

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.16	Физика
Учебный план: _____ ФГОС3++b180301.23-12_26.plx	
Кафедра:	25 Физики
Направление подготовки: (специальность)	18.03.01 Химическая технология
Профиль подготовки: (специализация)	Технология медицинских и фармацевтических материалов
Уровень образования:	бакалавриат
Форма обучения:	очная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся			Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия	Лаб. занятия				
2	УП	34	17	34	94,75	0,25	5	Зачет
	РПД	34	17	34	94,75	0,25	5	
3	УП	34	17	34	23	36	4	Экзамен
	РПД	34	17	34	23	36	4	
4	УП	17	17	34	4	36	3	Экзамен
	РПД	17	17	34	4	36	3	
Итого	УП	85	51	102	121,75	72,25	12	
	РПД	85	51	102	121,75	72,25	12	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология, утверждённым приказом Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 922

Составитель (и):

Кандидат физико-математических наук, Зав.
кафедрой

Яшкевич Е.А.

От кафедры составителя:
Заведующий кафедрой физики

Яшкевич Е.А.

От выпускающей кафедры:
Заведующий кафедрой

Аким Э.Л.

Методический отдел:

Фахретдинова А. Р.

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области использования законов физики в профессиональной деятельности.

1.2 Задачи дисциплины:

- 1) Изучить основные физические явления, основные понятия и законы физики.
- 2) Понимать роль физических процессов и законов в явлениях природы.
- 3) Овладеть методами решения конкретных физических задач.
- 4) Научиться применять методы математического анализа и моделирования при решении физических задач.
- 5) Овладеть методами физических измерений и обработки их результатов.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-2: Способен использовать математические, физические, физико-химические, химические методы для решения задач профессиональной деятельности
Знать: физические основы механики, физики колебаний и волн, электричества и магнетизма, электродинамики, статистической физики и термодинамики, квантовой физики.
Уметь: решать типовые задачи, связанные с основными разделами физики, использовать физические законы при анализе и решении проблем профессиональной деятельности.
Владеть: методами проведения физических измерений, методами корректной оценки погрешностей при проведении физического эксперимента.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа			СР (часы)	Форма текущего контроля
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	Лаб. (часы)		
Раздел 1. Основные законы механики.	2					Л,РГР
Тема 1. Кинематика. Относительность движения. Система отсчета. Кинематика материальной точки. Перемещение, скорость и ускорение. Вращательное движение твердого тела. Угловые величины. Лабораторная работа № 1-11 "Определение коэффициента вязкости по методу Стокса".		4	2	4	12	
Тема 2. Динамика материальной точки. Законы Ньютона. Закон сохранения импульса. Работа и мощность. Работа упругой силы. Кинетическая и потенциальная энергия. Полная энергия. Закон сохранения энергии. Удар тел. Закон Всемирного тяготения. Космические скорости.		4	2		12	
Тема 3. Динамика вращательного движения твердого тела. Момент силы и момент инерции. Основной закон динамики вращательного движения. Кинетическая энергия вращающегося тела. Момент импульса. Закон сохранения момента импульса. Лабораторная работа № 1-22 "Изучение основного закона динамики вращательного движения".		4	2	8	12	Л,РГР
Раздел 2. Колебания и волны.						
Тема 4. Гармонические колебания. Кинематика гармонических колебаний. Сложение одинаково направленных и взаимно перпендикулярных колебаний. Превращение энергии при колебаниях. Маятники. Лабораторная работа № 1-31 "Исследование колебаний пружинного маятника".		4	2	6	12	
Тема 5. Затухающие и вынужденные колебания. Дифференциальное уравнение затухающих колебаний. Общий вид затухающих колебаний. Вынужденные колебания. Резонанс.		4	2		12	

Тема 6. Волны. Уравнение волны. Длина волны и скорость распространения. Понятие об интерференции волн. Лабораторная работа № 1-42 "Определение скорости звука при помощи стоячих волн".		4	3	6	12	Л,РГР
Раздел 3. Молекулярная физика и термодинамика.						
Тема 7. Молекулярная физика. Уравнение состояния идеального газа. Абсолютная температура. Основное уравнение МКТ. Статистические распределения Больцмана и Максвелла. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реальных газов. Критическое состояние, критическая температура, сжижение газов. Явления переноса: теплопроводность, диффузия, вязкость. Лабораторная работа № 1-61 "Определение отношения теплоемкостей воздуха при постоянном объеме".		6	2	10	11	
Тема 8. Термодинамика. Первое начала термодинамики. Теплоемкости газов. Циклические процессы. Тепловая машина, коэффициент полезного действия. Цикл Карно. Второе начала термодинамики, обратимые и необратимые процессы. Энтропия, ее статистический смысл. Фазовые переходы.		4	2		11,75	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)		34	17	34	94,75	
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)		0,25				
Раздел 4. Электричество.	3					Л,РГР
Тема 9. Электрическое поле. Напряженность и потенциал электрического поля, связь между ними. Теорема Гаусса для электростатического поля. Проводники в электрическом поле. Емкость. Энергия электрического поля. Диэлектрики. Лабораторная работа № 2-11 "Исследование электрического поля". Лабораторная работа № 2-21 "Измерение емкости конденсатора баллистическим гальванометром".		8	2	8	4	
Тема 10. Электрический ток. Законы постоянного тока. ЭДС. Лабораторная работа № 2-01 "Изучение законов постоянного тока".		6	4	8	4	
Тема 11. Полная электрическая цепь. Правила Кирхгофа. Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца.		2	2		4	

Раздел 5. Магнетизм.					
Тема 12. Магнитное поле. Силовое действие магнитного поля. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции. Поле соленоида. Явление электромагнитной индукции. Генераторы электрического тока. Энергия магнитного поля. Магнетики. Ферромагнетизм. Лабораторная работа № 2-52 "Измерение магнитного поля Земли". Лабораторная работа № 2-51 "Исследование явления электромагнитной индукции".	10	5	18	6	Л,РГР
Тема 13. Электромагнитные колебания и волны. Колебательный контур. Превращение энергии в контуре. Уравнения Максвелла. Электромагнитное поле. Электромагнитные волны. Радиосвязь.	8	4		5	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	34	17	34	23	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			33,5	
Раздел 6. Геометрическая и волновая оптика.					
Тема 14. Геометрическая оптика. Законы геометрической оптики. Линзы. Оптические приборы.	2	2		1	РГР,Л
Тема 15. Волновая оптика. Явление интерференции. Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля. Поляризация света. Лабораторная работа № 3-12 "Определение концентрации водных растворов с помощью измерения их показателя преломления". Лабораторная работа № 3-41 "Определение удельного вращения раствора сахара". Лабораторная работа № 3-21 "Определение длины световой волны с помощью колец Ньютона". Лабораторная работа № 3-31 "Определение длины световой волны с помощью дифракционной решетки".	6	6	22	1	
Раздел 7. Квантовая оптика. Физика атома и атомного ядра.					
Тема 16. Тепловое излучение. Фотоэффект. Давление света. Эффект Комптона. Лабораторная работа № 3-51 "Исследование теплового излучения серого тела".	5	4	12	1	Л,РГР
Тема 17. Строение атома. Опыты Резерфорда. Постулаты Бора. Спектр водорода. Состав ядра. Ядерные силы, энергия связи ядра. Ядерные реакции.	4	5		1	
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	17	17	34	4	
Консультации и промежуточная аттестация (Экзамен)	2,5			33,5	

Всего контактная работа и СР по дисциплине		243,25	188,75	
--	--	--------	--------	--

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5 БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СИСТЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

Использование балльно-рейтинговой системы не предусмотрено.

6. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

6.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-2	1. Излагает базовые физические законы, знает основные физические величины, методы теоретических и экспериментальных исследований в физике и имеет представление о физических явлениях 2. Демонстрирует применение базовых физических законов к решению задач 3. Использует теоретические знания по физике для решения практических задач

6.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
5 (отлично)	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях при ответе; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности и широкую эрудицию в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует правильное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Умеет применять математический аппарат для реализации плана решения задачи и, если это необходимо, может представить его графически. Получил правильный ответ и может его интерпретировать.
4 (хорошо)	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний основных физических законов, ориентируется в основных понятиях и определениях; усвоил основную литературу; допускает незначительные погрешности при ответах на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, но испытывает затруднения с его интерпретацией.
3 (удовлетворительно)	Обучающийся показывает знания учебного материала в минимальном объеме; может сформулировать физические законы, понятия и определения, но при этом, допуская большое количество непринципиальных ошибок; знаком с основной литературой; допускает существенные ошибки в ответе на экзамене, но может устранить их под руководством преподавателя.	Обучающийся вникает в смысл условия задачи, понимает план ее решения, однако, не может в полной мере с помощью математического аппарата реализовать ее решение. Знает размерности физических величин, может сделать рисунок или схему, поясняющую решение задачи.
2 (неудовлетворительно)	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях;	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом.

	плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на экзамене существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Попытка списывания, использования неразрешенных технических устройств или пользование подсказкой другого человека.	Представление чужой работы, отказ от выполнения задания
Зачтено	Обучающийся показывает всестороннее и глубокое знание основных физических законов, свободно ориентируется в основных понятиях, терминах и определениях; усвоил основную и знаком с дополнительной литературой; может объяснить взаимосвязь основных физических законов и их значение для последующей профессиональной деятельности; проявляет творческие способности в использовании учебного материала.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин.
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины; не может сформулировать основные физические законы; плохо ориентируется в основных понятиях и определениях; плохо знаком с основной литературой; допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом.

6.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

6.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Семестр 2	
1	Предмет механики. Механическое движение. Система отсчета. Материальная точка. Траектория, путь, перемещение.
2	Скорость, ускорение. Путь как интеграл движения.
3	Движение материальной точки по окружности. Угловые и линейные характеристики, связь между ними.
4	Первый закон Ньютона. Инерциальные системы отсчета. Сила, масса.
5	Второй закон Ньютона. Импульс силы. Импульс тела.
6	Третий закон Ньютона. Изолированная система материальных точек. Закон сохранения импульса.
7	Реактивное движение. Формула Циолковского.
8	Работа и мощность
9	Работа переменной силы. Работа упругой силы.
10	Энергия кинетическая и потенциальная. Закон сохранения энергии.
11	Силы тяготения. Поле сил. Закон Всемирного тяготения. Энергия тела в поле тяжести Земли.
12	Консервативные силы.
13	Понятие абсолютно твердого тела. Поступательное и вращательное движение. Центр масс.
14	Момент силы. Момент инерции. Основное уравнение динамики вращательного движения.
15	Момент инерции тонкого и толстого кольца (вывод).
16	Момент инерции диска (вывод).
17	Момент инерции тонкого стержня. Теорема Штейнера.
18	Момент импульса и закон его сохранения.
19	Кинетическая энергия вращения и качения.
20	Свободные незатухающие колебания. Дифференциальное уравнение колебаний. Гармонический осциллятор.
21	Скорость, ускорение, энергия гармонического колебательного движения.

22	Математический маятник как гармонический осциллятор.
23	Физический маятник как гармонический осциллятор. Приведенная длина.
24	Свободные затухающие колебания, дифференциальное уравнение и его решение.
25	Амплитуда затухающих колебаний. Коэффициент затухания.
26	Угловая частота затухающих колебаний как функция коэффициента затухания. Логарифмический декремент затухания, время релаксации.
27	Вынужденные колебания, дифференциальное уравнение и его решение. Резонанс.
28	Волновые процессы в упругой среде. Продольные и поперечные волны.
29	Уравнение плоской волны. Стоячие волны
30	Тепловое движение молекул. Параметры состояния системы. Уравнение состояния идеального газа.
31	Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Постоянная Больцмана.
32	Внутренняя энергия идеального газа. Степени свободы молекулы.
33	Опыт Штерна. Распределение молекул газа по скоростям. Функция распределения Максвелла.
34	Идеальный газ в поле тяжести Земли. Барометрическая формула. Идеальный газ в силовом поле. Распределение Больцмана.
35	Первое начало термодинамики. Работа газа.
36	Применение первого начала к изохорическому и изобарическому процессам. Работа газа в этих процессах.
37	Удельные и молярные теплоемкости при постоянном объеме и при постоянном давлении.
38	Применение первого начала к изотермическому процессу. Работа газа при изотермическом процессе.
39	Применение первого начала к адиабатическому процессу. Уравнение Пуассона.
40	Равновесное состояние системы. Круговой процесс. Тепловая машина и её КПД. Вечный двигатель первого рода. Обратимые и необратимые процессы.
41	Цикл Карно и его КПД.
42	Вечный двигатель второго рода. Второе начало термодинамики.
43	Термодинамическое понятие энтропии. Неравенство Клаузиуса. Третье начало термодинамики.
44	Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Изотермы реальных газов. Критическая температура.
45	Внутренняя энергия реального газа. Эффект Джоуля-Томсона.
46	Средняя длина свободного пробега молекул. Явления переноса.
Семестр 3	
47	Электрический заряд и его свойства. Закон Кулона.
48	Электрическое поле. Напряженность электрического поля, поля точечного заряда, принцип суперпозиции полей.
49	Электрический диполь. Расчет напряженности поля диполя.
50	Силовые линии электрического поля. Поток вектора напряженности через поверхность.
51	Теорема Гаусса для электрического поля. Расчет напряженности электрического поля равномерно заряженной сферы, шара.
52	Расчет напряженности электрического поля бесконечной равномерно заряженной плоскости; двух параллельных плоскостей.
53	Расчет напряженности электрического поля равномерно заряженной нити.
54	Работа сил электрического поля. Потенциал. Эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом электрического поля.
55	Теорема о циркуляции вектора напряженности электрического поля.
56	Проводники в электрическом поле.
57	Емкость проводников.
58	Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.
59	Применение конденсаторов для измерения малых зарядов. Опыт Милликаена.
60	Электрический диполь во внешнем электрическом поле.
61	Полярное представление об атомах и молекулах вещества. Вектор поляризации.
62	Поверхностная плотность связанных зарядов. Вектор электрической индукции.
63	Энергия заряженного проводника. Энергия электрического поля. Плотность энергии.
64	Сила и плотность тока. Напряжение, сопротивление и ЭДС.
65	Законы электрической цепи. Закон Ома в дифференциальной форме.
66	Закон Джоуля-Ленца.
67	Правила Кирхгофа.
68	Магнитное поле – поле движущихся зарядов. Характеристики поля. Закон Био-Савара-Лапласа.
69	Расчет напряженности магнитного поля кругового тока на его оси.

70	Расчет напряженности магнитного поля прямого тока.
71	Теорема о циркуляции вектора напряженности магнитного поля.
72	Расчет напряженности магнитного поля соленоида и тороида.
73	Действие магнитного поля на проводник с током. Сила Ампера.
74	Контур с током в магнитном поле.
75	Магнитный поток. Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.
76	Действие магнитного поля на заряженные частицы. Сила Лоренца.
77	Движение заряженных частиц в поперечном магнитном поле.
78	Движение заряженных частиц в продольном магнитном поле.
79	Принцип действия циклотрона.
80	Явление электромагнитной индукции (ЭМИ). Опыты Фарадея. Правило Ленца. Закон ЭМИ.
81	Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида.
82	Магнитный и механический моменты электрона на орбите. Гиромагнитное отношение. Моменты атомов.
83	Виды магнетиков: диамагнетики, парамагнетики.
84	Ферромагнетики. Гистерезис.
85	Энергия магнитного поля.
86	Ток смещения. Полный ток. Уравнения Максвелла.
87	Электромагнитное поле.
88	Электромагнитные колебания. Колебательный контур.
89	Открытый колебательный контур. Образование электромагнитной волны. Свойства электромагнитной волны.
Семестр 4	
90	Законы геометрической оптики
91	Линза. Оптические приборы.
92	Показатель преломления вещества. Дисперсия.
93	Прохождение света через вещество. Законы Бугера и Рэлея.
94	Интерференция света. Интерференционная картина.
95	Условия максимума и минимума интерференционной картины. Когерентные волны. Оптическая разность хода.
96	Способы получения когерентных волн в оптике. Опыт Юнга.
97	Интерференция в тонких пленках. Кольца Ньютона.
98	Применение интерференции. Интерферометры.
99	Дифракция света. Принцип Гюйгенса-Френеля.
100	Зоны Френеля, объяснение на их основе явления дифракции. Зонные пластинки.
101	Дифракционная решетка: устройство и принцип действия.
102	Дифракционная решетка как спектральный прибор. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.
103	Естественный и поляризованный свет. Виды поляризации. Поляризатор и анализатор. Закон Малюса.
104	Способы получения поляризованного света. Закон Брюстера. Двойное лучепреломление.
105	Экспериментальные основы теории строения атома. Модель атома по Резерфорду.
106	Опыт Франка и Герца.
107	Полная система квантовых чисел электрона в атоме. Принцип Паули.
108	Постулаты Бора. Сериальная формула для атома водорода.
109	Атомное ядро и его характеристики. Изотопы.
110	Дефект массы и энергия связи атомного ядра.
111	Естественная радиоактивность. Закон радиоактивного распада.
112	Ядерные реакции.
113	Рентгеновские лучи. Закон Мозли.
114	Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеноструктурный анализ
115	Тепловое излучение. Законы излучения абсолютно черного тела.
116	Фотоэффект.
117	Давление света.
118	Эффект Комптона.

6.3.2 Типовые тестовые задания

Типовые тестовые задания находятся в Приложении к данной РПД

6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Практико-ориентированные задания находятся в Приложении к данной РПД

6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

6.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

6.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная ☐ + Письменная ☐ + Компьютерное тестирование ☐ Иная ☐

6.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

- Возможность пользоваться справочными таблицами, калькулятором;
- Время на подготовку ответа по билету 45 минут.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
7.1.1 Основная учебная литература				
Старостина, И. А., Бурдова, Е. В., Сальманов, Р. С.	Краткий курс физики для бакалавров	Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет	2016	http://www.iprbookshop.ru/79312.html
Летута, С. Н., Чакав, А. А.	Курс физики. Оптика	Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ	2014	http://www.iprbookshop.ru/30111.html
Ларионов, А. Н., Кураков, Ю. И., Воищев, В. С., Маликов, И. Н., Ларионова, Н. Н., Греков, В. С., Воищева, О. В., Свиридова, А. Н.	Курс физики	Воронеж: Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого	2016	http://www.iprbookshop.ru/72682.html
7.1.2 Дополнительная учебная литература				
В.О. Кабанов, В.М. Максимов, А.А. Абрамович	Физика. Электромагнетизм [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам № 2-51, 2-52, 2-53	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik//16.pdf
В.О. Кабанов [и др.]	Оптика [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам 3—51, 3—61, 3—71	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/20.pdf
М. Ю. Дёмина, Ю. Ю. Циовкин, Е. А. Яшкевич	Физика. Физические основы механики: Учебно-методическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром.технологий и дизайна, Высш. школы технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1645567563.pdf

В.И. Лейман, О.Ю. Деркачева, А.В. Федоров	Физика. Электромагнетизм. Выполнение лабораторной работы: Методические указания к лабораторным работам № 2 — 31, 2 — 41 для бакалавров всех факультетов	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2021	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1635186327.pdf
А.А. Ашкалунин	Физика. Электромагнетизм. Индивидуальные задания для расчетной работы [Текст] : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/2020_04_18.pdf
А.Л. Ашкалунин, М.Н. Полянский	Физика. Ч. V. Оптика: методические указания и задания для самостоятельной работы студентов	М-во науки и высшего обр. РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1588480628.pdf
Е.А. Яшкевич, А. Л. Ашкалунин, А.В. Федоров	Физика. Часть VI. Физика атома и ядра: Индивидуальные задания для расчетной работы студентов: методические указания для студентов всех форм обучения	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1617725689.pdf
М. Ю. Дёмина, К. А. Крюков, Е. А. Яшкевич	Физика. Оптика: учебное пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологии и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1684114266.pdf
Е.А.Яшкевич, А.В.Федоров, Т.С.Гусарова	Физика. Лабораторные работы 1-11, 1-21, 1-22: методические указания к лабораторным работам	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург : ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1598304411.pdf
В.О. Кабанов, М.Н. Полянский, Е.А. Яшкевич	Физика. Механика и молекулярная физика: метод. указания к лабораторным работам № 1-51, 1-61, 1-71 для бакалавров всех факультетов	М-во науки и высшего образования РФ, С.- Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. - Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2020	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1593525599.pdf
Е.А. Яшкевич, М.Н. Полянский	ФИЗИКА [Текст] Ч. II. Колебания. Молекулярная физика. Индивидуальные задания для расчетных работ студентов: учебно-методическое пособие для бакалавров всех направлений	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб. : ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/2018_12_16_01.pdf
А.А. Абрамович, В.О. Кабанов, С.А. Поржецкий	Физика. Механика и молекулярная физика [Текст] : учебно-методическое пособие к лабораторным работам № 1-31, 1-32, 1-33, 1-41, 1-42	М-во образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД.- СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/2018_06_16_01.pdf

М. Ю. Дёмина, Е. А. Яшкевич, К. А. Крюков	Физика. Молекулярная физика и термодинамика. Решение задач: методические указания для студентов всех форм обучения по направлениям подготовки: 01.00.00 — Математика и механика, 13.00.00 — Электро- и теплоэнергетика, 15.00.00 — Машиностроение, 18.00.00 — Химические технологии, 20.00.00 — Техносферная безопасность и природообустройство, 29.00.00 — Технологии легкой промышленности	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.— Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1656006355.pdf
С.А. Поржецкий [и др.]	Физика. Электромагнетизм [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам № 2-01, 2-11, 2-21 для бакалавров всех направлений	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/21.pdf
М. Ю. Дёмина, К. А. Крюков, М. Н. Кульбицкая, Е. А. Яшкевич	Физика. Колебания и волны: учеб. пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург, гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.- Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1675650908.pdf
В.М. Максимов, М.Н. Полянский, С.А. Поржецкий	Физика [Текст]. Часть 1. Механика. Индивидуальные задания для самостоятельной работы студентов : учебно-методическое пособие	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП.- СПб.: СПбГТУРП	2015	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/12.pdf
В.О. Кабанов, С.А. Поржецкий, Е.А. Яшкевич	Физика. Элементы теории погрешностей [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторному практикуму для бакалавров всех направлений	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2018	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/2018_05_15_01.pdf
А.Л. Ашкалунин, Е.А. Яшкевич, Т.С. Гусарова	ФИЗИКА. Электростатика. Постоянный ток. Индивидуальные задания для расчетных работ [Текст] Ч. 3: учебно-методическое пособие для студентов всех факультетов	М-во науки и высшего образования РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. - СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2019	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1575931125.pdf
А.А. Абрамович [и др.]	Оптика [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам № 3—31, 3—41	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/Lab3-31_3-41_2017_final.pdf
С.А. Поржецкий, В.М. Максимов, А.В. Федоров	Оптика [Текст]: методические указания к лабораторным работам № 3-11, 3-12, 3-21	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2017	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/2018_01_12.pdf
В.И. Лейман [и др.]	Физика. Электромагнетизм [Текст]: учебно-методическое пособие к лабораторным работам № 2-31, 2-41, 2-51	М-во образования и науки РФ, ВШТЭ СПбГУПТД. – СПб.: ВШТЭ СПбГУПТД	2016	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/22.pdf

М. Ю. Дёмина, К. А. Крюков, В. И. Лейман, Е. А. Яшкевич	Физика. Оптика. Изучение закона Малюса: учебно-методическое пособие	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петерб. гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики. — Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2023	http://nizrp.narod.ru/metod/kaffysik/1705135632.pdf
---	---	---	------	---

7.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
 Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>

7.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

7.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска
Б-501	Лабораторный стенд для определения параметров линзы и града. Лабораторный стенд для определения концентрации водных растворов с помощью измерения их показателей преломления. Лабораторный стенд для определения длины световой волны с помощью колец Ньютона. Лабораторный стенд для определения длины световой волны с помощью дифракционной решетки. Лабораторный стенд для определения удельного вращения раствора сахара. Лабораторный стенд для исследования теплового излучения серого тела. Лабораторный стенд для определения силы света источника с помощью светодиода. Лабораторный стенд для исследования спектра атома водорода. Лабораторный стенд для исследования статистической обработки ядерных измерений, распределение Пуассона
Б-503	Микроскопы биологические, поляриметры круговые СМЗ, монохроматоры УМ-2, скамья оптическая, рефрактометры ИРФ-454Б, рефрактометры РПЛ-3, пирометры ОППИР-09, гониометры, осветлители-ВНО-1, блоки питания ВС4-12, радиометр фоновый РКБ4-1см.
Б-505	Лабораторный стенд для исследования колебаний пружинного маятника. Лабораторный стенд для исследования законов колебания математического маятника. Лабораторный стенд для исследования физического маятника. Лабораторный стенд для исследования скорости звука с помощью фигур Лиссажу. Лабораторный стенд для исследования скорости звука при помощи стоячих волн. Лабораторный стенд для исследования коэффициента вязкости по методу Стокса. Лабораторный стенд для исследования момента инерции твердого тела методом крутильных колебаний. Лабораторный стенд для исследования основного закона динамики вращательного движения. Лабораторный стенд для определения средней квадратичной скорости молекул. Лабораторный стенд для определения отношения теплоемкости воздуха при постоянном давлении к теплоемкости при постоянном объеме. Лабораторный стенд для определения коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом. Лабораторный стенд для определения коэффициента теплопроводности воздуха методом нагретой нити.

Приложение

рабочей программы дисциплины Физика

наименование дисциплины

по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология

наименование ОП (профиля): Технология медицинских и фармацевтических материалов

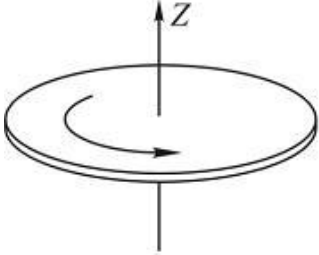
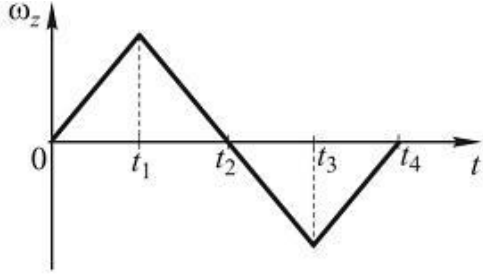
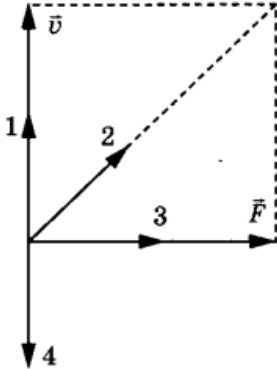
6.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

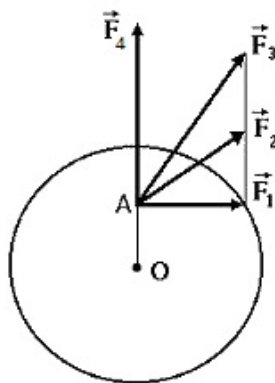
№ п/п	Условия типовых практико-ориентированных заданий (задач, кейсов)
1	Радиус-вектор частицы меняется со временем по закону $\vec{r} = \vec{b}t(1 - \alpha t)$, где b – постоянный вектор, α – положительная постоянная. Найти скорость и ускорение частицы как функцию времени.
2	Уравнение движение тела массой 100 кг имеет вид $x = 7 - 5t + 4t^2$. Найти проекцию силы, действующей на тело.
3	Шар радиусом R и массой m вращается вокруг оси симметрии согласно уравнению $\varphi = 3 + 2t^2 + 0.5t^3$. Определите момент сил для $t = 3$ с.
4	При подведении к двум молям идеального одноатомного газа 200 Дж теплоты его температура увеличилась на 10К. Какую работу совершил при этом газ?
5	Найти число степеней свободы молекул газа, если известны его молярные теплоемкости C_p и C_v .
6	Шарик массой 0,4г и зарядом 0,5 мкКл подвешен на нити в однородном электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. На какой угол от вертикали отклонится нить, если напряженность поля 8 кВ/м?
7	Плоский воздушный конденсатор с расстоянием между пластинами 2 см, заряжен до разности потенциалов 3000 В. Площадь пластин 100 см ² . Какова будет напряженность поля конденсатора, если, не отключая источника напряжения, пластины раздвинуть до расстояния 5 см?
8	Лампочка и реостат, соединенные последовательно, присоединены к источнику тока. Напряжение на зажимах лампочки равно 40 В, сопротивление реостата равно 10 Ом. Внешняя цепь потребляет мощность 120 Вт. Найти силу тока в цепи.
9	Во сколько раз заряд частицы, движущейся со скоростью 100 км/с в магнитном поле с индукцией 0,3 Тл по окружности радиуса 0,04 м, больше заряда электрона? Энергия частицы 12 кэВ.
10	Катушка диаметром 4 см находится в переменном магнитном поле, силовые линии которого параллельны оси катушки. При изменении индукции поля на 1 Тл в течение 6,28 с в катушке возникла ЭДС 2В. Сколько витков имеет катушка?
11	Чему равен угол полного внутреннего отражения при падении луча на границу раздела двух сред, относительный показатель преломления которых равен 2?
12	На дифракционную решетку с периодом 12 мкм падает монохроматическая волна. Определить длину волны, если угол между дифракционными максимумами второго и третьего порядка равен 3°.
13	Угол между главными плоскостями поляризатора и анализатора составляет 30°. Определите изменение интенсивности прошедшего через них света, если угол между главными плоскостями равен 45°.
14	Красная граница для рубидиевого фотоэлемента соответствует 800 нм. Какую разность потенциалов надо приложить к фотоэлементу, чтобы задержать электроны, испускаемые под действием ультрафиолетовых лучей длиной волны 100 нм?
15	При переходе электронов в атомах водорода с четвертой стационарной орбиты на вторую излучаются фотоны с энергией $0,04 \cdot 10^{-19}$ Дж (зеленая линия водородного спектра). Определить длину волны этой линии.

Приложение
 рабочей программы дисциплины Физика
наименование дисциплины

по направлению подготовки 18.03.01 Химическая технология
 наименование ОП (профиля): Технология медицинских и фармацевтических материалов

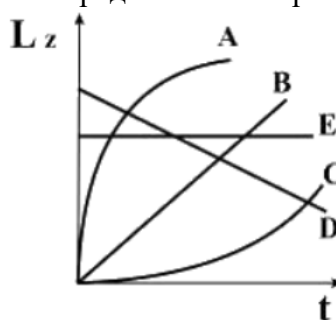
6.3.2 Типовые тестовые задания

№ п/п	Формулировки тестовых заданий
Семестр 2	
1	Диск вращается вокруг своей оси, изменяя проекцию угловой скорости ω_z так, как показано на рисунке. Вектор угловой скорости ω и вектор углового ускорения ε направлены в одну сторону в интервалы времени ...   1) от 0 до t_1 и от t_2 до t_3 2) от 0 до t_1 и от t_1 до t_2 3) от 0 до t_1 и от t_3 до t_4 4) от t_1 до t_2 и от t_2 до t_3
2	На рисунке изображены вектор скорости $\vec{v}$ движущегося тела и вектор силы $\vec{F}$, действующей на тело, в некоторый момент времени. Вектор импульса $\vec{p}$ в этот момент времени сонаправлен вектору ...  1) 1 2) 2 3) 3 4) 4
3	Диск может вращаться вокруг оси, перпендикулярной плоскости диска и проходящей через его центр. В точке А прикладывают одну из сил F_1, F_2, F_3 или F_4, лежащих в плоскости диска. Не создает вращающего момента относительно рассматриваемой оси сила ...



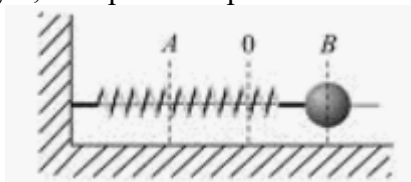
- 1) F_4
- 2) F_1
- 3) F_2
- 4) F_3

- 4 Диск вращается вокруг неподвижной оси z с постоянной угловой скоростью. Зависимость момента импульса диска от времени представлена на рисунке линией ...

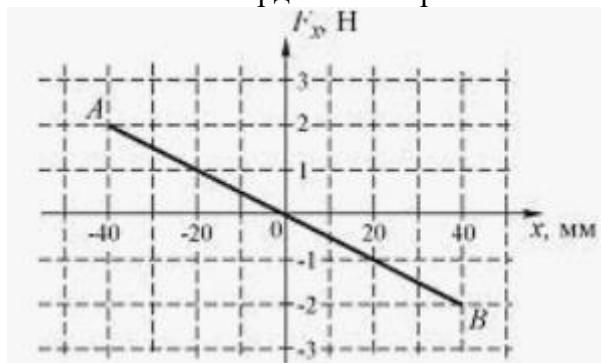


- 1) E
- 2) A
- 3) B
- 4) C
- 5) D

- 5 Шарик, прикрепленный к пружине (пружинный маятник) и насаженный на горизонтальную направляющую, совершает гармонические колебания.



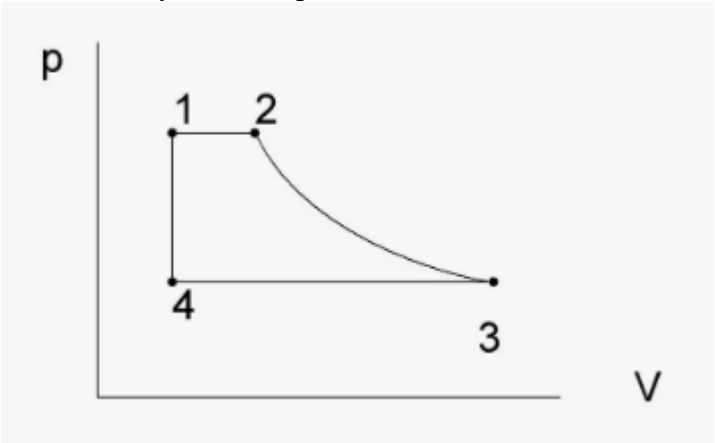
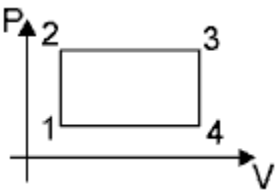
На графике представлена зависимость проекции силы упругости пружины на положительное направление оси X от координаты шарика.

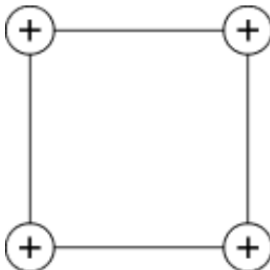
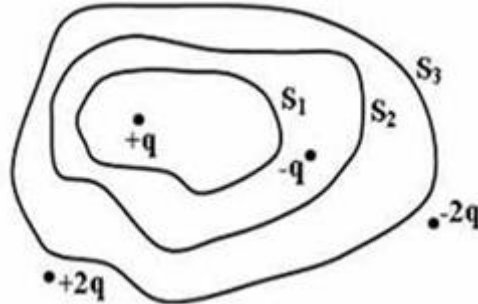
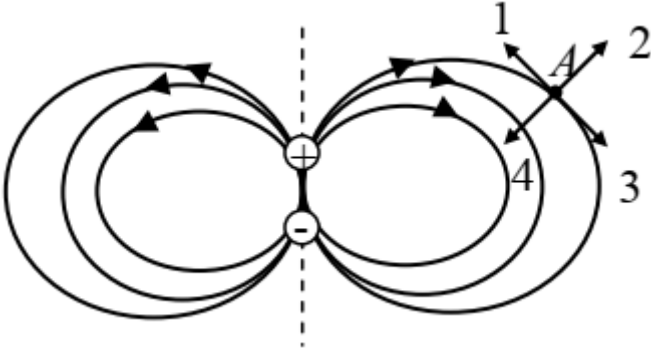


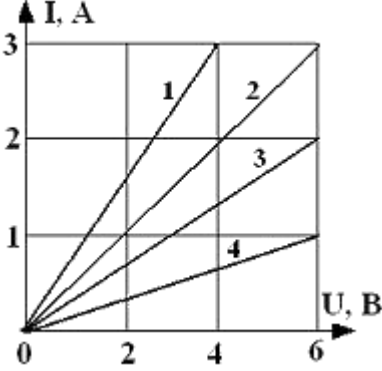
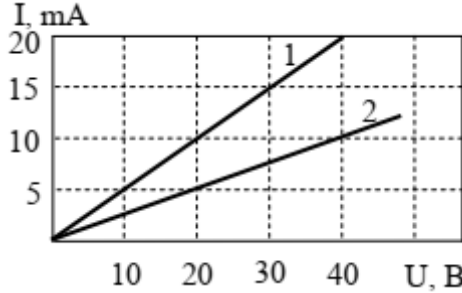
В положении O энергия пружинного маятника равна ____ мДж.

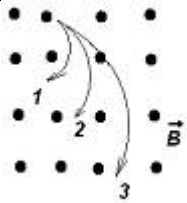
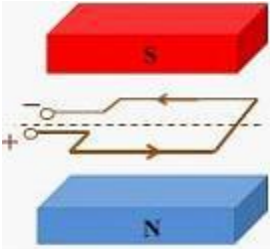
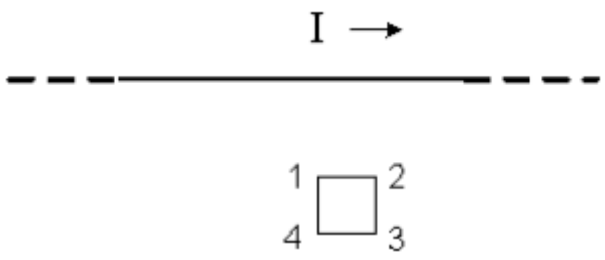
Введите правильный ответ:

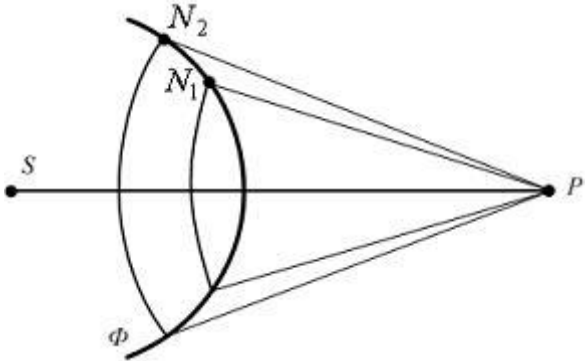
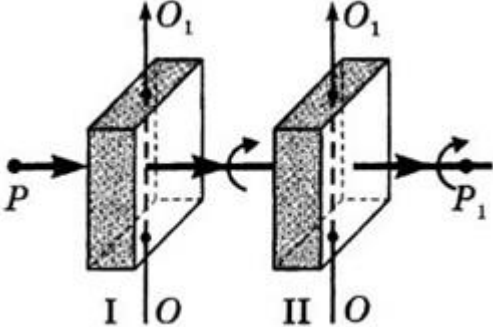
40

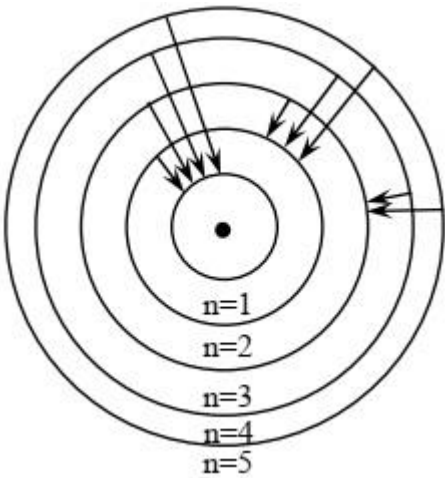
6	Вопрос на соответствие На диаграмме идеального газа укажите процессы:  1) 1-2 изобара 2) 2-3 изотерма 3) 3-4 изобара 4) 4-1 изохора
7	Вопрос на соответствие Процесс, при котором количество теплоты, переданное идеальному газу, равно ... , является 1) изменению внутренней энергии – изохорическим 2) работе газа – изотермическим 3) нулю – адиабатным 4) изменению внутренней энергии и работе газа - изобарным
8	Термодинамический процесс, при котором работа совершается за счет изменения внутренней энергии, называется ... 1) адиабатным 2) изотермическим 3) изобарным 4) изохорным
9	На диаграмме изменения состояния идеального газа наибольшее значение внутренней энергии соответствует точке ...  1) 3 2) 1 3) 2 4) 4
10	КПД тепловой машины, работающей по циклу Карно, ... 1) не зависит от свойств рабочего тела и определяется только температурами нагревателя и холодильника 2) зависит только от свойств рабочего тела и не зависит от температур нагревателя и холодильника 3) зависит от свойств рабочего тела и разности температур нагревателя и холодильника 4) зависит от свойств рабочего тела и температур нагревателя и холодильника
Семестр 3	
1	Электрические заряды, находящиеся в вершинах квадрата (см. рисунок), равные по абсолютному значению, будут ...

	 1) удаляться друг от друга 2) сближаться 3) оставаться на месте 4) вращаться
2	Дана система точечных зарядов в вакууме и замкнутые поверхности S_1, S_2 и S_3 (см. рисунок) Поток вектора напряженности электрического поля отличен от нуля через ...  1) поверхность S_1 2) поверхность S_2 3) поверхность S_3 4) поверхности S_2 и S_3
3	На рисунке представлены силовые линии электрического поля диполя. Вектор напряженности электрического поля E в точке A ориентирован в направлении ...  1) 3 2) 1 3) 2 4) 4
4	Через лампу, подключенную к источнику тока с ЭДС 8 В и внутренним сопротивлением 1 Ом протекает ток 2 А. Зависимость тока от приложенного к лампе напряжения показана на графике ...

	 1) 3 2) 1 3) 2 4) 4
5	Вольтамперная характеристика активных элементов цепи 1 и 2 представлена на рисунке. На элементе 2 при напряжении 20 В выделяется мощность ... (Вт).  1) 0,1 2) 100 3) 200 4) 0,2
6	Ток в кольце направлен по часовой стрелке. Вектор магнитной индукции $\mathbf{B}$ в точке А, расположенной в плоскости кольца, направлен ...  1) перпендикулярно плоскости рисунка, от нас 2) перпендикулярно плоскости рисунка, к нам 3) в плоскости рисунка, вверх 4) в плоскости рисунка, вниз
7	Однозарядные ионы, имеющие одинаковые скорости, влетают в однородное магнитное поле. Их траектории приведены на рисунке:

	 Наименьшую массу имеет ион, движущийся по траектории ... 1) 1 2) 2 3) 3 4) характеристики траекторий не зависят от массы иона
8	Между полюсами магнитов установлена рамка. По рамке пропускают электрический ток (направление тока показано на рисунке).  Правильными являются утверждения: 1) Силы Ампера, действующие на стороны рамки, стремятся растянуть рамку. 2) Силовые линии магнитного поля магнита направлены снизу вверх. 3) На каждый отрезок рамки действует сила Ампера, направленная вертикально. 4) Проходящий через рамку ток не создает магнитное поле.
9	На рисунке показан длинный проводник с током I, в одной плоскости с которым находится небольшая проводящая рамка. При выключении в проводнике тока заданного направления, в рамке ...  1) возникнет индукционный ток в направлении 1-2-3-4 2) возникнет индукционный ток в направлении 4-3-2-1 3) индукционного тока не возникнет 4) рамка притянется к проводнику
10	В длинный соленоид поместили ферритовый сердечник с магнитной проницаемостью μ. Индуктивность соленоида при этом: 1) увеличится в μ раз 2) увеличится в $(\mu+1)$ раз 3) уменьшится в μ раз 4) уменьшится в $(\mu+1)$ раз
Семестр 4	
1	В данную точку пространства пришли две световые волны с одинаковым направлением колебаний светового вектора E, периодами T_1 и T_2 и начальными фазами φ_1 и φ_2. Интерференция наблюдается в случае ... 1) $T_1 = 2$ с, $T_2 = 2$ с, $\varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$ 2) $T_1 = 2$ с, $T_2 = 2$ с, $\varphi_1 - \varphi_2 \neq \text{const}$ 3) $T_1 = 2$ с, $T_2 = 4$ с, $\varphi_1 - \varphi_2 = \text{const}$

	4) $T_1 = 2 \text{ с}$, $T_2 = 4 \text{ с}$, $\varphi_1 - \varphi_2 \neq \text{const}$
2	Белый свет можно разложить в спектр с помощью ... 1) дифракционной решетки 2) микроскопа 3) поляризатора 4) фотоэлемента
3	На рисунке представлена схема разбиения волновой поверхности Φ на зоны Френеля. Разность хода между лучами N_1P и N_2P равна ...  1) $\lambda/2$ 2) λ 3) $\lambda/4$ 4) 2λ
4	На рисунке изображены два поляроида (I и II), оптические оси OO_1 которых параллельны друг другу. На первый поляроид падает естественная световая волна. В точке P_1 энергия световой волны будет максимальной, если вокруг оси PP_1 повернуть  1) оба поляроида в противоположных направлениях на угол 90° 2) в одном направлении поляроид I на угол 90°, а поляроид II на угол 180° 3) только поляроид I на угол 90° 4) только поляроид II на угол 90°
5	Длина волны красного света почти в 2 раза больше длины волны фиолетового света. Энергия фотона красного света по отношению к энергии фотона фиолетового света ... 1) меньше в 2 раза 2) меньше в 4 раза 3) больше в 2 раза 4) больше в 4 раза
6	Внешний фотоэффект в металле вызывается монохроматическим излучением. При увеличении интенсивности этого излучения в 2 раза максимальная скорость фотоэлектронов, покидающих металл ... 1) не изменится 2) увеличится в 2 раза 3) увеличится в 4 раза - увеличится в 8 раз

7	На рисунке изображены стационарные орбиты атома водорода согласно модели Бора, а также условно изображены переходы электрона с одной стационарной орбиты на другую, сопровождающиеся излучением кванта энергии.  Установите соответствие между номером орбиты, на которую переходит электрон, и названием серии линий излучения. 1) $n = 1$ – серия Лаймана 1) $n = 2$ – серия Бальмера 2) $n = 3$ – серия Пашена 3) $n = 4$ – серия Бреккета
8	Согласно гипотезе Луи де Бройля, длина волны, описывающая волновые свойства тела, определяется его... 1) импульсом 2) объёмом 3) размерами 4) энергией
9	Согласно соотношению неопределенностей В.Гейзенберга,... 1) невозможно точно и одновременно измерить и координату, и импульс материального объекта 2) существуют большие погрешности в измерении любых величин объектов микромира 3) принципиально невозможно провести точное измерение импульса материального объекта 4) принципиально невозможно провести точное измерение координаты материального объекта
10	Торий ${}_{90}\text{Th}^{232}$ претерпевает два α- и два β-распада. Каков конечный продукт радиоактивного распада тория? 1) ${}_{88}\text{Ra}^{224}$ 2) ${}_{88}\text{Ra}^{226}$ 3) ${}_{92}\text{U}^{228}$ 4) ${}_{89}\text{Ac}^{224}$