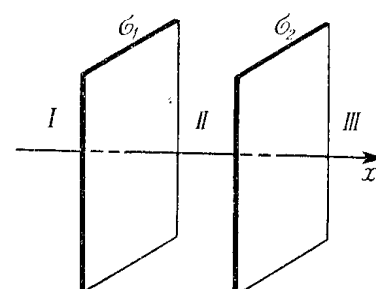
1. На двух concentric сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:



- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=4\sigma$ ,  $\sigma_2=3\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=40$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r=1,5R$ ;

- 3) построить график  $E(r)$ .

2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:



- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1=2\sigma$ ,  $\sigma_2=3\sigma$ ;

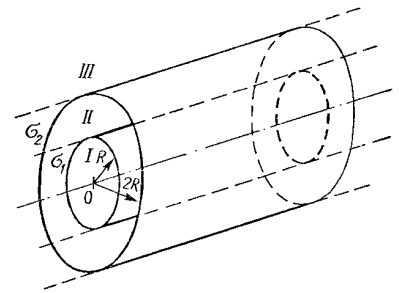
- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной

слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;

3) построить график  $E(x)$ .

3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

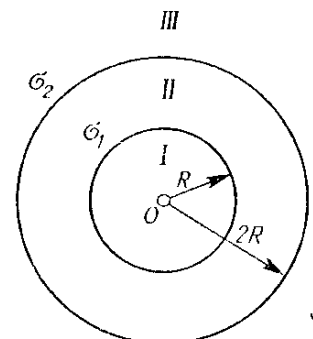
- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 30 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



#### Вариант №5

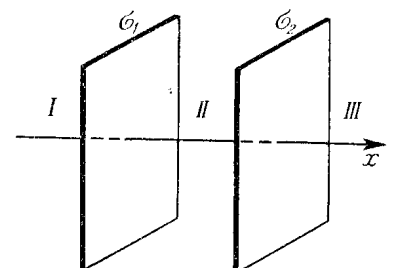
1. На двух concentрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 50 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .



2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = 2\sigma$ ;

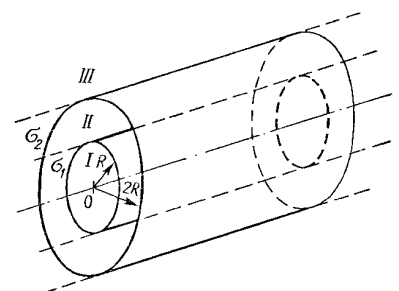


2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;

3) построить график  $E(x)$ .

3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 40 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .

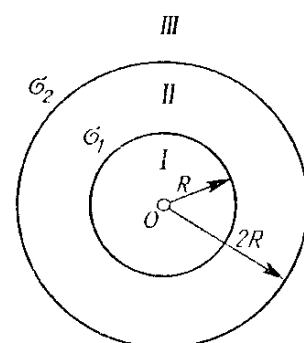


#### Вариант №6



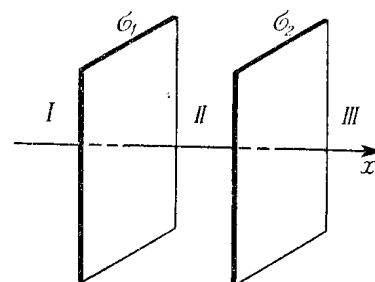
1. На двух concentрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = 4\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 60 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .



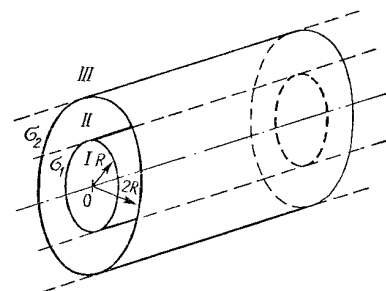
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 4\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

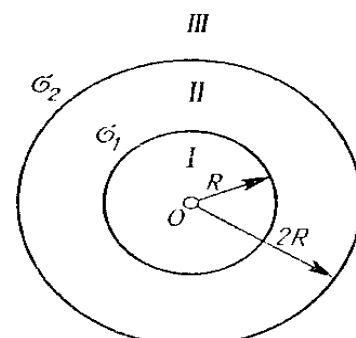
- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 60 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



#### Вариант №7

1. На двух concentрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = \sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 70 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .

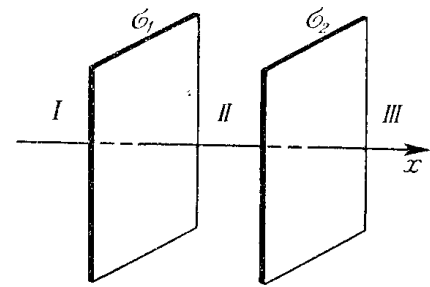


2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1=5\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;

2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;

3) построить график  $E(x)$ .

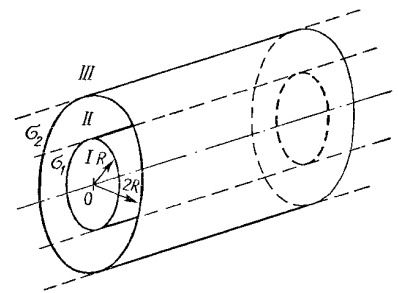


3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=2\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;

2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=70$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r=1,5R$ ;

3) построить график  $E(x)$ .



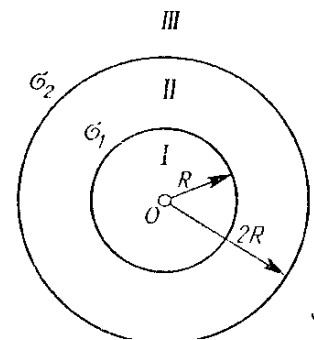
#### Вариант №8

1. На двух concentric сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=4\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;

2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=80$  нКл/м<sup>2</sup>,  $r=1,5R$ ;

3) построить график  $E(r)$ .

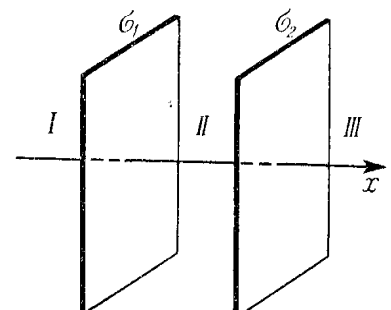


2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1=\sigma$ ,  $\sigma_2=4\sigma$ ;

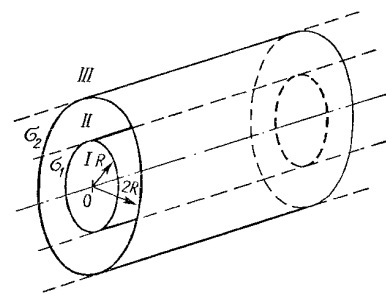
2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;

3) построить график  $E(x)$ .



3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

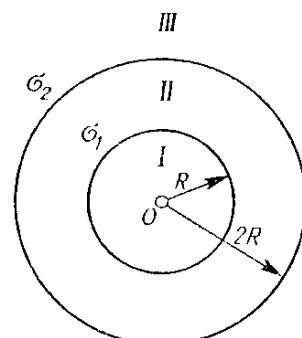
- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 80 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



#### Вариант №9

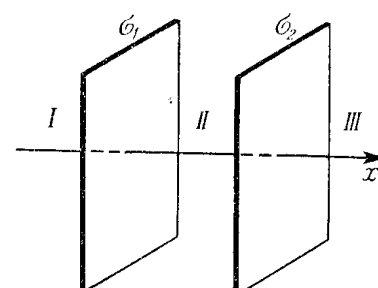
1. На двух concentric сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 4\sigma$ ,  $\sigma_2 = 2\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 90 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .



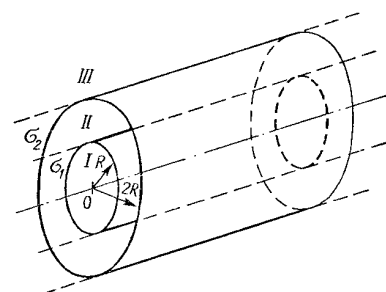
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = 5\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

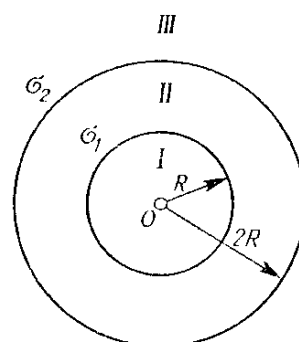
- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1 = -2\sigma$ ,  $\sigma_2 = \sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma = 90 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r = 1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



#### Вариант №10

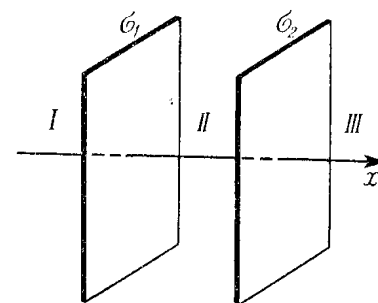
1. На двух concentрических сферах радиусом  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$ . Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса, найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=4\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от центра на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=10 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r=1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(r)$ .



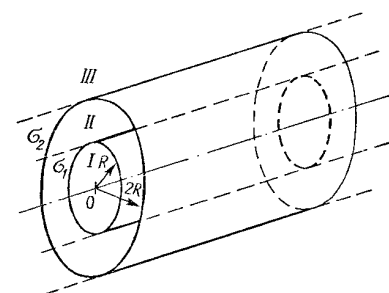
2. На двух бесконечных параллельных плоскостях равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса и принцип суперпозиции электрических полей, найти выражение  $E(x)$  напряженности электрического поля в трех областях: I, II и III. Принять  $\sigma_1=\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  поля в точке, расположенной слева от плоскостей, и указать направление вектора  $E$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



3. На двух коаксиальных бесконечных цилиндрах радиусами  $R$  и  $2R$  равномерно распределены заряды с поверхностными плотностями  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  (рис). Требуется:

- 1) используя теорему Остроградского—Гаусса: найти зависимость  $E(r)$  напряженности электрического поля от расстояния для трех областей: I, II и III. Принять  $\sigma_1=-2\sigma$ ,  $\sigma_2=\sigma$ ;
- 2) вычислить напряженность  $E$  в точке, удаленной от оси цилиндров на расстояние  $r$ , и указать направление вектора  $E$ . Принять  $\sigma=100 \text{ нКл/м}^2$ ,  $r=1,5R$ ;
- 3) построить график  $E(x)$ .



## Вопросы к защите расчетно-графических работ (РГР)

### 2 семестр

#### Расчетно-графическая работа №1

1. Что изучает механика?
2. Дайте определение механическому движению.
3. Как направлен вектор мгновенной скорости?
4. Как найти значение полного ускорения?
5. Как можно классифицировать движение по тангенциальной и нормальной составляющих ускорения?
6. Сформулируйте законы Ньютона.
7. Объяснить алгоритм решения задач на 2 закон Ньютона.

8. Сформулируйте закон сохранения энергии.
9. Сформулируйте теорему Штейнера.
10. Как определить кинетическую энергию скатывающегося с наклонной плоскости тела?
11. Что изучает молекулярная физика?
12. Что характеризует температура?
13. Сформулируйте основные положения МКТ.
14. Дайте определение идеального газа.
15. Сформулируйте закон Бойля-Мариотта.
16. Сформулируйте закон Гей-Люссака.
17. Сформулируйте закон Шарля.
18. Запишите уравнения состояния идеального газа.
19. Сформулируйте первое начало термодинамики.
20. Сформулируйте 2 начало термодинамики.
21. Сформулируйте 3 начало термодинамики.
22. Можно ли создать вечный двигатель?

### **3 семестр**

#### **Расчетно-графическая работа №2**

1. Что собой представляет электрическое поле?
2. Дайте определение электростатического поля.
3. Перечислите основные характеристики электростатического поля?
4. Дайте определение напряженности.
5. Как можно изобразить электростатическое поле?
6. Что называют потоком вектора напряженности?
7. Сформулируйте принцип суперпозиции напряженностей полей.
8. Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса.
9. Что называют циркуляцией вектора напряженности электрического поля?

**Примечание:** все ответы на вопросы пояснять примерами из РГР.

#### **Процедура оценивания расчетно-графической работы (РГР)**

Расчетно-графическая работа - вид письменной работы, направленный на творческое освоение компетенций, прописанных в рабочей программе дисциплины.

При оценке РГР преподаватель определяет полноту выполнения работы, качество и точность расчетной и графической части, четкость и последовательность изложения решений, наличие достаточных пояснений.

При оценивании РГР преподаватель оценивает следующие моменты:

1. содержание работы;
2. постановка цели и задач;
3. порядок проведения анализа по теме исследования;
4. порядок оформления использованных источников информации;
5. объем и оформление работы;
6. полнота и правильность выводов работы.

#### **Критерии оценки**

За каждую РГР выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Оценка «зачтено» за РГР выставляется в случае, если:

1. работа выполнена по плану.
2. в каждом пункте приведено правильное развернутое решение.
3. объем и оформление работы отвечают требованиям.
4. работа выполнена аккуратно, в заданной логике, без вычислительных ошибок.
5. чертеж выполнен крупно и в соответствии с требованиями к чертежам.
6. студент может ответить на предложенные вопросы по данной работе.

При невыполнении перечисленных требований выставляется оценка «не зачтено».