

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Горно-Алтайский государственный университет»
(ФГБОУ ВО ГАГУ, ГАГУ, Горно-Алтайский государственный университет)

Элементарная физика
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **кафедра математики, физики и информатики**

Учебный план 03.03.02_2023_613.plx
03.03.02 Физика
Альтернативная энергетика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 108
самостоятельная работа 33,1
часов на контроль 34,75

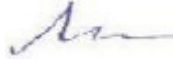
Виды контроля в семестрах:
экзамены 1

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>. <Семестр на курсе>)	1 (1.1)		Итого	
	16 5/6			
Неделя				
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	58	58	58	58
Практические	50	50	50	50
Консультации (для студента)	2,9	2,9	2,9	2,9
Контроль самостоятельной работы при проведении аттестации	0,25	0,25	0,25	0,25
Консультации перед экзаменом	1	1	1	1
Итого ауд.	108	108	108	108
Контактная работа	112,15	112,15	112,15	112,15
Сам. работа	33,1	33,1	33,1	33,1
Часы на контроль	34,75	34,75	34,75	34,75
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

К.ф.-м.н., Профессор, Михайлов С.П.



Рабочая программа дисциплины

Элементарная физика

разработана в соответствии с ФГОС:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат по направлению подготовки 03.03.02 Физика (приказ Минобрнауки России от 07.08.2020 г. № 891)

составлена на основании учебного плана:

03.03.02 Физика

утвержденного учёным советом вуза от 26.12.2022 протокол № 12.

Рабочая программа утверждена на заседании кафедры

кафедра математики, физики и информатики

Протокол от 09.03.2023 протокол № 8

И.о. зав. кафедрой Богданова Р.А.



Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2024 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2025 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2026 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры **кафедра математики, физики и информатики**

Протокол от _____ 2027 г. № ____
Зав. кафедрой Богданова Р.А.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1	<i>Цели:</i> Цель дисциплины «Элементарная физика» – обобщить школьные знания физики перед изучением общей физики; закрепить умение решать учебные задачи школьной программы по физике.
1.2	<i>Задачи:</i> Задачи дисциплины: освежить в памяти основные понятия, принципы и законы школьного курса физики; закрепить умение грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат, решать типовые учебные задачи школьной программы по механике, молекулярной физике, электричеству и магнетизму, оптике, физике атома, ядра и элементарных частиц.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП	
Цикл (раздел) ООП:	Б1.О
2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Математика
2.1.2	Математический анализ
2.1.3	Основы физического эксперимента
2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Механика
2.2.2	Общая физика
2.2.3	Электричество и магнетизм
2.2.4	Молекулярная физика
2.2.5	Оптика
2.2.6	Атомная физика. Физика атомного ядра и элементарных частиц

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ОПК-1: Способен применять базовые знания в области физико-математических и (или) естественных наук в сфере своей профессиональной деятельности;	
ИД-1.ОПК-1: Знает основные физические законы и математический аппарат, знаком с естественными науками в необходимом для профессиональной деятельности объеме	
Знает основные физические законы и математический аппарат, знаком с естественными науками в необходимом для профессиональной деятельности объеме	
ИД-2.ОПК-1: Способен решать типовые физические задачи на основе аппарата высшей математики	
Способен решать типовые физические задачи на основе аппарата высшей математики	

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)							
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Инте ракт.	Примечание
	Раздел 1.						
1.1	См. файл "Раб_прог_эл_физ_2023.pdf" в приложении. /Лек/	1	58	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2	0	
1.2	См. файл "Раб_прог_эл_физ_2023.pdf" в приложении. /Пр/	1	50	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	0	Списки понятий, используемых
1.3	См. файл "Раб_прог_эл_физ_2023.pdf" в приложении. /Ср/	1	33,1	ИД-1.ОПК-1 ИД-2.ОПК-1	Л1.1 Л1.2Л2.2	0	
	Раздел 2. Промежуточная аттестация (экзамен)						

2.1	Подготовка к экзамену /Экзамен/	1	34,75	ИД-1.ОПК-1 ИД- 2.ОПК-1		0	
2.2	Контроль СР /КСРАтт/	1	0,25	ИД-1.ОПК- 1 ИД- 2.ОПК-1		0	
2.3	Контактная работа /КонсЭк/	1	1	ИД-1.ОПК- 1 ИД- 2.ОПК-1		0	
Раздел 3. Консультации							
3.1	Консультация по дисциплине /Конс/	1	2,9	ИД-1.ОПК- 1 ИД- 2.ОПК-1		0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Пояснительная записка

1. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Элементарная физика»
2. Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в формах, указанных в рабочей программе, и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

5.2. Оценочные средства для текущего контроля

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложении №1 (файл "ФОС элемент_физика_2023_для студентов.pdf").

5.3. Темы письменных работ (эссе, рефераты, курсовые работы и др.)

Письменные работы при реализации дисциплины не предусмотрены

5.4. Оценочные средства для промежуточной аттестации

Оценочные средства для текущего контроля приведены в Приложении №1 (файл "ФОС элемент_физика_2023_для студентов.pdf").

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л1.1	Петров А.В., Петров А.А.	Элементарная физика. Ч.4. Оптика. Квантовая физика	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008	
Л1.2		Элементарная физика. Ч.3. Электричество и магнетизм: учебное пособие	Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008	

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Эл. адрес
Л2.1	Рымкевич А.П.	Физика. Задачник. 10-11 классы: пособие для общеобразоват. учеб. заведений	Москва: Дрофа, 2002	
Л2.2	Михайлов С.П., Николаева Е.Г.	Элементарная физика: методические указания	Горно-Алтайск: БИЦ ГАГУ, 2018	http://elib.gasu.ru/index.php?option=com_abook&view=book&id=2820:900&catid=6:physics&Itemid=164

6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Adobe Reader
6.3.1.2	Firefox
6.3.1.3	Foxit Reader
6.3.1.4	MS WINDOWS
6.3.1.5	Яндекс.Браузер
6.3.1.6	Moodle
6.3.1.7	Налогоплательщик ЮЛ

6.3.1.9	MS Office
6.3.1.10	NVDA
6.3.2 Перечень информационных справочных систем	
6.3.2.1	Межвузовская электронная библиотека
6.3.2.2	Электронно-библиотечная система IPRbooks
6.3.2.3	База данных «Электронная библиотека Горно-Алтайского государственного университета»

7. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	
	проблемная лекция
	ситуационное задание

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)		
Номер аудитории	Назначение	Основное оснащение
220 Б1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), рабочее место преподавателя
209 Б1	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Помещение для самостоятельной работы	Рабочее место преподавателя. Посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся). Маркерная ученическая доска, экран, мультимедиапроектор, компьютеры с доступом в Интернет
102 Б1	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Ученическая доска, мультимедиапроектор, экран, компьютер. Рабочее место преподавателя, посадочные места обучающихся (по количеству обучающихся), кафедра

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
См. файл "Раб_прог_эл_физ_2022.pdf" в приложении.	

ПРИЛОЖЕНИЕ

**Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Горно-Алтайский государственный университет» (ГАГУ)**

Физико-математический и инженерно-технологический институт (ФМИТИ)

Кафедра математики, физики и информатики

С.П. Михайлов

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Элементарная физика»**

**Уровень основной образовательной программы бакалавриат
Для направления подготовки 03.03.02 «Физика»
Профиль подготовки «Альтернативная энергетика»
2023-2024 учебный год**

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (утвержден 7 августа 2020 г. № 891) и учебного плана по направлению подготовки 03.03.02 «Физика» (профиль «Альтернативная энергетика»), утвержденного Ученым советом ГАГУ 27.01.2022 г., протокол № 1

Программа утверждена на заседании кафедры математики, физики и информатики 9 марта 2023 г. (протокол № 8)

Горно-Алтайск
2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ.

Цель дисциплины «Элементарная физика» – обобщить школьные знания физики перед изучением общей физики; закрепить умение решать учебные задачи школьной программы по физике.

Задачи дисциплины: освежить в памяти основные понятия, принципы и законы школьного курса физики; закрепить умение грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат, решать типовые учебные задачи школьной программы по механике, молекулярной физике, электричеству и магнетизму, оптике, физике атома, ядра и элементарных частиц.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП.

Дисциплина «Элементарная физика» изучается в первом семестре и относится к обязательной части дисциплин блока Б1 (Б1.О.16). При освоении дисциплины «Элементарная физика» студенты используют знания, умения, навыки и способы деятельности, сформированные при изучении школьных предметов «Математика» и «Физика». Освоение дисциплины «Элементарная физика» является основой для изучения общей физики.

Междисциплинарные связи разделов дисциплины с последующими дисциплинами

№ п/п	Раздел дисциплины	Дисциплины, с которыми есть связь
1.	1. Механика.	Общая физика, химия, устройство и применение ПК, безопасность жизнедеятельности, электротехника, радиофизика, основы ЭВТ и автоматики, теоретическая физика, магнитные измерения, магнитные материалы, электрические измерения и др.
2.	2. Молекулярная физика и термодинамика	
3.	3. Электромагнетизм	
4.	4. Оптика. Квантовая, атомная и ядерная физика. Физика частиц.	

3. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- знает основные физические законы и математический аппарат, знаком с естественными науками в необходимом для профессиональной деятельности объеме (ИД-1. ОПК-1);
- способен решать типовые физические задачи на основе аппарата высшей математики (ИД-2.ОПК-1);

В результате изучения дисциплины студент должен **знать**:

- основные понятия, принципы и законы школьного курса физики;

уметь:

- решать типовые учебные задачи школьной программы по физике;

владеть:

- навыками применения знаний на практике.

4. ОБЪЁМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ.

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетных единиц (180 часов)**. Из них аудиторных часов 108 (3 зачетные единицы), на самостоятельную работу 72 часа (2 зачетных единицы), в том числе на подготовку к практическим занятиям и контрольным работам 36 часов (1 зачетная единица) и на подготовку к экзамену - 36 часов (1 зачетная единица). Аудиторные часы делятся пополам: 54 часа лекций и 54 часа практических занятий. Экзамен по всему материалу.

4.1. Объем и виды учебной работы.

Вид учебной работы	Всего часов / зачетных единиц
Аудиторные занятия (всего)	108/3
В том числе:	
Лекции	58/1,6
Практические занятия	50/1,4
Самостоятельная работа (всего)	72/2
В том числе:	
Подготовка к практическим занятиям	36/1,0
Подготовка к экзамену	36/1,0
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	Экзамен
Общая трудоемкость	180
часы	
зачетные единицы	5

4.2. Календарный план

Этот план в той или иной форме сообщается студентам (например, на первой лекции или в электронном варианте рабочей программы) и содержит информацию о распределении занятий по неделям, числе учебных часов, формах и времени контроля и пр. В 2021-2022 учебном году дисциплина изучается в 1 семестре 1 курса, заканчиваясь экзаменом. Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачётных единиц (180 часов)**. Из них аудиторных часов 108 (3 зачётных единицы). Аудиторные часы делятся так: 58 часов лекций, 50 часов практических занятий. Допуск к экзамену по итогам лекций и практики, экзамен по теоретическому материалу и практическим умениям. На самостоятельную работу студентов СРС 72 часа (1 зачётная единица), из них на подготовку к практическим занятиям 36 часов (1 зачётная единица), на подготовку к экзамену 36 часов (1 зачётная единица).

Преподавателю, ведущему практические занятия, еженедельно планируются часы ИРС (ИРС – индивидуальная работа преподавателя со студентами) на восстановление студентами пропущенных занятий. Если у студента нет пропусков и долгов, то не будет и часов ИРС, а вот при наличии таковых часы ИРС обязательны. Более того, предусмотрены добавочные задачи для студентов, которые на ИРС быть должны, но отсутствуют без подтверждённой документами уважительной причины. Предусмотрены также 4 контрольные работы: № 1 – механика, № 2 – молекулярная физика и термодинамика, № 3 – электричество и магнетизм, № 4 – оптика, физика атома и ядра.

Фактически на все занятия отводятся 18 недель 1 семестра, по 4-8 аудиторных учебных часов в неделю. В течение первых 14 недель вычитываются лекции (в среднем 4 часа в неделю), а с 3-й недели проводятся практические занятия (в среднем 4 часа в неделю). По 2 часа самостоятельной работы используются в течение этих 14 недель на подготовку к практическим занятиям и контрольным работам, и 8 часов на ИРС. Вот пример календарного плана, с которым студенты знакомятся на первой лекции, в 2018-2019 учебном году.

	Сентябрь				Октябрь				Ноябрь				Декабрь					
Неделя	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Даты	3-8	10-15	17-22	24-29	1-6	8-13	15-20	22-27	29-3	5-10	12-17	19-24	26-1	3-8	10-15	17-22	24-29	31-
Лекции	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2				
Практ			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
СРС, ИРС			2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	
К/р							№1			№3			№2			№4		

Число часов: лекционных 58, практических занятий 50, СРС и ИРС - 36. Темы контрольных работ: № 1 – механика, № 2 – электричество и магнетизм, № 3 – молекулярная физика и термодинамика, № 4 – оптика, физика атома, ядра и частиц. Лекции читают сначала проф. Михайлов Сергей Петрович (механика, электричество и магнетизм), а затем доцент Рупасова Галина Бахтияровна (молекулярная физика и термодинамика; оптика, физика атома, ядра и частиц). Все практические занятия ведёт доцент Рупасова Г.Б. Формы текущего контроля – еженедельная проверка готовности на практических занятиях; контрольные работы; итоговый экзамен по лекциям и приобретённым умениям.

4.3. Выполнение практических занятий

Осмысленное решение задач невозможно без знания важнейших понятий, формул, законов и пр. данной темы. Поэтому перед каждым практическим занятием студенты должны переписать в классную тетрадь или на отдельные листы список таких понятий и формул (см. ниже) с расшифровкой каждого понятия, формулировками всех законов, смыслом каждого значка: не просто переписать слова "электрический заряд", а дать определение заряда; не просто написать "закон сохранения заряда", а дать его формулировку; нужны не слова "вид поля точечного заряда", а картина силовых линий этого поля. Образец оформления первого списка понятий дан ниже.

Большинство формул и понятий каждого списка будут важнейшими и в масштабах всего курса, т.е. должны быть заучены; при подготовке к практическому занятию, однако, такой цели-максимум можно не ставить, ограничившись свободной ориентировкой в собственных записях. Преподаватель в начале занятия проверяет наличие и качество раскрытия содержания списка у каждого студента, причём **НА ВСЕХ ЗАНЯТИЯХ** без исключения, начиная с первого. Это и понятно: отсутствие списка или формальная его переписка - гарантия неэффективной работы студента на занятии. Одновременно проверяется решение домашних задач, которые должны быть распределены по занятиям и аккуратно пронумерованы с **ПОЛНОЙ ЗАПИСЬЮ УСЛОВИЙ** каждой задачи в отдельную тетрадь для домашних работ. Жалеть время на переписку условий не следует: это не только делает студента независимым от задачников, которых в нужный момент - на контрольной, зачёте - не окажется под

рукой, но и помогает в решении задач, заставляя заметить какую-нибудь важную “мелочь” типа отсутствия сил сопротивления или нулевой конечной скорости. Если при всем старании решить домашние задачи не удалось, **ДОЛЖЕН БЫТЬ ПРЕДЪЯВЛЕН ЧЕРНОВИК РЕШЕНИЙ**. Не имеющие без уважительной причины списка понятий и не приступавшие к решению домашних задач получают неудовлетворительную оценку и должны будут явиться на вызывную консультацию в часы ИРС. Разумеется, она открыта и для всех желающих.

Такие консультации проводятся регулярно с указанием времени в календарном плане. О **веской** причине предстоящей неявки студент-задолжник обязан заранее предупредить преподавателя; не оговоренная заранее неявка задолжника на вызывную консультацию влечёт **ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ ДОБАВОЧНОЕ ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ** - задачи (см. домашние задания), проработку конспекта и пр. Ясно, что при повторяющихся неявках на вызывные консультации студент ставит себя в очень сложное положение.

Если занятие было по **ЛЮБЫМ** причинам пропущено, следует, переписав у товарищей классные задачи и **РАЗОБРАВШИСЬ В НИХ**, подготовить список понятий, решить домашние задачи и явиться на ближайшую консультацию, где преподаватель проверит качество работы. Если причина пропуска уважительна, список надо лишь **показать**, а вот если нет - **сдать**, предварительно заучив.

Внимание! Пропуск (по любой причине!) большого числа занятий, а тем более неявка на вызывные консультации означает, что преподавателю придётся затратить на работу с Вами значительное время: просмотреть по каждой теме переписанные классные задачи, проверить или принять списки понятий, проверить решение домашних и дополнительных задач. Если это происходит в середине семестра, то всё может закончиться благополучно - тут уж дело за Вашей добросовестностью и способностями. Но к концу семестра не поможет и добросовестность просто потому, что Вам не хватит времени: в первую очередь на консультациях, зачёте и пр. преподаватель будет работать со студентами без задолженности или с меньшей задолженностью. Как только закончились занятия, преподаватель **НЕ ОБЯЗАН** с Вами работать; с ним надо договариваться о каждой встрече, что зависит не только от Вашей готовности, но и его желания, мнения о Вас, занятости и пр. **ИЗ-ЗА ПРОПУСКА БОЛЬШОГО ЧИСЛА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ ТАКЖЕ НЕСКОЛЬКО СТУДЕНТОВ ЕЖЕГОДНО ОТЧИСЛЯЮТСЯ С ФИЗМАТА.**

Замечу, что на контрольных работах эффективно можно использовать только **СВОИ** списки понятий, классные и домашние тетради с задачами. Задачи контрольных подбираются однотипными с решавшимися дома и в аудитории, так что некачественной проработкой своих записей или их неполнотой нерадивый накажет сам себя.

Внимание! Из многолетнего опыта успешного решения учебных задач мною извлечены лишь 3 универсальных совета для тех, кто также хотел бы научиться решать учебные задачи.

а) **ЗНАЙ ТЕОРИЮ И, ГЛАВНОЕ, ФОРМУЛЫ** (или хотя бы знай, где эти формулы найти). Если в задаче идёт речь о токе, напряжении и сопротивлении, а ты не знаешь закона Ома - дело безнадежно, т.к. ты даже не знаешь, где и что искать. Но если и знаешь, нужна оптимальная стратегия решения. Поэтому

б) **РЕШАЙ С КОНЦА**. Это значит: внимательно прочитай условия, сделав их полную физическую запись (не упуская ни одной “мелочи” типа нулевой скорости в конце или начале движения, постоянства ускорения, правильных обозначений для всех величин, записи числовых значений в одной системе и пр.), определи, что надо найти - и с учетом условий задачи **ПОДБЕРИ ФОРМУЛУ, КУДА ВХОДИТ ИСКОМАЯ ВЕЛИЧИНА**. Правильно поставленный вопрос - половина решения. В простых задачах нужна одна формула, в более сложных - ряд связанных. Выбор этих формул - дело творческое, требующее не только знаний, но и опыта. Поэтому

в) **РЕШИ МНОГО ЗАДАЧ**. Если ты в своей жизни решил всего 2 физические задачи, то 3-ю, не аналогичную предыдущим, скорее всего не решишь; если 2002, то 2003-ю скорее всего решишь. Лучше решать самому - хорошо запоминается, способствует самоуважению и усвоению теоретического материала; но годится решение преподавателя, товарища, из книжки - лишь бы решение **ЗАПОМНИЛОСЬ**. При решении олимпиадных задач очень часто нужно не только сразу видеть, на какую теорему или закон данна задача, а знать какой-то специальный прием именно для этой задачи,

К сожалению, эти советы непригодны при решении задач научных: здесь чаще всего неизвестно не только как решать, но и что искать, каковы исходные данные, полны они, недостаточны или избыточны, имеет ли задача решение вообще...

По итогам практических занятий на экзамен выносятся 2 оценки: за умение решать задачи (по итогам контрольных и решению домашних задач) и за добросовестность (своевременность и качество работы со списками, пропуски занятий и т.д.). **ВНИМАНИЕ!** Практические занятия зачтены, если: а)

есть полные списки понятий по всем темам, б) решены все домашние задачи, в) восстановлены все пропущенные занятия и сданы задолженности, г) зачтены все контрольные работы.

4.4. Изучение теоретического материала.

Практические умения и экспериментальные навыки могут быть получены только на прочной базе знаний, приобретенных при изучении теоретического материала. Но в основе знаний обязательно лежит процесс **ЗАПОМИНАНИЯ, ЗАУЧИВАНИЯ**. Действительно, любая область человеческих знаний - математика, физика, педагогика, медицина - опирается на определённый набор понятий ("производная - это...", "педагогика - это...", "электрический ток - это..."), фактов и явлений ("Волга впадает в Каспийское море", "одноименные заряды отталкиваются", "первым признаком заболевания дизентерией является..."), законов, теорем и закономерностей ("заряд в замкнутой системе сохраняется", "квадрат гипотенузы равен сумме квадратов катетов", "приём аспирина способствует снижению температуры больного"), использует собственные графические и символьные средства (чертежи, карты, формулы, схемы); и всё это надо заучить, запомнить, узнать желающему изучить данную науку. Не надо путать зубрёжку и заучивание: в первом случае смысл запоминаемого неизвестен, как в детской считалке "Эне, бене, раба...", так что заучивание теоремы Пифагора не будет зубрёжкой, если осмыслены и заучены понятия "прямоугольный треугольник", "катет", "гипотенуза", "квадрат", "сумма". Вопрос о понимании, осмысливании материала достаточно сложен, чтобы на нём здесь останавливаться; важно, что проработка, осмысливание, понимание нового опирается на уже заученное, усвоенное знание. Не изучавшему английский язык фраза "Ай спик рашн" так же непонятна, как не изучавшему физику - "Ток насыщения пропорционален температуре катода". Очень часто студент заявляет, что он со школы **НЕ ПОНИМАЕТ** физику, а на деле оказывается, что он её **НЕ ЗНАЕТ**; не помнит (или помнит примерно), что такое катод, температура, ток; не заучил, какими буквами обозначаются эти величины и как эти буквы пишутся и читаются. В формуле $F=ma$ не требуется что-то **ПОНИМАТЬ**; надо **ЗНАТЬ**, что это второй закон Ньютона (а преподавателю помнить, что правильное ударение - на первом слоге, а не последнем); что F читается как "эф" и обозначает в данной формуле силу (в других формулах эта же буква может обозначать уже постоянную Фарадея, лучистый поток, свободную энергию системы и т.д. - букв в физике давно не хватает, в ходу русский, латинский, греческий алфавиты - до иероглифов еще дело не дошло, а вот всякие штрихи, звездочки, индексы при буквах используются); что сила - это...; что измеряется сила в ньютонах, которые можно сокращенно обозначать буквой N , а $1 N$ - это... И если в данный момент студент **НЕ ПОМНИТ**, что такое масса или в чём измеряется ускорение, то причём здесь понимание? **ФИЗИКУ НАДО УЧИТЬ НАИЗУСТЬ**, как иностранный язык: по десять понятий, формул, обозначений каждый день, по несколько раз, пока не запомнишь - и через год-два **РЕГУЛЯРНЫХ ЗАНЯТИЙ** заговоришь. **УЧЕБА ПО НАСТОЯЩЕМУ - ЭТО ТЯЖЁЛЫЙ ТРУД**, и ничего не добьются те, кто мечтает "понимать" физику без ежедневного труда по её **ИЗУЧЕНИЮ**. Корень учения горек, но плоды его (пока хотя бы в виде заслуженной пятерки на экзамене) сладки.

"Но это сколько же надо заучивать, у нас не одна физика!" - скажут иные студенты. Доля истины здесь есть (если забыть, что большинство понятий, законов, формул в курсе общей физики вуза изучалось 5 лет всеми без исключения в школе), поэтому в вузах и существуют преподаватели: они в соответствии с программами отбирают материал и организуют изучение, выделяя важнейшее, помогая и контролируя. Опытный преподаватель знает, что **ВАЖНЕЙШИХ** понятий, формул, явлений, законов, опытов, схем, графиков, констант за семестр сообщается студентам сотни две-три, и заучить их по силам даже тому, кто ничего не помнит (невероятный случай!) со школы - было бы желание. Рецепт прост: запиши это важнейшее несколько раз (моторная память самая прочная - кто научился ездить на велосипеде, ездит всю жизнь); проговори вслух и послушай товарища (используй слуховую память), подчеркни красной пастой, обведи рамочкой и внимательно рассмотри (зрительная память самая ёмкая - говорят же, что лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать). Для облегчения студенческого труда всё важнейшее, что требует заучивания наизусть, собрано в разделе 10 рабочей программы и выделено **КРУПНЫМ ШРИФТОМ**.

Однако будущему учителю мало знать предмет, надо ещё уметь его излагать, объяснять другим. В общем-то это искусство, которым овладевают всю жизнь, сплав знаний и **ОПЫТА** человека (недаром со временем учителю начинают платить больше). Но в основе лежит, на мой взгляд, приобретаемое при изучении и в ходе работы умение видеть и излагать свой предмет как **СИСТЕМУ** знаний, а не набор отдельных заученных фактов. Для этого надо **ПОМНИТЬ** не только сами факты, но и связи между ними, их последовательность во времени, степень важности и сложности для восприятия, использование в дальнейшем курсе, необходимость свободного владения, силу эмоционального воздействия и т.д. и т.п. Время на изложение материала, как и время ответа школьника или студента, всегда

ограничено; значит, надо помнить и распределение времени с учётом возможных вопросов, да ещё и уметь на ходу перестраиваться в случае каких-то непредвиденных обстоятельств (погас свет; сломался прибор; не получилась демонстрация, на которую опиралось изложение нового материала, и пр.). Каждый из нас помнит со времен школы молодых учителей или практикантов, которые непонятно объясняют, постоянно заглядывая в тетрадку, а то и читая по ней; которые тихо и невнятно говорят и мелко пишут на доске; у которых постоянно не хватает времени и урок заканчивается фразой "Остальное посмотрите дома сами по учебнику". Всё это еще придётся испытать на себе почти каждому студенту в ходе педпрактики; а пока ни слова не говорилось об умении владеть собой в присутствии на уроке проверяющего, видеть по реакции класса степень заинтересованности и понимания, не говорилось об искусстве интересно преподнести самый "сухой" материал и о проблеме проблем - умении поддержать дисциплину на уроке. **УМЕНИЕ - ЭТО ЗНАНИЕ В ДЕЙСТВИИ**. Значит, если хочешь уметь излагать материал, нужно постоянно пробовать это делать, использовать любую возможность: для самого себя, вслух или на бумаге; для товарищей на вечере, собрании, в комнате общежития, перед уроком; для преподавателя на практических занятиях, в ходе теоретического собеседования, на коллоквиуме или экзамене. Можно продолжить аналогию с изучением иностранного языка: мало запомнить, как пишутся, читаются и произносятся слова; нужно ещё знать правила этого языка и обязательно в нём практиковаться, используя любую возможность. Лишь тогда будут понятны вопросы преподавателя и в ответ не выговорятся исковерканные фразы "Заряд порождается изменением магнитного поля", "Камень летит вверх из-за силы инерции" или "Ёмкость проводника определяется его зарядом".

Кстати, аналогия с иностранным языком имеет и прямой смысл: в физике множество понятий обозначается словами иностранных языков, в основном латинского и греческого. Масса, инерция, конденсатор, индукция, трансформатор, поляризация, интерференция, энтропия и др. - нам их приходится заучивать, а итальянцу или англичанину они знакомы с детства как слова родного языка. То же с обозначениями: все без исключения физические величины имеют меру, эталон для сравнения, единицу измерения (в этом заслуга многих поколений физиков; а может ли медицина **ИЗМЕРИТЬ** тяжесть болезни, педагогика - степень мастерства учителя, а психология - силу эмоций?), требуя какой-то буквы для описания количества каждой такой величины. Эти буквы заимствованы в основном из латыни - языка международного общения учёных в пору становления физики как науки. Нам приходится заучивать, что F - обозначение силы, v - скорости, a - ускорения и т.д.; для американца же или итальянца это просто первые буквы соответствующих слов родного языка. Физикам ещё ничего, а какво медикам или биологам - заучивать названия всех болезней, костей, мышц, лекарств, растений, насекомых на латыни? Вот где зубрёжка!

Итак, важным компонентом искусства педагога является, кроме отличного владения фактическим материалом, умение отобрать данные для конкретного занятия, расположить всё в нужной последовательности, выделить важнейшее, распределить время и пр. Всё это необходимо сделать до занятия и, в идеале, запомнить, что начнётся урок с опроса Петрова и Иванова, затем Сидоров решает домашнюю задачу, и на пятнадцатой минуте изложение темы "Явление электромагнитной индукции" надо начать не с повторения некоторых опытов Фарадея, а с просьбы представить себе жизнь без электроэнергии. На практике так не получается - слишком многое надо запоминать, поэтому все педагоги пишут **ПЛАНЫ ЗАНЯТИЙ**, где отобранный материал расположен в должной последовательности и примерно распределён по времени, где выделены формулы и понятия для записи учащимися, где сделаны какие-то важные для учителя пометки. Студентам на практике и начинающим учителям **ЗАПРЕЩЕНО** вести уроки, не имея предварительно составленных планов, т.к. их наличие - всё же гарантия, хотя и неполная, подготовки к занятию. План не только организует самого учителя, разгружает его память, позволяет накапливать материал и через год не начинать подготовку к занятию с нуля, но и служит мощной психологической поддержкой в ходе изложения новой темы; если что-то забыл, напутал, не сходится ответ в задаче - можно заглянуть в план. Правда, для начинающих здесь кроется опасность чрезмерной привязанности к плану, боязнь оторваться от него; а самые неумелые или ленивые просто-напросто **ЧИТАЮТ** записи вслух (речь не идет, конечно, о какой-то нужной цитате или отрывке произведения). Кроме того, подготовка качественного плана - отбор и запись материала, запоминание всего важного, прорешивание задач, подготовка эксперимента - требует поначалу большого времени, так что первые два-три года работы очень трудны, даже если забыть проблемы неумения поддержать дисциплину, вести классное руководство, говорить с родителями, быть точным и обязательным, проблемы вхождения в коллектив, бытовые, семейные и пр. и пр. Ведь планы-то нужны к каждому уроку! Ясно, что умению составлять такие планы также надо тщательно учиться в вузе.

Поэтому в курсе электромагнетизма изучение теоретического материала строится на базе **ПЛАНОВ ОТВЕТОВ (ДАЙДЖЕСТОВ)**, куда в сжатом виде входит материал лекций в нужной последовательности, причем важнейшие понятия, формулы, явления и пр., которые следует заучить наизусть, лишь упоминаются, а вот весь вспомогательный материал (математические выкладки, схемы, рисунки) приводится более подробно. Дайджесты собраны в разделе 10 рабочей программы. От студента требуется **ПОДГОТОВИТЬСЯ К ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПРИ ОТВЕТЕ**; переписать план ответа на отдельный листок желательно (включается память!), но не обязательно. Подготовка означает не только заучивание всего, что надо заучить, но и готовность развернуть дайджест в виде подробного и полного ответа, раскрыть математические связи в промежуточных выкладках, указать смысл каждого значка, буквы, рисунка, верно назвать все буквы и т.д. План ответа - не догма, а руководство к действию. Да, следование плану навязывает студенту определённую логику ответа, за которой стоят искусство и опыт преподавателя. Но можно подготовить свой план, следовать своей логике или логике учебника - лишь бы план включал весь материал дайджеста. Дайджест - узаконенная подсказка, где материал целой лекции занимает полстраницы, так что свободное владение дайджестом - уже хороший признак. Дайджест ограничивает и требования преподавателя: за рамки плана ответа его вопросы выходить не должны.

Часть материала нужно изучить самостоятельно, что предполагает подготовку своего плана ответа. **ВНИМАНИЕ!** Это должен быть **ПЛАН, А НЕ ТЕКСТ** ответа, который просто зачитывается. **Чтение заготовленного дома текста совершенно недопустимо!** Такая форма работы с учебником возможна при первой проработке материала для себя, но изложение его оценивающему ответ преподавателю требует гораздо более плотной свёртки информации в памяти.

Составление и проработка планов ответа не только готовят студента к будущей профессиональной деятельности, но и разгружают его память за счёт вспомогательного материала, промежуточных математических выкладок и пр., концентрируя внимание на основном. Дайджесты определяют тот объём ответа, которого ожидает преподаватель, причём он вправе требовать глубокого усвоения всего материала дайджеста (в том числе и вывода физических формул, т.к. запоминать вывод не надо). Разумеется, студент может использовать любой дополнительный к дайджесту материал.

Ясно, что неполный или некачественно проработанный план ответа гарантирует снижение оценки. Это следует из тех простых соображений, что каждый дайджест включает материал примерно одной лекции, т.е. на подготовку и проработку его надо затратить 2-3 часа - труд немалый и непростой, требующий использования всех видов памяти, изучения конспекта лекций и учебников, дополнительной литературы. И если этих часов интенсивной работы не было, дайджест принесёт мало пользы. Качество подготовки, т.е. умение свободно и правильно говорить на **ФИЗИЧЕСКОМ ЯЗЫКЕ**, будет проверяться в ходе теоретического собеседования в лаборатории, на коллоквиумах и на экзамене.

Фактический материал для части дайджестов не удастся найти в учебниках по той простой причине, что он туда ещё не успел попасть. Это также одна из проблем преподавания, особенно острая из-за быстрого развития современной науки: часть знаний постоянно приходится обновлять и пополнять. Представителям естественных дисциплин - физикам, химикам, биологам - в сравнении с преподавателями общественных и гуманитарных дисциплин приходится работать гораздо меньше, т.к. основная часть их теоретического багажа не устареет никогда: пока существует наша Вселенная, в ней будут верны законы Ньютона, периодическая система Менделеева, уравнения Максвелла и законы наследственности. Помочь в обновлении знаний призваны научно-популярные журналы "Наука и жизнь", "Техника - молодёжи", "Знание - сила", "В мире науки" и другие, оперативно публикующие информацию о новейших достижениях науки и техники. К сожалению, практика показывает, что многие наши студенты и не подозревают о существовании таких журналов, не говоря уже о регулярном их чтении. Они ещё не знают, что достаточно преподавателю несколько раз не ответить на вопросы любознательных учеников о рентгеновских лазерах, проблеме высокотемпературной сверхпроводимости, проекте межзвёздного автомата или возможности путешествия во времени с помощью туннелей в пространстве - и с мечтой об авторитете придётся надолго, если не навсегда, проститься.

Итак, при изучении теоретического материала действуй так.

а) Серьёзно настройся на **ЗАУЧИВАНИЕ** важнейшего материала, выделенного в разделе 4 пособия [1]. Используй все виды памяти, не забывая главного: повторение - мать учения, а регулярную работу (по 10 понятий и формул **КАЖДЫЙ** день) не заменит никакой шторм перед экзаменом.

б) Учись говорить на **ПРАВИЛЬНОМ** физическом языке. Заучи, какими буквами обозначаются физические величины в курсе, как эти буквы пишутся и читаются. Правильно произноси фамилии ученых. Не забывай единицы всех величин, значения ряда констант. Часть таких сведений собрана в разделе 6 пособия [1]. Там же собраны сведения из математики, незнание которых наиболее часто

подводит студентов - значения тригонометрических функций, геометрические данные, операции с векторами, простейшие производные, интегралы и т.п.

в) Учись **ГОВОРИТЬ** на физическом и математическом языке, излагать материал. Основное оружие учителя - слово. А много ли приходится школьнику говорить на уроках? По подсчетам В. Ф. Шаталова - в лучшем случае 2 минуты в день. И вот этот "молчаливый" школьник поступает на физмат. Здесь возможностей может быть еще меньше - лекции, практические и лабораторные занятия могут быть организованы так (хотя это, на мой взгляд, неверно), что за семестр студент вообще ни разу не побеседует с преподавателем. А как такой педагог будет работать в школе или вузе? Поэтому постоянно читай литературу и конспекты лекций (много читающие люди не помнят правил родного языка, но правильно говорят и пишут); внимательно слушай речь преподавателей, стараясь не пропустить ни единого занятия; слушай ответы товарищей и запоминай их ошибки - но самое главное, используй любую возможность потренироваться в изложении материала на ИРС, консультации, практическом занятии, в лаборатории, на коллоквиуме, для соседа по общежитию и т.д и т.п.

г) Работай **РЕГУЛЯРНО**. Перед новой лекцией просмотри материал предыдущей; сразу выясни все непонятное на консультации, в учебнике или у товарищей. Не оставляй подготовку планов ответа и проработку самостоятельного материала, особенно по научно-популярной литературе, на потом: одного дня перед экзаменом всегда не хватает, а проработка таких тем требует длительных поисков в библиотеках многих научно-популярных журналов.

4.5. Отработка экспериментальных и практических умений.

Преподаватель информатики и физики, в отличие от математика или историка, должен не только умело излагать теоретический материал, но и владеть навыками экспериментатора. Собрать электрическую цепь, подключить прибор, устранить простейшую неисправность, пользоваться осциллографом и другими измерительными приборами - всё это надо уметь. Тем более это справедливо для будущего физика-экспериментатора. И главная проблема для выпускника (и особенно выпускницы) - незнание и боязнь приборов, неумение работать руками. Выход один - приобретать экспериментальные навыки, регулярно работая с приборами, причем именно своими руками, а не глядя со стороны. **ВПРИГЛЯДКУ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ НАВЫКИ НЕ ПРИОБРЕТЁШЬ**. Попробуй-ка научиться вождению автомобиля с пассажирского сидения!

Поэтому студентам не только демонстрируется лекционный физический эксперимент, но и даётся возможность поработать в лаборатории. В курсе элементарной физики, однако, лабораторные работы не предусмотрены, а простые опыты (оценка коэффициента жёсткости свойств пружины и т.п.) демонстрируются на лекциях

Практические умения - это набор заданий качественного плана (иногда вместе с простым опытом или расчётом) по темам курса, которые традиционно вызывают затруднения у студентов. Их проработка будет осуществляться на лекциях и практических занятиях, а также самостоятельно. Свои записи к этим заданиям также можно принести на экзамен.

4.6. Порядок сдачи экзамена.

Для допуска к экзамену студент не должен иметь задолженностей по пропуску лекций и практическим занятиям: все занятия посещены или восстановлены и зачтены; все списки понятий представлены вовремя или восстановлены и зачтены; выполнены все домашние задачи (в том числе дополнительные, если они давались); сданы все контрольные работы. **Таким образом предусмотрен автоматический допуск для таких студентов.**

Экзамен включает 2 части: собеседование по теоретическому материалу; проверку экспериментально-практических умений и навыков. Вначале у **каждого** студента проверяется наличие планов ответов и записей к вопросам, которые нужно было изучить самостоятельно. При их отсутствии **студент может быть не допущен к экзамену**. Проверяется также, соответствуют ли планы ответов на такие вопросы по жёсткости предлагаемым ниже дайджестам: **тексты ответов, конспекты лекций, учебники и т.п. запрещены**, а всё, что требовалось заучить, должно быть в памяти, а не на бумаге.

Если у студента не восстановлены пропущенные лекции и есть долги по практике - он не выполнил учебный план и на экзамен не допускается. Если задолженность невелика (не показаны 1-2 лекции), то можно договориться ликвидировать её на консультации перед экзаменом или даже в начале экзамена, пока готовятся первые студенты. Но этого времени очень мало...

Затем студент получает билет или номер соответствующих теоретического вопроса и экспериментально-практического умения и готовится с помощью дайджестов и планов ответа. Первая, теоретическая часть ответа должна строиться в форме изложения, беседы, а не чтения подготовленного текста, поэтому заново переписывать план ответа нет необходимости.

На экзамене проверяются: полнота раскрытия теоретического вопроса и свобода владения основными физическими понятиями; качество подготовки вопросов для самостоятельного изучения; качество владения экспериментально-практическими умениями и навыками. Экзамен не сдан, если любая из трех оценок неудовлетворительна. Кроме того, итоговая оценка в зачетке учитывает оценки по итогам работы в семестре: за своевременную и качественную подготовку к практике, за решение домашних задач и контрольных работ.

4.7. Матрица соответствия формируемых компетенций и разделов дисциплины

№ п/п	Номер раздела	Индикаторы		Сумма индикаторов
		ИД-1.ОПК-1	ИД-2.ОПК-1	
1	1	+	+	2
2	2	+	+	2
3	3	+	+	2
4	4	+	+	2

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.

5.1 Содержание разделов дисциплины.

Раздел 1. МЕХАНИКА

Физика. Механика. Механика Ньютона. Свойства пространства и времени в механике Ньютона (классической механике). Основные абстрактные понятия механики: частица, твёрдое тело (ТТ), система отсчёта, сплошная среда. Описание положения частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм. Кинематика частицы и твёрдого тела. Движение брошенного тела. Относительность движения. Теорема сложения скоростей в случае поступательного переносного движения.

Динамика. Основные понятия динамики. Три закона Ньютона; две формы записи второго закона. Инерциальная (ИСО) и неинерциальная (НСО) система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

. Силы в механике. Момент силы (вращающий момент).

Теорема об изменении импульса частицы. Система частиц (механическая система МС). Импульс МС. Центр масс МС. Теорема об изменении импульса МС. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.

Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия частицы, МС и ТТ; теоремы об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия; консервативные и диссипативные силы. Потенциальная энергия упругого и гравитационного взаимодействий. Консервативная МС. Полная механическая энергия (ПМЭ). Закон сохранения ПМЭ. Теорема об изменении ПМЭ.

Основные понятия теории колебаний и волн. Механические колебания. Пружинный маятник; его механическая энергия Волна. Механическая волна. Энергия волны; вектор Умова. Уравнения плоской и сферической волн. Элементы акустики. Затухание волн; закон Бугера. Дисперсия волн. Интерференция волн; когерентность источников. Стоячие волны. Дифракция волн; принцип Гюйгенса

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

Основные положения молекулярно-кинетической теории и их опытное обоснование. Идеальный газ. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа. Абсолютная температура и ее статистический смысл. Основное уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорический и изобарический процессы. Экспериментальное доказательство верности основного уравнения МКТ.

Предмет и метод термодинамики. Внутренняя энергия с точки зрения МКТ. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Теплоёмкость вещества. Первое начало термодинамики и применение его к различным процессам, протекающим в газах. Уравнение теплового баланса. Фазовые превращения. Энергетическое описание фазовых превращений на примере диаграммы фазовых переходов.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.

Электрический заряд и его основные свойства. Модели распределения заряда. Закон Кулона. Теории далеко- и близкодействия. Электрическое поле, его свойства. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя Поле равномерно заряженных плоскости и двух параллельных плоскостей. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа в электростатическом поле. Его потенциальность

Электрическое поле в диэлектрике: поляризация и две модели строения диэлектрика. Смысл диэлектрической проницаемости.

Свойства заряженного проводника в электростатике. Проводник в электростатическом поле. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного тела. Энергия электрического поля.

Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока.

Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Поведение кругового тока в магнитном поле. Магнитный момент витка с током. Сила Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле. Закон Био-Савара. Поле кругового тока. Поле прямого тока, соленоида, Земли. Магнитное поле в веществе.

Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Два механизма появления индукционного тока. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля.

Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в такой цепи. Метод векторных диаграмм. Закон Ома для переменного тока. Резонанс напряжений. Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующее значение переменного тока

Собственные колебания последовательного электрического колебательного контура. Ток смещения. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн.

Раздел 4. ОПТИКА, КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Рассмотрение законов преломления и отражения с позиции принципа Гюйгенса. Полное внутреннее отражение. Ход лучей в линзах. Построение изображений в тонких линзах. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы, ее линейное увеличение

Волновые свойства света. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света.

Зарождение квантовой теории. Фотоны. Открытие фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона.

Модели атома Томсона и Резерфорда-Бора. Спектр атома водорода по Бору. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд ядра. Массовое число ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Свойства ядерных сил. Радиоактивность. Законы смещения. Закон радиоактивного распада.

Систематика элементарных частиц. Основные свойства элементарных частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Типы взаимодействия в природе.

5.2. Примерная тематика лекций (29 лекций).

Раздел 1. МЕХАНИКА (10 лекций)

1. Физика. Механика. Механика Ньютона. Свойства пространства и времени в механике Ньютона. Основные абстрактные понятия механики: частица, твёрдое тело (ТТ), сплошная среда. Система отсчёта. Описание положения частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм. Кинематика. Траектория. Уравнения движения, перемещение, скорость и ускорение частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

2. Частные случаи движения частицы. Движение брошенного тела. Поступательное движение и вращение ТТ вокруг неподвижной оси. Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей для поступательного переносного движения.

3. Динамика. Инертная масса. Импульс частицы. Сила. Три закона Ньютона. Равнодействующая сил. Инерциальная (ИСО) и неинерциальная (НСО) система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики; примеры их решения.

4. Силы в механике: гравитационная и упругости. Силы трения. Момент силы (вращающий момент).

5. Теорема об изменении импульса частицы. Механическая система (МС). Импульс МС. Центр масс МС. Теорема об изменении импульса МС и ТТ. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса МС.

6. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия частицы, МС и ТТ; теоремы об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия; консервативные и диссипативные силы.

7. Потенциальная энергия упругого и гравитационного взаимодействий. Общие свойства потенциальной энергии. Консервативная МС. Полная механическая энергия ПМЭ. Закон сохранения и теорема об изменении ПМЭ. Энергия. Закон сохранения энергии.

8. Основные понятия теории колебаний. Механические колебания. Пружинный маятник; его энергия.

9. Основные понятия теории волн. Упругая волна. Энергия волны; вектор Умова. Уравнения плоской и сферической волн. Элементы акустики. Затухание волн; закон Бугера.

10. Дисперсия волн. Интерференция волн; стоячие волны. Дифракция волн; принцип Гюйгенса и его применение.

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (5 лекций)

11. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) и их опытное обоснование. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа.

12. Статистический смысл абсолютной температуры. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Изопроцессы. Экспериментальное доказательство справедливости основного уравнения МКТ.

13. Предмет и метод термодинамики. Внутренняя энергия с точки зрения МКТ. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Теплоёмкость вещества.

14. Первое начало термодинамики и применение его к различным процессам, протекающим в газах. Уравнение теплового баланса.

15. Фазовые превращения. Энергетическое описание фазовых превращений на диаграмме фазовых переходов.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ (9 лекций).

16. Электрический заряд. Модели распределения заряда. Закон Кулона. Теории далеко- и ближкодействия. Электрическое поле. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя, равномерно заряженных плоскости и двух параллельных плоскостей.

17. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда, системы зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа в электростатическом поле. Его потенциальность.

18. Электрическое поле в диэлектрике: поляризация и две модели строения диэлектрика. Смысл диэлектрической проницаемости. Свойства заряженного проводника в электростатике. Проводник в электростатическом поле. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного тела и электрического поля

19. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника. Сторонние силы и ЭДС. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока.

20. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Поведение кругового тока в магнитном поле. Магнитный момент витка с током. Сила Лоренца. Движение заряда в магнитном поле.

21. Закон Био-Савара. Поле кругового и прямого тока, соленоида, Земли. Магнитное поле в веществе.

22. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции. Правило Ленца. Два механизма появления индукционного тока. Явление самоиндукции. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля

23. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный ток: резистор, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Закон Ома для переменного тока. Резонанс напряжений. Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующее значение переменного тока

24. Собственные колебания последовательного электрического колебательного контура. Ток смещения. Электромагнитные волны. Шкала электромагнитных волн.

Раздел 4. ОПТИКА, КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (5 лекций)

25. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Принцип Гюйгенса. Полное отражение. Построение изображений в сферическом зеркале и тонкой линзе. Формула сферического зеркала и тонкой линзы. Оптическая сила линзы и ее линейное увеличение.

26. Волновые свойства света. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света.

27. Зарождение квантовой теории. Фотоны. Открытие фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона.

28. Модели атома Томсона и Резерфорда-Бора. Спектр атома водорода по Бору. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд ядра. Массовое число ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Свойства ядерных сил.

29. Радиоактивность. Законы смещения. Закон радиоактивного распада. Систематика элементарных частиц. Основные свойства элементарных частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Типы взаимодействия в природе.

5.3. Тематика практических занятий и задания для самостоятельной работы к ним (25 занятий).

Каждое занятие занимает 2 часа и требует самостоятельной работы в объёме 1,5 часов. Время самостоятельной работы тратится на подготовку (письменное раскрытие в тетради) списков понятий, используемых на занятии, и письменное решение домашнего задания. Перед контрольной работой следует проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по всем темам контрольной работы.

Для задолжников по практическим занятиям (спискам понятий или решению домашних заданий) могут предлагаться добавочные задачи. Используемый задачник: Рымкевич А.П. «Сборник задач по физике» (ниже обозначен буквой «Р»). М., «Дрофа», 2010.

Раздел 1. МЕХАНИКА (8 занятий).

Занятие 1. Основные понятия кинематики частицы и твёрдого тела (ТТ).

Материя. Физика. Фундаментальные понятия. Материальная точка (частица); твёрдое тело (ТТ). Микро- и макротела. Механика. Механика Ньютона (классическая механика). Свойства пространства и времени в механике Ньютона. Система отсчёта.

Кинематика. Траектория. Прямолинейное, круговое, плоское и криволинейное движения частицы. Векторный, координатный и естественный способы описания положения частицы в пространстве. Уравнения её движения в этих трёх формах. Указать смысл всех обозначений в формулах. (Внимание! ЭТО НАДО БУДЕТ СДЕЛАТЬ ВО ВСЕХ ФОРМУЛАХ ВСЕХ СПИСКОВ, ХОТЯ УПОМИНАТЬСЯ БОЛЬШЕ НЕ БУДЕТ!)

Вектора перемещения, средней скорости, мгновенной скорости и ускорения. Перемещение, скорость и ускорение в координатной форме. Модуль и направление векторов перемещения, средней и мгновенной скорости, ускорения; их смысл. Связь векторной и координатной форм.

Перемещение и скорость в естественной форме; направление вектора скорости; смысл вектора t° . Ускорение в естественной форме; смысл вектора n° ; нормальная и тангенциальная составляющие вектора ускорения, их направление, смысл. Полное ускорение; его направление, модуль. Равномерное, равнопеременное и произвольное движения. Поступательное движение ТТ.

По ходу раскрытия списка или в его конце указать единицы всех вводимых величин. (ВНИМАНИЕ! Это надо будет сделать для ВСЕХ понятий ВСЕХ списков, хотя упоминаться больше не будет!).

Домашнее задание 1.

1. Движущийся равномерно автомобиль на повороте описал половину окружности. На чертеже показать пути и перемещения автомобиля за всё это время и за треть его. Во сколько раз пути, пройденные автомобилем за указанные отрезки времени, больше модулей соответствующих векторов перемещений? (в $\pi/2$ и в $\pi/3$ раз)

2. Точка движется так, что $x = 4\sin(\pi t/2)$, $y = 3\sin(\pi t/2)$, где x, y - в метрах, t - в секундах. Найти: уравнение траектории; величину и направление скорости и ускорения точки при $t = 2$ с; характер и закон движения по траектории. Ответ: прямая $y = 3x/4$; $v = 5\pi/2$ м/с, $\cos(v^\wedge i) = -0.8$, $\cos(v^\wedge j) = -0.6$; $w = 0$: равномерное, где $s = 5\pi t/2$.

3. Что известно о характере движения и траектории частицы, если $w_t = \text{const} > 0$, $w_n = \text{const}$? (доказать, что равноускоренное по раскручивающейся спирали)

4. Точка движется по дуге окружности радиусом $R = 20$ см. Закон её движения по траектории $s = 20\sin\pi t$ (s - в сантиметрах, t - в секундах). Найти величину и направление скорости, тангенциального, нормального и полного ускорения для $t = 5$ с. **Построить графики скорости, тангенциального и нормального ускорения.** Ответ: а) скорость 20π см/с; направлена против отсчёта s ; б) тангенциальное ускорение отсутствует; в) нормальное ускорение и полное ускорения $20\pi^2$ см/с², направлены к центру окружности.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 17, 25.

Занятие 2. Вращение ТТ вокруг неподвижной оси.

Относительность движения. Сложение движений.

Равномерное вращение ТТ вокруг неподвижной оси; частота, циклическая частота и период вращения. Скорость и ускорение точек ТТ при этом движении. Угловые и линейные перемещения, скорости и ускорения; их связь. **Таблица формул кинематики для поступательного движения ТТ и вращения ТТ вокруг неподвижной оси.**

Векторное произведение двух векторов; его модуль и направление (правило буравчика). Формула Эйлера. Запись векторного произведения в декартовых координатах.

Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей.

Домашнее задание 2.

1. Найти нормальное ускорение точек колеса автомобиля, соприкасающихся с дорогой, относительно осей вращения, если скорость автомобиля 72 км/час, а частота вращения колёс 8 Гц. Какова скорость этих точек относительно дороги? Ответ: 1 км/с²; ноль.

2. Пассажир движущейся со скоростью $v_0 = 54$ км/час по горизонтальному шоссе машины видит на боковом стекле следы капель дождя наклонёнными под углом 30° к вертикали. Найти абсолютную скорость капель отвесно падающего дождя. Ответ: $v = v_0/\text{tg}30^\circ \approx 26$ м/с.

3. Найти абсолютную скорость относительно Солнца самолёта, пролетающего в местный полдень над Ленинградом (60° северной широты) со скоростью 1,24 км/с на восток, с учётом суточного и годового вращений Земли. Радиус Земли 6370 км. Считать орбиту Земли круговой с радиусом 150 миллионов километров, а вектора угловой скорости годового и суточного вращений, параллельными (т.е. ось суточного вращения перпендикулярной плоскости обращения Земли вокруг Солнца, что не совсем верно). Ответ: $v \approx 28,4$ км/с; с точки зрения наблюдателя на Земле скорость направлена на запад.

4. Твёрдое тело вращается вокруг неподвижной точки, с которой совмещено начало декар-

товых координат. Вектор угловой скорости в данный момент можно записать в виде $\vec{\omega} = 15\vec{k}$.

Найти скорость точки тела с координатами (1,2,3). Ответ: $v = 15(5)^{1/2}$ м/с, $\cos(x^i) = -2/(5)^{1/2}$,

$\cos(y^j) = 1/(5)^{1/2}$, $\cos(v^k) = 0$.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 37, 106.

Занятие 3. Некоторые случаи движения частицы и ТТ.

Начальные условия. Вычисление пути и скорости при равномерном и равнопеременном движении.

Путь по горизонтали (дальность броска) и высота подъёма точечного тела, брошенного с земли с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту (без учёта сопротивления воздуха). Время такого движения. Условия максимальной высоты подъёма и максимальной дальности броска; их значения. Вычисление скорости, нормального, тангенциального и полного ускорений, радиуса кривизны траектории в какой-то её произвольной точке.

Домашнее задание 3.

1. Поезд, имея начальную скорость 54 км/час, прошёл с постоянным тангенциальным ускорением за 30 с расстояние 600 м по закруглению пути радиусом 1 км. Найти скорость и ускорение поезда на 30-й секунде движения. Ответ: скорость 25 м/с, ускорение около 0,7 м/с².

2. Мальчик без начальной скорости прыгает в воду с вышки высотой 5 м, и в воде, двигаясь равнозамедленно, проходит до остановки 2 метра. Найти максимальную скорость, замедление в воде и общее время движения. Взять $g \approx 10$ м/с². Ответ: максимальная скорость 10 м/с, замедление 25 м/с², время 1,4 с.

3. Маховик радиусом 2 м начинает раскручиваться равноускоренно, и через 10 с точки на его ободе имеют скорость 100 м/с. Найти скорость, нормальное и тангенциальное ускорение точек обода для момента 15 с.

4. Маховик начинает крутиться равноускоренно и через 10 мин делает 120 об/мин. Сколько оборотов сделал маховик к этому моменту? Ответ: 600.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 51, 78.

Занятие 4. Три закона Ньютона. Две задачи динамики. Силы в механике.

Динамика. Сила. Инертность тела. Инертная масса. Импульс частицы. Три закона Ньютона; формы записи второго закона. Равнодействующая сил. Инерциальная система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

Закон всемирного тяготения; границы его применения. Тяжёлая (гравитационная) масса; принцип эквивалентности масс. Сила тяжести. Отличие сил тяжести и гравитационной. Вес; невесомость; перегрузка. Закон Гука; границы применения. Виды трения. Сила трения покоя; угол трения. Сила сухого трения скольжения. Сила трения качения. Сила вязкого трения для разных скоростей тела.

Домашнее задание 4.

1. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг. За первые 10 с он прошёл 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт. Ответ: примерно 2550 Н.

2. Автомобиль массой 1,5 т проходит со скоростью 20 м/с верхнюю точку выпуклого моста радиусом кривизны 80 м. Найти силу, с которой автомобиль здесь давит на мост. Ответ: около 7500 Н.

3. Груз на нити длиной $l = 60$ см равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости, причём нить с вертикалью имеет постоянный угол $\alpha = 30^\circ$. Какова скорость движения груза?

Ответ: $v = (g l \sin \alpha \operatorname{tg} \alpha)^{1/2} \approx 1,3$ м/с.

4. Самолёт летит горизонтально. Сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости и при скорости 1 м/с равно 0,5 Н. Сила тяги 30 кН постоянна и составляет угол 10° со скоростью. Найти наибольшую скорость самолёта.

Ответ: около 250 м/с.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 266, 275.

Занятие 5. Закон сохранения импульса. Теорема об изменении импульса. Теорема о движении центра масс.

Импульс частицы; 2-й закон Ньютона в импульсной форме для частицы. Теорема об изменении импульса частицы в интегральной форме; форма записи теоремы для постоянных сил и движения по прямой.

Система частиц (механическая система МС). Замкнутая (изолированная) МС. Импульс МС. Центр масс МС; его положение (векторная, координатная формы). Теорема об изменении импульса МС (дифференциальная, интегральная формы). Главный вектор внешних сил; отличие его от равнодействующей. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.

Домашнее задание 5

1. Пуля массой 20 г вылетает из ствола винтовки со скоростью 650 м/с, пробега ствол за 1 мс. Найти среднее давление пороховых газов для площади сечения ствола 150 мм^2 . Ответ: около 90 Н/мм^2 .

2. По горизонтальной покоившейся платформе длиной 6 м и массой 2700 кг рабочие перекатили тяжёлую отливку из левого конца платформы в правый. Общая масса отливки и рабочих 1800 кг. Куда и на сколько сместится платформа? Трением о рельсы можно пренебречь. Ответ: влево на 2,4 м.

3. Граната массой 12 кг, летевшая со скоростью 15 м/с, разорвалась в воздухе на 2 части. Скорость осколка массой 8 кг выросла в направлении движения до 25 м/с. Найти величину и направление скорости второго осколка. Ответ: 5 м/с; обратно скорости первого осколка.

4. По наклонной плоскости, составляющей с горизонтом угол 30° , начал спускаться покоившийся груз. За какое время от пройдёт путь 39,2 м, если коэффициент трения 0,2? Ответ: 5 с.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 343, 348.

Занятие 6. Работа силы. Мощность. Теоремы об изменении кинетической и полной механической энергии. Закон сохранения полной механической энергии.

Скалярное произведение двух векторов; его модуль. Элементарная работа силы. Работа произвольной силы на конечном перемещении по криволинейной траектории; работа для случая постоянных сил и движения по прямой. Мощность; её связь со скоростью.

Кинетическая энергия материальной точки и системы частиц. Теорема об изменении кинетической энергии.

Потенциальная энергия. Консервативные и диссипативные силы; их примеры, признаки консервативности силы. Потенциальная энергия упругого и гравитационного взаимодействий. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия вблизи поверхности Земли.

Консервативная механическая система. Полная механическая энергия (ПМЭ). Закон сохранения ПМЭ. Теорема об изменении ПМЭ.

Энергия. Закон сохранения и превращения энергии.

Домашнее задание 6

1. Найти наименьшую работу подъёма тела массой 2 т на 5 м по наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения 0,5. Ответ: около 180 кДж.

2. Снаряд массой 24 кг вылетает из ствола орудия длиной 2 м со скоростью 500 м/с. Найти среднюю силу давления пороховых газов на снаряд, если коэффициент сопротивления 2000. Ответ: ≈ 2 МН.

3. Железнодорожная платформа массой 6 т испытывает силу сопротивления в 0,0025 её веса. На горизонтальном прямолинейном участке пути рабочий начал толкать покоившуюся платформу с постоянной силой 250 Н, и через 20 м перестал толкать. Найти максимальную скорость платформы и полный её путь от начала движения до остановки. Ответ: около 0,8 м/с и 34 м.

4. Шахтный лифт массой 6 т движется вниз со скоростью $v_0 = 12$ м/с. Какую среднюю силу трения должен обеспечить тормозной парашют в случае обрыва троса, чтобы остановить лифт на пути $S = 10$ м? Ответ: $F = m[g + (v_0^2/2s)] = 102$ кН.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 385, 407.

Занятие 7. Смешанные задачи на энергию и импульс.

Повторить списки понятий к занятиям 5 и 6.

Домашнее задание 7

1. Тяжёлая отливка массой 20 кг закреплена на лёгком жёстком стержне, который может практически без трения вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси. Покоившаяся отливка начинает падать из верхнего положения. Найти максимальную силу давления отливки на ось. Ответ: около 980 Н.

2. Парашютист массой 70 кг шагнул из самолёта и пролетев 100 м раскрыл парашют. Найти силу натяжения строп крепления парашюта, если за 5 с после раскрытия парашюта скорость упала до 4,3 м/с. Считать силу сопротивления воздуха парашюту постоянной, а человеку без парашюта - малой. Ответ: около 1250 Н.

3. За 500 м до станции, стоящей на пригорке высотой 2 м, машинист поезда массой 1000 т, имевшего скорость 12 м/с, начал торможение. Сила трения постоянна и равна 20 кН. Найти постоянную силу торможения, если поезд остановился точно у станции. Ответ: около 85 кН.

4. Камню, находящемуся на вершине гладкой полусферы радиуса R , сообщили горизонтальную скорость v_0 . В какой точке камень покинет купол? При какой скорости v_{max} камень покинет купол в вершине? *Ответ:* $\varphi = \arccos(2/3 + v_0^2/3gR)$, где φ - угол между радиусами, проведёнными из центра полусферы в вершину и точку отрыва камня; $v_{\text{max}} > (gR)^{1/2}$.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 411, 413.

Занятие 8. Механические колебания и волны.

Колебания; механические колебания. Период; периодические и аperiodические колебания. Свободные колебания; собственная частота. Вынужденные колебания; резонанс. Автоколебания.

Волна. Механическая (упругая) волна. Продольные и поперечные волны. Волновой фронт. Сферические, цилиндрические, плоские волны. Длина волны; связь её с периодом и частотой колебаний источника.

Поток энергии волны; плотность потока энергии (вектор Умова). Интенсивность (мощность) источника. Объёмная плотность энергии волны; связь вектора Умова с объёмной плотностью энергии.

Пружинный маятник. Дифференциальное уравнение колебаний линейного гармонического осциллятора. Гармоническое колебание. Уравнение гармонического колебания; входящие в него величины. Период идеальных свободных колебаний пружинного маятника. Графики смещения, скорости и ускорения пружинного маятника; максимальная величина скорости и ускорения. Причина важности изучения гармонических колебаний.

ПМЭ идеального пружинного маятника. Затухающие колебания.

Виды упругих волн в газах, жидкостях, и твёрдых телах. Линейные среды. Волновая поверхность. Уравнение плоской гармонической бегущей волны; входящие в него величины. Фазовая скорость. Волновое число; запись уравнения плоской гармонической бегущей волны с его помощью.

Закон Бугера; смысл коэффициента поглощения. Дисперсия волн.

Принцип суперпозиции волн. Когерентные источники. Интерференция волн. Синфазные и противофазные колебания. Разность хода волн. Условия максимума и минимума интерференционной картины при сложении колебаний одного направления. Стоячая волна; узлы и пучности. Дифракция волн; условие её наблюдения. Принцип Гюйгенса.

Домашнее задание 8

1. Колебание точки в системе СИ описывает уравнение $x = 0,05 \cos 20\pi t$. Записав уравнения зависимости скорости и ускорения от времени, **построить графики смещения, скорости и ускорения за период**. Найти координату, а также проекции скорости и ускорения на ось X через $1/60$ с после начала колебания. Ответ: 2,5 см; - 2,7 м/с; -100 м/с².

2. Частица совершает гармонические колебания с круговой частотой $\omega = 4$ рад/с вдоль оси x около положения равновесия $x = 0$. В некоторый момент координата частицы $x_0 = 25$ см и её скорость $v_{x0} = 100$ см/с. Найти координату x и скорость v_x частицы через $t = 2,4$ с после этого момента. *Ответ:* $x = A \cos(\omega t + \alpha) = -29$ см, $v_x = -81$ см/с, где амплитуда $A = [x_0^2 + (v_{x0}/\omega)^2]^{1/2}$, начальная фаза $\alpha = \arctg[-v_{x0}/(\omega x_0)]$

3. Движение некоторой точки незатухающей волны описывается уравнением $x = 0,05 \cos 2\pi t$. Написать уравнения движения точек, удалённых от данной на 15 и 30 см в направлении распространения волны, если её скорость 0,6 м/с. Ответ: $x = 0,05 \sin 2\pi t$; $x = -0,05 \cos 2\pi t$.

4. Найти результат интерференции волн равной амплитуды от двух когерентных источников, колеблющихся синфазно с частотой 20 Гц, в точке, отстоящей от одного источника на 15 см дальше, чем от второго. Скорость волн 2 м/с. Ответ: гашение.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 945, 1038.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по механике (2 часа).

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 1-8.

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (6 занятий)

Занятие 9. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа.

Основное уравнение состояния.

Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Число Авогадро, его смысл. Универсальная газовая постоянная, её смысл. Основное уравнение состояния идеального газа. Кинетическая энергия молекул. Среднеквадратичная скорость молекул. Постоянная Больцмана, её физический смысл. Концентрация молекул. Молярная масса.

Домашнее задание 9

1. Какова масса воздуха в комнате размерами $6 \times 4 \times 3$ м при температуре 20°C и давлении 1000 гПа? Молярная масса воздуха около 29 кг/кмоль. (около 86 кг)

2. В баллоне находится газ при температуре 15°C . Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура понизится на 8°C ? (примерно в 1,7 раза)

3. Газ при давлении 0.2 МПа и температуре 15°C имеет объем 5 л. Чему равен объем этой массы газа при нормальных условиях?(9,5 л)

4. Определить среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа и концентрацию молекул при температуре 290 К и давлении 0.8 МПа. ($6 \cdot 10^{-21}$ Дж; $2 \cdot 10^{26}$ 1/м³)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 477, 478.

Занятие 10. Газовые законы.

Параметры состояния газа. Молярная масса. Закон Бойля-Мариотта. Уравнение изотермы. График изотермы. Закон Гей-Люссака. Уравнение изобары в трёх видах. График изобары. Коэффициент объёмного расширения газа. Закон Шарля. Уравнение изохоры в трёх видах. График изохоры. Закон Авогадро. Закон Дальтона.

Домашнее задание 10.

1. При уменьшении объёма газа вдвое давление выросло на 120 кПа, а абсолютная температура - на 10%. Найти первоначальное давление. ($1 \cdot 10^5$ Па)

2. Кислород массой 10 г находится под давлением 3 атм при температуре 10°C . После расширения вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объём 10 л. Найти объём газа до расширения и температуру газа после расширения. ($2.5 \cdot 10^{-3}$ м³; 1130 К)

3. На весы поставлены два одинаковых герметически закрытых сосуда, один из которых заполнен сухим воздухом, а другой влажным. Давление и температура в сосудах одинаковы. Какой сосуд перетянет? (Объяснить письменно, почему с сухим воздухом)

4. Найти плотность и концентрацию молекул воздуха (молярная масса $\mu \approx 29$ кг/кмоль) при нормальном давлении и комнатной температуре. ($\rho \approx 1,2$ кг/м³, $n \approx 2,5 \cdot 10^{25}$ 1/м³)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 512, 519.

Занятие 11. Применение первого начала термодинамики к различным газовым процессам.

Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость, молярная теплоёмкость вещества.

Первый закон термодинамики. Первый закон при изохорическом, изобарном, изотермическом и адиабатическом процессах. Молярная теплоёмкость при постоянном объёме и постоянном давлении.

Домашнее задание 11

1. На сколько изменяется внутренняя энергия 200 г гелия при увеличении температуры на 20°C ? Принять $\mu_{\text{He}} = 0.004$ кг/моль. ($\approx 12,5$ кДж)

2. Какую работу совершил воздух массой 290 г при его изобарном нагревании на 20 К и какое количество теплоты ему при этом сообщили? ($A' = 1,7$ кДж, $Q = 5,8$ кДж)

3. Какая часть количества теплоты, сообщенной одноатомному газу в изобарном процессе, идет на увеличение внутренней энергии и какая часть – на совершение работы? ($\Delta U/Q_p = 0.6 = 60\%$; $A'/Q_p = 0.4 = 40\%$)

4. Аэростат с жёсткой оболочкой объёмом 500 м³ наполнен гелием под давлением 100 кПа при температуре 20°C . В результате нагрева солнцем температура выросла на 25°C . Найти прирост внутренней энергии газа. ($\Delta U \approx 4$ МДж)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 542, 547.

Занятие 12. Фазовые превращения.

Количество теплоты, полученное телом при нагревании или отданное при охлаждении. Кипение. Испарение. Удельная теплота парообразования. Плавление. Удельная теплота плавления. Кристаллизация.

Домашнее задание 12

1. Какое количество теплоты нужно сообщить 2 кг льда, взятого при температуре -10°C , чтобы его расплавить, полученную воду нагреть до 100°C и выпарить? ($Q = 6140$ кДж)

2. При изготовлении льда в комнатном холодильнике температура воды за 5 мин понизилась с 16°C до 12°C , и ещё через 1 час 55 мин вода превратилась в лёд. Считая скорость отвода тепла постоянной, а удельную теплоёмкость воды равной $4,2$ кДж/(кг·К), найти по этим данным удельную теплоту плавления льда (336 кДж/кг).

3. Какое тело обладает большей внутренней энергией: кусок льда при 0°C или полученная из этого куска вода при 0°C ? (доказать, что вода)

4. В закрытый поршнем сосуд начальным объёмом 500 л налили $0,5$ л воды и нагрели изохорически до 150°C . При такой температуре давление насыщенного водяного пара должно быть равно 480 кПа. На сколько нужно уменьшить объём сосуда, чтобы весь пар стал насыщенным, если молярная масса воды $\mu = 18$ кг/кмоль? ($\Delta V \approx 300$ л)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 575, 577.

Занятие 13. Смешанные задачи на газовые законы и тепловые процессы.

Повторить списки понятий к занятиям 9-12.

Домашнее задание 13

1. Резиновую лодку рано утром при температуре 7°C надули до рабочего давления 108 кПа. Есть ли опасность разрыва лодки при росте температуры на солнце днём до 37°C , если предельно допустимое давление $110,6$ кПа и увеличение объёма не должно превышать 4% ? Что нужно сделать, чтобы сбросить лодку? (Доказать, что есть. Проще всего спустить часть воздуха)

2. Какая масса воздуха выйдет из комнаты объёмом $V = 60$ м³ при росте температуры от $T_1 = 280$ К до $T_2 = 300$ К при нормальном давлении? Ответ: $m = \rho_0 T_0 (T_2 - T_1) V / T_1 T_2 = 5$ кг.

3. Алюминиевый чайник массой 400 г с 2 л воды греют газовой горелкой с КПД 49% . Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причём 20 г её выкипело? ($3,5$ кВт)

4. В алюминиевом калориметре массой 300 г при температуре -15°C находился кусок льда. Затем через калориметр пропустили водяной пар при температуре 100°C . После того, как температура смеси поднялась до 25°C , смесь взвесили; её масса оказалась 500 г. Найти массу сконденсировавшегося пара и первоначальную массу льда в калориметре. (420 г; 80 г).

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 504, 570.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по молекулярной физике и термодинамике.

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 9-13.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ. (8 занятий).

ЗАНЯТИЕ 14. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции.

Электромагнитное взаимодействие. Электрический заряд. Его свойства: два вида зарядов, их взаимодействие; элементарный заряд "е", его носители; дискретность заряда; релятивистская инвариантность заряда; закон сохранения заряда.

Электростатика. Модели заряженных тел: точечный заряд; заряженные нить, поверхность, объём. Линейная, поверхностная и объёмная плотности заряда. Вычисление заряда тела с их помощью.

Закон Кулона в вакууме; название и смысл всех обозначений в формуле. Направление силы; границы применимости закона.

Десятичные приставки: Гига (Г), Мега (М), кило (к), санти (с), милли (м), микро (мк), нано (н), пико (п).

Электрическое поле. Вектор напряжённости, его смысл, направление. Сила, действующая на точечный заряд q в точке поля напряжённостью E . Напряжённость поля точечного заряда. Однородное поле. Принцип суперпозиции для поля точечных и распределённых зарядов. Электрический диполь; дипольный момент p .

Силовая линия. Вид силовых линий поля точечного заряда, диполя, однородного поля.

Домашнее задание № 14

1. Два заряда по 25 нКл удалены на 24 см. С какой силой действуют они на третий заряд 2 нКл, удалённый на 15 см от каждого из двух первых зарядов, если они одноимённые? разноимённые? (24 и 32 мкН).



Рис. 2.1.

Ответ: $4.3 \cdot 10^{11}$ В/м
и $4.2 \cdot 10^{11}$ В/м.

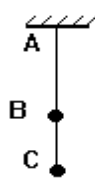


Рис. 2.2.

2. Считая протон и электрон в атоме водорода неподвижными точечными зарядами, удалёнными на $5 \cdot 10^{-11}$ м, найти напряжённость электрического поля в точках В и С (см. рис. 2.1).

3. Одинаковые шарики массой по 0.2 г имеют равные заряды по 10 нКл и подвешены на нити, как показано на рис.2.2, на расстоянии $BC = 3$ см. Найти силу натяжения нити на участках АВ и ВС. Рассмотреть случаи зарядов одного и разных знаков (4 и 3 мН, 4 и 1 мН).

4. В однородное поле напряжённостью 40 кВ/м внесли точечный заряд 27 нКл. Найти напряжённость результирующего поля в 9 см от заряда на линиях, проходящих через заряд: а) на силовой линии однородного поля; б) на прямой, перпендикулярной силовым линиям. (70 и 10, 50 и 50 кВ/м).

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.686, 705.

ЗАНЯТИЕ 15. Потенциал. Работа электрического поля. Связь напряжённости и потенциала.

Потенциал электростатического поля; его смысл. Потенциал поля нескольких зарядов. Потенциальная энергия точечного заряда в точке поля с известным потенциалом. Работа перемещения заряда в поле. Разность потенциалов, её смысл, отличие от изменения потенциала. Прямая и обратная связь E и ϕ .

Потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности; их вид для поля точечного заряда, диполя, однородного поля.

Домашнее задание № 15

1. В вершинах правильного 6-угольника стороной 5 см находятся равные точечные заряды 6.6 нКл. Найти работу электрических сил по перемещению заряда 3 нКл из центра 6-угольника в середину одной из сторон. (2.5 мкДж).

2. Шарик массой 1 г и зарядом 10 нКл перемещается из точки А с потенциалом 600 В в точку В с нулевым потенциалом. Какой была его скорость в точке А, если в точке В она стала 20 см/с? (16.7 см/с).

3. В однородном поле напряжённостью 1 кВ/м перемещён заряд -25 нКл на 2 см по силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии заряда, разность потенциалов начальной и конечной точек. (-0.5 мкДж, 0.5 мкДж, 20 В)

4. Какой станет кинетическая энергия покоившегося заряда 1 нКл при разгоне его полем из точки в 3 см от точечного заряда 1 мкКл в точку в 10 см? (210 мкДж)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.736, 739.

ЗАНЯТИЕ 16. Поле в диэлектриках и проводниках. Ёмкость проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного тела и электрического поля.

Свободный заряд. Проводник. Диэлектрик; изолятор. Поведение диполя в однородном и неоднородном поле. Сторонние и связанные заряды. Две модели линейных диэлектриков; сегнетоэлектрик. Полное поле в присутствии диэлектрика; полное поле внутри большой однородной пластины из линейного диэлектрика, внесённой в действующее нормально боковым граням однородное поле. Смысл относительной диэлектрической проницаемости. Сила Кулона, напряжённость и разность потенциалов поля в безграничном линейном однородном жидком (газообразном) диэлектрике.

Свойства заряженного проводника в электростатике: распределение поля, заряда, потенциала, вид силовых линий поля. То же для незаряженного проводника, внесённого в электрическое поле; явления электростатической индукции и электростатической защиты. Свойства цилиндра Фарадея.

Ёмкость проводника; её смысл. Ёмкость шара. Общая ёмкость, распределение зарядов и потенциала при соединении шаровых проводников. Конденсатор. Его ёмкость. Ёмкость плоского конденсатора. Ёмкость параллельно и последовательно соединённых конденсаторов; распределение зарядов и напряжений здесь.

Энергия заряженного тела и конденсатора. Объёмная плотность энергии электрического поля.

Домашнее задание № 16

1. Найти заряд положительного шарика массой 0.18 г из вещества плотностью 1800 кг/м^3 , уравновешенного в жидком диэлектрике плотностью 900 кг/м^3 , где создано направленное вверх однородное поле напряжённостью 45 кВ/м. (20 нКл)

2. Пластины плоского воздушного конденсатора площадью 300 см^2 раздвинуты на расстояние 3 мм. Между ними поместили металлическую пластину толщиной 1 мм с той же площадью, конденсатор

зарядили до 600 В и отсоединили от источника питания. Найти работу удаления пластины из конденсатора (12 мкДж).

3. Шар радиусом 5 см с потенциалом 100 кВ соединили проводником с незаряженным шаром радиусом 6 см. Найти заряд и потенциал каждого шара после соединения (250 и 300 нКл, 45 кВ).

4. На погружённом в керосин проводящем шаре диаметром 6 см есть заряд 20 нКл. Найти объёмную плотность энергии электрического поля на удалении 2 и 4 см от центра шара (0 и 28 мДж/м³).

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.717, 729

ЗАНЯТИЕ 17. Сила и плотность тока. Сторонние силы и ЭДС. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока. Источники тока.

Электрический ток. Сила тока; её смысл. Ток проводимости; конвекционный ток. Плотность тока; её смысл и связь со скоростью движения зарядов в токе проводимости. Связь силы и плотности тока.

Постоянный ток. Его сила. Связь силы тока и числа элементарных зарядов, протекающих через поперечное сечение проводника.

Смысл электрического сопротивления. Сопротивление однородного проводника постоянного сечения. Закон Ома для проводника (в интегральной форме). Смысл удельного сопротивления. Резистор. Сопротивление при параллельном и последовательном соединении резисторов; распределение токов и напряжений при этом. Шунт и добавочное сопротивление; расчёт их величины.

Источник тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС); её смысл. Электрическая цепь. Закон Ома для участка цепи с ЭДС; правило знаков. Напряжение и разность потенциалов. Закон Ома для замкнутой цепи.

Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока на участке цепи без источников тока.

Определение общих ЭДС и внутреннего сопротивления при параллельном и последовательном соединении n одинаковых элементов.

Домашнее задание № 17.

1. Гальванический элемент даёт на внешнее сопротивление 4 Ом ток 0.2 А, а на сопротивление 7 Ом - 0.14 А. Найти ток его короткого замыкания (0.47 А).

2. От источника напряжением 45 В надо питать спираль сопротивлением 20 Ом, рассчитанную на напряжение 20 В. Есть три реостата а) 6 Ом, 2 А; б) 30 Ом, 4 А; в) 800 Ом, 0.6 А. Какой из них нужно использовать? (второй)

3. Элемент с ЭДС 1.1 В внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на сопротивление 9 Ом. Найти ток в цепи и падение потенциала вне и внутри элемента. (0.11 А, 0.99 и 0.11 В)

4. Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0.3 А, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5.4 В. Какой резистор надо включить последовательно лампам? Какая мощность на нём выделится? Как изменится накал ламп, если одну из них отключить? (2 Ом; 2,9 Вт; показать, что увеличится)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.801, 807.

ЗАНЯТИЕ 18. Сила Ампера. Рамка с током в магнитном поле. Сила Лоренца.

Сила Ампера; её направление (правила буравчика и левой руки) и модуль. Сила, действующая на прямой ток в однородном магнитном поле. Модуль и направление сил взаимодействия 2-х длинных параллельных прямых токов.

Магнитный момент витка с током и рамки из N одинаковых витков. Вращающий момент, действующий на рамку с током в однородном магнитном поле; его направление (правило буравчика). Взаимодействие постоянных магнитов.

Сила Лоренца; её модуль, направление. Вид и характеристики траектории, описываемой заряженной частицей, влетающей в однородное магнитное поле под прямым и произвольным углом к силовым линиям.

Домашнее задание № 18.

1. Из проволоки длиной 20 см сделали сначала квадратный, затем круглый контур. Найти действующие на них вращающие моменты в однородном поле индукцией 0.1 Тл, если ток в контурах 2 А, а их плоскость составляет угол 45° с направлением поля. (0.35 и 0.45 мН·м).

2. Горизонтальный проводник длиной l и массой m подвешен на тонких проволочках в вертикальном однородном магнитном поле. Найти индукцию B этого поля, если при пропускании по проводнику тока I он отклоняется от вертикали на угол α . ($B = mg \cdot \operatorname{tg} \alpha / I l$).

3. По кольцу из свинцовой проволоки диаметром $d = 10$ см сечением $S = 0.7$ мм² идёт ток $I = 7$ А, и проволока нагрета почти до плавления. Порвётся ли она при включении однородного поле индукцией $B = 1$ Тл, перпендикулярного плоскости кольца, если прочность свинца на разрыв при таком нагреве $\rho = 2$ Н/мм²? (Нет. Для разрыва нужно поле $B = 2Sp / Id = 4$ Тл)

4. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией $B=2$ мТл по винтовой линии радиусом $R=2$ см и шагом (расстоянием между витками) $h=5$ см. Найти скорость электрона. Ответ: $v = eB(h^2 + 4\pi^2 R^2)^{1/2} / (2\pi m) = 7.6$ Мм/с.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.883, 900.

ЗАНЯТИЕ 19. Расчёт магнитного поля токов. Магнитное поле в веществе.

Магнитное поле. Направление вектора магнитной индукции. Вектор элемента тока; его направление. Закон Био-Савара; направление (правило буравчика) и модуль вектора индукции. Принцип суперпозиции.

Величина и направление поля B в центре кругового тока. Вектор магнитного момента рамки с током; его направление. Величина и направление поля B длинного прямого тока. Силовая линия (линия индукции). Вид силовых линий поля кругового и длинного прямого токов.

Поле B в центре длинного соленоида и на его краю. Вид силовых линий магнитного поля соленоида и полосового постоянного магнита. Вид силовых линий магнитного поля Земли; поле Земли в Горно-Алтайске.

Магнетик. Гипотеза Ампера о природе магнетизма. Причина появления собственного поля в магнетике, внесенном во внешнее поле; полное поле такого магнетика. Магнитная проницаемость вещества; её смысл. Сильный и слабый магнетик.

Примерный вид кривой индукции железа, стали и чугуна.

Домашнее задание № 19.

1. По 3-м длинным параллельным прямым проводам, расположенным в одной плоскости на равном расстоянии 3 см, текут токи $I_1 = I_2$ в одном и $I_3=2I_1$ в противоположном направлении. Найти положение прямой с нулевой напряжённостью суммарного поля. (Если ток I_3 с краю, то в 1 см от среднего провода; если I_3 посередине, то решения нет).

2. По 2-м длинным параллельным прямым проводам, расположенным на расстоянии 5 см, текут в одном направлении токи 5 и 10 А. Найти индукцию поля в точке, удалённой на 2 см от первого и 5 см от второго провода (около 70 мкТл).

3. По длинному горизонтальному проводу, перпендикулярному плоскости магнитного меридиана, на запад идёт ток 15 А. Величина поля Земли 50 мкТл, полушарие северное, угол наклоения (угол силовых линий с поверхностью Земли) 70° . Указать точку вблизи середины провода, где результирующее поле равно нулю. Какова напряжённость поля на 5 см выше и ниже провода? (На 2.1 см ниже и 5.6 см южнее провода; около 88 и 63 мкТл).

4. По графику кривой индукции определить магнитную проницаемость стали при индукции 0,5 и 2 мТл. (Около 1600 и 700)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.890, 907.

ЗАНЯТИЕ 20. Магнитный поток. Явления электромагнитной индукции, самоиндукции и взаимной индукции. Энергия контура с током и магнитного поля.

Магнитный поток; его смысл. Потокосцепление. Явление электромагнитной индукции (ЭМИ). Закон Фарадея. Индукционный ток; его сила и направление (правило Ленца). Заряд, протекающий в контуре, помещённом в меняющееся магнитное поле. ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле.

Явление самоиндукции. Индуктивность (коэффициент самоиндукции) контура; её смысл. ЭДС самоиндукции. Индуктивность соленоида.

Явление взаимной индукции. Устройство трансформатора. Коэффициент трансформации; отношение токов и напряжений.

Работа перемещения контура с током в магнитном поле. Энергия контура с током. Объёмная плотность энергии магнитного поля.

Домашнее задание № 20.

1. Внутри соленоида сечением 100 см² индукция поля равна 2 мТл. Каким станет магнитный поток, если в соленоид ввести железный сердечник, заполняющий сечение полностью? Во сколько раз он вырос? Использовать кривую индукции из раздела 5. (14 мВб; в 700 раз)

2. Плоскость кругового контура радиусом 2 см сопротивлением 1 Ом нормальна силовым линиям однородного поля индукцией 0.2 Тл. Какой заряд пройдет по контуру при повороте его на 90° (250 мкКл).

3. Катушка с железным сердечником имеет длину 50 см, площадь сечения 10 см² и 1000 витков. Найти индуктивность катушки при токах 0.1, 0.2 и 1 А. Использовать график индукции из раздела 5. (8, 5 и 1.45 Гн)

4. Обмотка электромагнита индуктивностью 0.2 Гн имеет сопротивление 10 Ом и находится под постоянным напряжением. За какое время в обмотке выделится тепло, равное энергии магнитного поля сердечника? (10 мс)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.928, 932.

ЗАНЯТИЕ 21. Закон Ома для переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Электромагнитные колебания и волны.

Переменный ток. Синусоидальный переменный ток: его уравнение, мгновенное значение, амплитуда, фаза, начальная фаза, круговая (циклическая) частота и её связь с частотой и периодом, график. Амплитуда, частота, круговая частота и период сетевого напряжения.

Квазистационарный ток. Активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления в цепи переменного тока; их величина. Закон Ома и векторная диаграмма для резистора, конденсатора и катушки индуктивности в цепи переменного тока.

Закон Ома и векторная диаграмма для последовательно соединённых резистора, конденсатора и катушки. Угол сдвига фаз тока и напряжения. Реактивное и полное сопротивление (импеданс) такой цепи.

Действующие (эффективные) значения переменного синусоидального тока и напряжения; их смысл. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности; его смысл и способ увеличения. Условие наибольшей полезной мощности в цепи переменного тока.

Колебания. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Колебательный контур. Электромагнитные колебания. Уравнение свободных колебаний заряда, силы тока и напряжения на конденсаторе в идеальном контуре.

Волна. Продольная и поперечная волна. Волновой фронт. Длина волны; её связь с частотой источника. Волновое число. Плоская монохроматическая электромагнитная волна; её уравнения и вид в декартовых осях. Связь характеристик электромагнитной волны с её визуальными параметрами.

Домашнее задание № 21.

1. При включении в розетку (220 В, 50 Гц) конденсатора по цепи идёт ток 2.5 А. Найти ёмкость. (36 мкФ)

2. Найти ток в цепи из последовательно соединённых конденсатора на 20 мкФ и резистора сопротивлением 150 Ом, включённых в сеть (110 В, 50 Гц). Каковы напряжения на конденсаторе и резисторе? (0.5 А; 80 и 75 В)

3. При включении в розетку (220 В, 50 Гц) последовательно соединённых конденсатора на 10 мкФ и дросселя активным сопротивлением 120 Ом по цепи идёт ток 1 А. Найти индуктивность дросселя. (1.6 Гн)

4. При включении в сеть $U=120$ В (50 Гц) последовательно соединённых резистора сопротивлением $R=20$ Ом и дросселя напряжение на дросселе $U_2=91$ В, а на резисторе $U_1=44$ В. Какие мощности P_2 и P_1 потребляют дроссель и резистор? Ответ: $P_1=U_1^2/R=97$ Вт, $P_2=(U^2-U_1^2-U_2^2)/2R=105$ Вт.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.986, 995.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по электричеству и магнетизму (2 часа).

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 14-21

Раздел 4. ОПТИКА. КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (5 занятий).

ЗАНЯТИЕ 22. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение.

Условия прямолинейного распространения света. Величина скорости света в вакууме. Закон отражения. Алгоритм построения изображения в плоском зеркале.

Закон преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления, их смысл. Полное внутреннее отражение. Замечательные лучи и алгоритм построения изображения в сферическом зеркале и тонкой линзе. Формула сферического зеркала и формула тонкой линзы.

Домашнее задание № 22

1. Найти предельный угол полного внутреннего отражения масла на границе с воздухом, если скорость распространения света в масле равна $1.6 \cdot 10^8$ м/с. ($\approx 30^\circ$)

2. Световой пучок идет из алмаза, показатель преломления которого равен $n_1 = 2.4$, в стекло с показателем преломления $n_2 = 1.5$. Найдите угол, на который отклонится пучок от первоначального направления на границе раздела этих сред, если угол падения равен 30° . ($\approx 53^\circ$)

3. Два зеркала расположены под углом 90° друг к другу. Что увидит человек, смотрящий в такое сложное зеркало?

4. На каком расстоянии перед выпуклым сферическим зеркалом должен находиться предмет, чтобы его изображение получилось в 1,5 раза ближе к зеркалу, чем сам предмет. Радиус кривизны зеркала 1,6 м. Сделайте построение изображения. (0,4 м)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1093, 1106.

ЗАНЯТИЕ 23. Волновая природа света. Интерференция, дифракция, дисперсия света.

Величина скорости света в вакууме и в среде. Длина волны; связь её с периодом колебаний и частотой источника. Связь характеристик электромагнитной волны с её оптическими параметрами.

Принцип суперпозиции световых волн. Когерентные источники. Опыт Юнга. Явление интерференции света; интерференционная картина. Разность хода волн; условия максимума и минимума интерференционной картины. Расстояние между соседними максимумами в опыте Юнга.

Дифракция света; условия её наблюдения. Принцип Гюйгенса. Дифракционная решётка; формула дифракционной решётки.

Дисперсия света. Получение дисперсионного спектра.

Домашнее задание № 23.

1. Два когерентных точечных источника S_1 и S_2 дают монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Отрезок S_1S_2 длиной 1 мм параллелен плоскости экрана и отстоит от неё на 4 м. На каком расстоянии от центра экрана (точка, в которую попадает перпендикуляр, опущенный на экран из середины отрезка S_1S_2) будет первый максимум? (2,4 мм).

2. Дифракционная решётка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° . (580 нм).

3. Показатель преломления стекла равен 1,6444 для красного луча и 1,6852 для фиолетового. Найти разницу углов преломления этих лучей при угле падения 80° . (1°)

4. На дифракционную решетку, содержащую $n=400$ штрихов на 1 мм, падает нормально монохроматический свет ($\lambda=0,6$ мкм). Найдите общее количество дифракционных максимумов, которые дает эта решетка. ($N=9$)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1164, 1173.

ЗАНЯТИЕ 24. Квантовая природа света. Внешний фотоэффект.

Энергия кванта. Величина и единицы измерения постоянной Планка. Импульс фотона.

Внешний фотоэффект. Законы Столетова. Красная граница. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Работа выхода электронов из металла. Соотношение между единицами измерения энергии Дж и эВ. Абсолютно чёрное тело.

Домашнее задание 24.

1. Найти наибольшую длину световой волны, при которой может иметь место фотоэффект для платины. Работа выхода электронов равна 6,3 эВ. (примерно $2 \cdot 10^{-7}$ м)

2. Красная граница фотоэффекта для калия равна $6,2 \cdot 10^{-5}$ см. Найти работу выхода электронов из калия. ($3,2 \cdot 10^{-19}$ Дж)

3. Определить наибольшую скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении его светом с длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м, если работа выхода электронов из этого металла 1,9 эВ. ($6,5 \cdot 10^5$ м/с)

4. Найти импульс и энергию фотона с длиной волны 0,4 пм. ($p = 16,5 \cdot 10^{-22}$ кг·м/с, $E \approx 5 \cdot 10^{-13}$ Дж)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1211, 1221.

ЗАНЯТИЕ 25. Атом Бора и спектр излучения. Ядерные реакции.

Постулаты Бора. Квант энергии. Формула Бальмера-Ридберга.

Массовое и зарядовое число ядра. Изотоп. Изобар. Энергия связи. Законы смещения при α - и β -распадах. Постоянная распада. Период полураспада.

Домашнее задание 25.

1. Найти продукт реакции при бомбардировке ядер магния ${}_{12}\text{Mg}^{24}$ α -частицами, если известно, что при этом вылетает нейтрон.

2. Найти энергию, даваемую ядерной реакцией: ${}_{3}\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$

3. Найти энергию связи ядра изотопа лития ${}_{3}\text{Li}^7$.

4. Активность неустойчивого элемента упала за 8 дней в 4 раза. Найти период полураспада (4 дня).

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1258, 1284.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по оптике, квантовой, атомной и ядерной физике. Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 22-25.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ПОНЯТИЙ № 1 ПО МЕХАНИКЕ.

(КРУПНЫМ ШРИФТОМ выделены понятия и формулы для заучивания, а жирным наклонным подчёркну-

тым шрифтом – векторные величины)

Занятие 1. Основные понятия кинематики частицы и твёрдого тела (ТТ).

МАТЕРИЯ – всё, что существует в мире независимо от нашего сознания. **ФИЗИКА** – наука о наиболее простых и поэтому наиболее общих формах движения материи: механической, тепловой, электромагнитной и пр. **МАТЕРИЯ** – всё, что есть в мире помимо нашего сознания. **ДВИЖЕНИЕ МАТЕРИИ** – любое изменение её состояния. **ФИЗИКА** – наука о наиболее простых и поэтому наиболее общих формах движения материи (под движением здесь понимается любое изменение) – механической, тепловой, электромагнитной, ядерной и пр. **ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПОНЯТИЯ** – понятия, для которых не существует более общих и которые приходится описывать перечислением признаков. **МЕХАНИКА** - раздел физики, изучающий **МЕХАНИЧЕСКОЕ ДВИЖЕНИЕ**, т.е. перемещение тел в пространстве с течением времени. **МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА (ЧАСТИЦА)** - массивное тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь. **ТВЁРДОЕ ТЕЛО (ТТ)** - тело, размеры которого остаются неизменными при любых воздействиях на тело. **МИКРОТЕЛА** – тела с размерами атома и меньшими. **МАКРОТЕЛА** – тела из множества атомов. **МЕХАНИКА** - раздел физики, изучающий механическое движение, т.е. изменение положения (перемещение) тел в пространстве с течением времени. **МЕХАНИКА НЬЮТОНА** – механика, изучающая движение макротел со скоростью, много меньшей скорости света в вакууме. **СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВА В МЕХАНИКЕ НЬЮТОНА**: **ТРЕХМЕРНОСТЬ** (положение частицы задают 3 числа), **ОДНОРОДНОСТЬ** (свойства всех точек пространства одинаковы), **ИЗОТРОПИЯ** (все направления в пространстве равноправны), **БЕЗГРАНИЧНО** и **НЕПРЕРЫВНО**. **СВОЙСТВА ВРЕМЕНИ В МЕХАНИКЕ НЬЮТОНА**: **ОДНОМЕРНОСТЬ** (момент времени задаёт 1 число), **ОДНОРОДНОСТЬ** (свойства всех моментов времени одинаковы), **ОДНОНАПРАВЛЕННОСТЬ** (течёт из прошлого в будущее), **БЕЗГРАНИЧНОСТЬ** и **НЕПРЕРЫВНОСТЬ**. **СИСТЕМА ОТСЧЁТА** включает произвольно выбранное тело отсчёта, связанную с ним систему координат и часы.

КИНЕМАТИКА - раздел механики, изучающий способы описания движения. **ТРАЕКТОРИЯ** - кривая, которую частица описывает в пространстве. **ДВИЖЕНИЯ**: **ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ** - движение частицы по прямой; **КРУГОВОЕ** - по окружности; **ПЛОСКОЕ** - по плоской кривой; **КРИВОЛИНЕЙНОЕ** - по произвольной кривой. **ТРИ СПОСОБА ОПИСАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В ПРОСТРАНСТВЕ** - векторный, координатный и естественный. **ВЕКТОРНЫЙ** - положение задаёт радиус-вектор \mathbf{r} , проведённый из начала системы отсчёта в текущее положение частицы; **КООРДИНАТНЫЙ** - положение частицы в системе отсчёта задают декартовы, например, координаты X , Y и Z ; **ЕСТЕСТВЕННЫЙ** – используется для фиксированной траектории; положение задаёт расстояние s от какой-то условной начальной точки O траектории до текущего положения частицы, причём должно быть указано и направление положительного отсчёта s .

УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ: в **ВЕКТОРНОЙ ФОРМЕ** $\mathbf{r} = \mathbf{r}(t)$; в **КООРДИНАТНОЙ ФОРМЕ** (в **ДЕКАРТОВЫХ КООРДИНАТАХ**) $x = x(t)$, $y = y(t)$, $z = z(t)$; в **ЕСТЕСТВЕННОЙ ФОРМЕ** $s = s(t)$.

ВЕКТОРА: **ПЕРЕМЕЩЕНИЯ** $\Delta \mathbf{r} = \mathbf{r}_2 - \mathbf{r}_1$, где \mathbf{r}_2 - конечное, а \mathbf{r}_1 - начальное положение частицы; **МГНОВЕННОЙ СКОРОСТИ** (СКОРОСТИ) $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$, где dt – бесконечно малый отрезок (интервал) времени, а $d\mathbf{r}$ - перемещение за это время; **УСКОРЕНИЯ** $\mathbf{w} = d\mathbf{v}/dt = d^2\mathbf{r}/dt^2$. В **КООРДИНАТНОЙ ФОРМЕ**: **ПЕРЕМЕЩЕНИЕ** $\Delta x = x_2 - x_1$, $\Delta y = y_2 - y_1$, $\Delta z = z_2 - z_1$; **СКОРОСТЬ** $v_x = dx/dt$, $v_y = dy/dt$, $v_z = dz/dt$; **УСКОРЕНИЕ** $w_x = dv_x/dt$, $w_y = dv_y/dt$, $w_z = dv_z/dt$. **МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ**: **ВЕКТОР ПЕРЕМЕЩЕНИЯ** направлен из начального (точка 1) в конечное (точка 2) положение частицы, а по модулю равен длине этого отрезка; **ПО МОДУЛЮ СКОРОСТЬ** $v = |\mathbf{v}| = |d\mathbf{r}/dt|$ и **НАПРАВЛЕНА** по касательной к траектории, вдоль вектора $d\mathbf{r}$, **ВЕЛИЧИНА ВЕКТОРА УСКОРЕНИЯ** $w = |d\mathbf{v}/dt| = |d^2\mathbf{r}/dt^2|$; **НАПРАВЛЕНИЕ** относительно траектории произвольно (но всегда в сторону вогнутости траектории - см. ниже полное ускорение). **СМЫСЛ**: **ПЕРЕМЕЩЕНИЕ** показывает, куда и на сколько переместилась частица; **СКОРОСТЬ** – перемещение за единицу времени (при условии, что скорость не менялась всё это время); **УСКОРЕНИЕ** - изменение вектора скорости за единицу времени (при условии, что ускорение не менялось всё это время). **СВЯЗЬ ВЕКТОРНОЙ И КООРДИНАТНОЙ ФОРМ**: а) вектор перемещения $\Delta \mathbf{r} = \Delta x \cdot \mathbf{i} + \Delta y \cdot \mathbf{j} + \Delta z \cdot \mathbf{k}$; по модулю $|\Delta \mathbf{r}| \equiv \Delta r = (x^2 + y^2 + z^2)^{1/2}$; направление задаём через направляющие косинусы - $\cos(\Delta \mathbf{r} \wedge \mathbf{j}) = \Delta x / \Delta r$, $\cos(\Delta \mathbf{r} \wedge \mathbf{i}) = \Delta y / \Delta r$, $\cos(\Delta \mathbf{r} \wedge \mathbf{k}) = \Delta z / \Delta r$. б) Вектор скорости $\mathbf{v} = v_x \cdot \mathbf{i} + v_y \cdot \mathbf{j} + v_z \cdot \mathbf{k}$; по модулю $|\mathbf{v}| \equiv v = (v_x^2 + v_y^2 + v_z^2)^{1/2}$; $\cos(\mathbf{v} \wedge \mathbf{j}) = v_x / v$, $\cos(\mathbf{v} \wedge \mathbf{i}) = v_y / v$, $\cos(\mathbf{v} \wedge \mathbf{k}) = v_z / v$. в) Вектор ускорения $\mathbf{w} = w_x \cdot \mathbf{i} + w_y \cdot \mathbf{j} + w_z \cdot \mathbf{k}$; по модулю $|\mathbf{w}| \equiv w = (w_x^2 + w_y^2 + w_z^2)^{1/2}$; $\cos(\mathbf{w} \wedge \mathbf{j}) = w_x / w$, $\cos(\mathbf{w} \wedge \mathbf{i}) = w_y / w$, $\cos(\mathbf{w} \wedge \mathbf{k}) = w_z / w$.

ПЕРЕМЕЩЕНИЕ В ЕСТЕСТВЕННОЙ ФОРМЕ: $\Delta s = s_2 - s_1$, где s_2 конечное, а s_1 - начальное положение частицы на траектории. **СКОРОСТЬ В ЕСТЕСТВЕННОЙ ФОРМЕ** $\mathbf{v} = (ds/dt) \cdot \mathbf{t}^\circ = v_t \cdot \mathbf{t}^\circ$, где **ВЕКТОР** \mathbf{t}° - единичный касательный к траектории вектор, направленный в сторону положительного отсчёта s (единичная тангента); v_t - проекция вектора скорости на направление единичной тангенты. **НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА СКОРОСТИ** - по касательной к траектории в сторону движения.

УСКОРЕНИЕ В ЕСТЕСТВЕННОЙ ФОРМЕ $\mathbf{w} = d\mathbf{v}/dt = (dv_t/dt) \cdot \mathbf{t}^\circ + (v^2/R) \cdot \mathbf{n}^\circ = (d^2s/dt^2) \cdot \mathbf{t}^\circ + (v^2/R) \cdot \mathbf{n}^\circ = \mathbf{w}_t + \mathbf{w}_n$, где **ВЕКТОР** \mathbf{n}° - единичный вектор внутренней (в сторону центра кривизны траектории в данной точке) нормали, а R - **РАДИУС КРИВИЗНЫ ТРАЕКТОРИИ В ДАННОЙ ТОЧКЕ**.

НОРМАЛЬНАЯ $\mathbf{w}_n = (v^2/R) \cdot \mathbf{n}^\circ$ И **ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ** $\mathbf{w}_t = (dv_t/dt) \cdot \mathbf{t}^\circ = (d^2s/dt^2) \cdot \mathbf{t}^\circ$ **СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВЕКТОРА УСКОРЕНИЯ**. ИХ **СМЫСЛ**: тангенциальное ускорение показывает изменение величины, а нормальное - изменение направления вектора скорости за единицу времени. **НАПРАВЛЕНИЕ**: тангенциальное ускорение направлено по касательной к траектории (в сторону движения при росте модуля скорости и противоположно - при уменьшении модуля скорости); нормальное - нормально к траектории в сторону центра её кривизны. (в сторону вогнутости). **ПОЛНОЕ УСКОРЕНИЕ** $\mathbf{w} = \mathbf{w}_t + \mathbf{w}_n$; **НАПРАВЛЕНО** в сторону вогнутости траектории, причём $\cos(\mathbf{w} \wedge \mathbf{w}_n) = w_n / w$; **ПО МОДУЛЮ** $w = (w_t^2 + w_n^2)^{1/2}$. **РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ** - движение с постоянной по величине скоростью; **РАВНОПЕРЕМЕННОЕ** - движение с постоянным по величине тангенциальным ускорением $w_t = \text{const} = a$, причём движение **РАВНОУСКОРЕННОЕ** при росте модуля скорости и **РАВНОЗАМЕДЛЕННОЕ** при его уменьшении; **ПРОИЗВОЛЬНОЕ** - движение с произвольно меняющимся по величине и направлению ускорением.

ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТВЁРДОГО ТЕЛА - движение, при котором любой отрезок в теле движется параллельно самому себе (т.е. скорости и ускорения всех точек ТТ в любой момент времени одинаковы).

ЕДИНИЦА ВЕЛИЧИНЫ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ – 1 м; ВРЕМЕНИ – 1 с; СКОРОСТИ – 1 м/с; УСКОРЕНИЯ - 1 м/с².

5.4. Матрица соответствия компетенций и разделов дисциплины

Наименование раздела (темы) дисциплины	Всего часов	Индикаторы		Сумма индикаторов
		ИД-1.ОПК-1	ИД-2.ОПК-1	
1. Механика.	40	+	+	2
2. Молекулярная физика и термодинамика	34	+	+	2
3. Электромагнетизм	40	+	+	2
4. Оптика. Квантовая, атомная и ядерная физика	30	+	+	2
Экзамен	36	+	+	4
Итого часов	180			

6. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.

6.1. Основная литература.

1. **Михайлов, Сергей Петрович. Элементарная физика, ч.1 и 2** [Текст]: учебное пособие / С. П. Михайлов, А. В. Петров, Н. Б. Попова [и др.]. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008. Механика; молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие. - 2008 - 231 с.
2. **Михайлов, Сергей Петрович. Элементарная физика, ч. 3** [Текст]: учебное пособие / С. П. Михайлов. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008: Электричество и магнетизм: учебное пособие. - 2008. - 140 с.
3. **Петров, Анатолий Викторович. Элементарная физика, ч. 4** [Текст] / А. В. Петров. - Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2008: Оптика. Квантовая физика / А. А. Петров. - 2008. - 90 с.

6.1. Дополнительная литература.

1. Михайлов С.П., Николаева Е.Г. Элементарная физика. Методические указания. Учебно-методическое пособие. Горно-Алтайск, РИО ГАГУ, 2018. – 83 с.
2. **Рымкевич, Андрей Павлович.** Физика. Задачник. 10-11 классы : пособие для общеобразоват. учеб. заведений /А. П. Рымкевич. - 6-е изд., стереотип. - Москва: Дрофа, 2010. - 192 с.

Электронные ресурсы

1. Михайлов С.П. Рабочая программа дисциплины «Элементарная физика» [Электронный ресурс] /С.П. Михайлов, 2019. - 79 с. Режимы доступа:

а) Локальная сеть ФМИТИ, диск TEACHER\МИХАЙЛОВ\Раб_прог_эл_физ_2021.pdf

б) Система Moodle, дисциплина «Элементарная физика», раздел «Рабочая программа дисциплины».

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА.

Используется типовая учебная аудитория на 1 группу с доской и мелом, фонды библиотеки и точки доступа в Интернет.

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.

1. Все 27 лекций являются активными (проблемными): для каждой подобраны примеры применения изучаемых физических величин и формул, требующие участия студентов в диалоге с преподавателем и тренирующие отработку практических умений.

2. Содержание лекций сжато по авторской технологии в планы ответов (дайджесты), на основе которых должен строиться ответ студента на экзамене; важнейшие понятия и формулы здесь лишь указываются без раскрытия содержания, а вот промежуточные выкладки приводятся полностью. Дайд-

жест выделяет главное, даёт объём ответа на теоретический вопрос и его последовательность, психологически поддерживает студента.

3. На экзамен выносятся проверка не только теоретических знаний, но и практических умений. Отработка этих умений выполняется при рассмотрении примеров на лекциях и в ходе практических занятий при решении задач.

4. Перед практическими занятиями, по авторской технологии, студенты готовят приведённые в рабочей программе списки понятий и формул, которые будут применяться.

9. ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ К ЭКЗАМЕНУ.

Экзамен включает теоретический вопрос и практическое задание. При ответе на теоретический вопрос студент должен показать знание основных понятий, принципов и законов школьного курса физики. При раскрытии практического задания студент должен показать умение решать типовые учебные задачи школьной программы по физике, грамотно использовать физическую лексику и понятийный аппарат.

9.1. Теоретические вопросы.

Часть 1. МЕХАНИКА

1. Физика. Механика. Механика Ньютона. Свойства пространства и времени в механике Ньютона (классической механике). Основные абстрактные понятия механики: частица, твёрдое тело (ТТ), система отсчёта. Описание положения частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм

2. Кинематика. Траектория. Уравнения движения, перемещение, скорость и ускорение частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

3. Описание движения в естественной форме. Равномерное, равнопеременное и произвольное движения. Движение брошенного тела.

4. Поступательное движение и вращение ТТ вокруг неподвижной оси. Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей в случае поступательного переносного движения.

5. Динамика. Инертность тела. Инертная масса. Импульс частицы. Сила. Три закона Ньютона; две формы записи второго закона. Равнодействующая сил. Инерциальная (ИСО) и неинерциальная (НСО) система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

6. Силы в механике. Момент силы (вращающий момент).

7. Теорема об изменении импульса частицы. Система частиц (механическая система МС). Импульс МС. Теорема об изменении импульса МС. Закон сохранения импульса.

7. Центр масс МС. Определение его положения. Теорема о движении центра масс.

8. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия частицы, МС и ТТ; теоремы об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия упругого взаимодействия.

9. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Общие свойства потенциальной энергии. Консервативные и диссипативные силы. Консервативная МС. Полная механическая энергия (ПМЭ). Теоремы об изменении ПМЭ. Законы сохранения ПМЭ и энергии.

10. Основные понятия теории колебаний и волн. Механические колебания. Пружинный маятник; его механическая энергия.

11. Волна. Механическая волна. Энергия волны; вектор Умова. Уравнения плоской и сферической волн. Элементы акустики.

12. Затухание волн; закон Бугера. Дисперсия волн. Интерференция волн; когерентность источников.

13. Стоячие волны. Дифракция волн; принцип Гюйгенса.

Часть 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

14. Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ) и их опытное обоснование.

15. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Абсолютная температура и её статистический смысл.

16. Основное уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.

17. Экспериментальное доказательство справедливости основного уравнения МКТ.

18. Предмет и метод термодинамики. Внутренняя энергия с точки зрения МКТ. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Теплоёмкость вещества.

19. Первое начало термодинамики и применение его к разным процессам, протекающим в газах.

20. Уравнение теплового баланса. Фазовые превращения. Энергетическое описание фазовых превращений на примере диаграммы фазовых переходов.

Часть 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.

21. Электрический заряд и его основные свойства. Модели распределения заряда. Закон Кулона. Теории далеко- и ближкодействия. Электрическое поле, его свойства. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя.

22. Поле заряженной плоскости и двух параллельных плоскостей. Потенциал. Потенциал поля одного и нескольких точечных зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа электрического поля. Его потенциальность.

23. Диполь в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектрике: поляризация и две модели строения диэлектрика. Смысл диэлектрической проницаемости. Расчёт некоторых электрических полей в присутствии диэлектриков.

24. Свойства проводника в электростатике. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного проводника и электрического поля.

25. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника.

26. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока.

27. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Поведение кругового тока в магнитном поле. Магнитный момент витка с током. Сила Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле.

28. Закон Био-Савара. Магнитное поле кругового и прямого тока, соленоида, Земли. Магнитное поле в веществе.

29. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Механизмы создания индукционного тока.

30. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля.

31. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Метод векторных диаграмм.

32. Закон Ома для переменного тока. Резонанс напряжений. Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующее значение переменного тока и напряжения.

33. Собственные колебания последовательного электрического колебательного контура. Ток смещения. Электромагнитные волны.

Часть 4. ОПТИКА, КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

34. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Полное отражение. Рассмотрение законов преломления и отражения с позиции принципа Гюйгенса.

35. Волновые свойства света. Интерференция света. Дифракция света. Поляризация света. Дисперсия света.

36. Ход лучей в линзах. Построение изображений в тонких линзах. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы и ее линейное увеличение.

37. Зарождение квантовой теории. Фотоны. Открытие фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для фотоэффекта. Эффект Комптона.

38. Модели атома Томсона и Резерфорда-Бора. Спектр атома водорода по Бору.

39. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд и массовое число ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер.

40. Радиоактивность. Законы смещения. Закон радиоактивного распада.

41. Систематика элементарных частиц. Основные свойства элементарных частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Типы взаимодействия в природе. Свойства ядерных сил.

9.2. Практические задания.

Часть 1. МЕХАНИКА

1. По координатам начала и конца вектора, **заданным преподавателем (это подразумевается ниже везде, где условия не указаны явно)**, найти длину и направление вектора, а также его проекции на координатные оси. Сложить несколько векторов; разложить вектор на составляющие; найти проекции вектора на оси или плоскость.

2. По уравнениям движения точки в координатной форме или по заданной траектории и уравнению движения точки в естественной форме определить все возможные параметры её движения.

3. Выбрав подвижную и неподвижную систему отсчёта, указать абсолютное, переносное и относительное движения и применить теорему сложения скоростей.

4. Решить прямую или обратную задачу механики для частицы известной массы.

5. Указать силы в 3-м законе Ньютона для тела, падающего на Землю; для тела, лежащего на Земле; для тела, покоящегося на наклонной плоскости за счёт трения.
6. В опыте оценить коэффициент сухого трения скольжения или коэффициент упругости пружины.
7. Применить теорему об изменении импульса частицы или закон сохранения импульса.
8. Найдя положение центра масс механической системы (МС) или ТТ, применить теорему о движении центра масс.
9. Применить теорему об изменении кинетической энергии или ПМЭ.
10. Применить закон сохранения ПМЭ.
11. По уравнению гармонического колебания построить его график. Решить обратную задачу.
12. Для шарика массой 10 г на пружине с коэффициентом жёсткости 4 Н/м найти период продольных свободных колебаний при малом трении. Выбрав способ возбуждения и разумную амплитуду колебаний, записать уравнение свободных колебаний. Найти полную механическую энергию колебаний шарика; пружину считать при этом невесомой.
13. Средний радиус $R = 2$ см упругой сферы в воздухе периодически меняется по гармоническому закону с малой амплитудой $A = 0,1$ см и частотой $\nu = 2$ Гц. Учитывая только изменение амплитуды из-за расширения фронта волны, показать путь оценки амплитуды колебаний в 10 см от центра сферы. Записать уравнение сферической упругой волны в воздухе, пренебрегая затуханием из-за поглощения её энергии. Недостающие данные взять в справочниках.

Часть 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

1. Объяснить исчезновение дыма в воздухе (явление, выражаемое словами «Дым тает в воздухе»)
2. При ремонте дороги асфальт разогревают. Почему запах разогретого асфальта ощущается издали?
3. Почему в горячей воде сахар растворяется быстрее, чем в холодной?
4. Слой жира (сливки) на молоке быстрее отстает в холодном помещении. Почему?
5. Для точных измерений в технике употребляются стальные бруски, называемые «плитками Иогансона». Прижатые друг к другу, эти плитки держатся вместе очень прочно. Почему?
6. Для чего при складировании полированных стекол между ними прокладывают бумажные ленты?
7. Когда лёд может быть нагревателем?
8. Если пить чай из алюминиевой кружки, она обжигает губы, а если тот же чай пить из фарфоровой чашки, не так обжигает. Почему?
9. Почему холодный металл на ощупь кажется холоднее дерева той же температуры (а горячий, наоборот, горячее)? При какой температуре и металл, и дерево будут казаться на ощупь одинаково нагретыми?
10. Опытные хозяйки, прежде чем наливать в стакан крутой кипяток, опускают в стакан чайную ложку. Почему?
11. Почему пушинка над горящей свечой быстро поднимается вверх?
12. Человек не чувствует прохлады на воздухе при температуре 20°C , а в воде быстро начинает зябнуть при 25°C . Почему?
13. Когда быстрее остынет чайник с кипятком – когда чайник поставлен на лёд или когда лёд положен на крышку чайника?
14. Почему свёрла, пилы и т.п. нагреваются при работе с ними?
15. После сильного шторма вода в море становится теплее. Почему?
16. Тёплый воздух поднимается кверху. Почему же в тропосфере внизу теплее, чем вверху?
17. Почему от горящих поленьев с треском отскакивают искры?
18. Почему проколотый мячик не отскакивает при ударе им о пол?
19. Почему трудно наполнить бутылку жидкостью, если носик воронки плотно прижат к стенкам горлышка бутылки?
20. Иногда из бутылки, наполненной газированной водой, вылетает пробка, если бутылка поставлена в теплое место. Почему?
21. Баллоны электрических ламп накаливания заполняют азотом при низкой температуре и давлении. Почему заполнение производят при таких условиях?
22. Почему нагревается велосипедный насос при накачивании им воздуха в шину?
23. Почему сильный дождь охлаждает воздух?
24. После дождя: почему испаряется вода в лужах? Вчера целый день моросил дождь. Около подъезда образовалась большая лужа, через которую Коля ловко перепрыгивал. А сегодня было тепло и безветренно, но ... лужа стала маленькой. Коля рассуждал: почему вода в луже постоянно испаряется, хотя она имеет температуру окружающего воздуха? На уроке физики учили, что переход тепла от

одного тела к другому происходит только в том случае, если между ними существует разность температур $t_2 - t_1$. А для испарения воды массой m из лужи необходимо количество теплоты $Q = cm(t_2 - t_1)$, которое вода из окружающего пространства получить не может, так как температуры лужи и воздуха одинаковы: $t_2 = t_1$. Как же происходит испарение воды из лужи?

25. Осенью на зиму ставят двойные рамы, заклеивают окна. Коля подумал, что надо сразу при строительстве делать побольше промежутки между рамами. Воздух - плохой проводник тепла. Поэтому, может быть, было бы лучше, если бы расстояния между рамами сразу увеличивать, тогда слой воздуха будет толще, и будет теплее. Почему же этого никто не делает на практике?

26. Коля увидел, как сосед по даче для утепления садового домика на зиму насыпал между его двойными стенками опилки и стружки. Зачем он это делал? Ведь воздуха между стенками стало меньше, а воздух - плохой проводник тепла?

27. Почему на Земле пыль долго удерживается над ее поверхностью, а на Луне она быстро оседает, несмотря на то, что сила тяжести на Луне меньше, чем на Земле?

28. В ветреный день нам становится теплее, если мы «спрячемся» от ветра. А одинаковы ли показания термометра на ветру и «за углом»? Коля решил проверить это на опыте. Он взял вентилятор и термометр, а также лист фанеры. Сначала включил вентилятор и подставил руку в струю воздуха перед листом фанеры и затем — сзади. Руке за фанерой было теплее. Потом подставил вместо руки термометр. Что он показал?

Часть 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ.

1. Для системы неподвижных точечных зарядов (или заряженного тела и точечного заряда) в вакууме с учётом принципа суперпозиции применить закон Кулона.

2. Для системы зарядов (заряженного тела) найти напряжённость или потенциал электрического поля в заданной точке вакуума.

3. Дано электрическое поле с потенциалом, указанным преподавателем (например, $\varphi = 5x^2 + 3y + 5$). Заряд $+1$ нКл помещен в точку $A(1,2)$ этого поля. Найти потенциальную энергию заряда и действующую на него в точке A силу, а также работу перемещения в точку $B(3,4)$.

4. Для системы зарядов (заряженного тела) в линейном безграничном однородном изотропном жидком диэлектрике с известной относительной проницаемостью с учётом принципа суперпозиции найти силу взаимодействия или напряжённость электрического поля в заданной точке.

5. Даны два удалённых металлических шарика разных известных радиусов, несущих известные заряды. Найти их исходные потенциалы, а также общий потенциал после соединения тонким проводником.

6. Найти силу Ампера (Лоренца).

7. Показать путь расчёта магнитного поля системы токов в воздухе.

8. По основной кривой индукции ферромагнетика найти магнитную проницаемость для данной величины исходного поля в воздухе.

9. По оси проводящего кольца к нему приближается (или удаляется) какой-то полюс полосового постоянного магнита. С помощью правила Ленца найти направление индукционного тока; определить и направление силы Ампера.

10. Во второй серии опытов Фарадея найти направление отклонения стрелки гальванометра во вторичном контуре при замыкании (или размыкании) тока в первичном контуре.

11. С помощью правила Ленца найти направление вихревых токов, создаваемых в сплошном проводящем сердечнике.

12. С помощью правила Ленца объяснить скин-эффект.

13. Для цепи с известными R , L и C , включенными последовательно в осветительную сеть переменного тока, найти, по выбору преподавателя, импеданс, коэффициент мощности, действующее значение силы тока, активную и полную мощность, амплитуду или действующее значение напряжения на элементах цепи.

Часть 4. ОПТИКА, КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. Вследствие того, что скорость света конечная величина, мы видим Солнце на небосводе на том месте, какое оно занимало 8 мин 16 с тому назад. Так ли это?

2. В каком случае угол преломления луча равен углу падения?

3. Почему трудно попасть из ружья в рыбу, плавающую под водой?

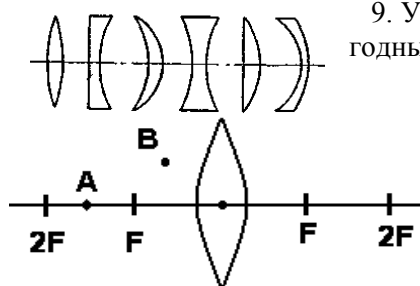
4. Почему днем не видно звезд?

5. В комнате, освещенной электрической лампочкой, надо определить, какая из двух собирающих линз имеет большую оптическую силу. Как это сделать?

6. Можно ли куском прозрачного льда в солнечный день зажечь спичку?

7. Как изменится главное фокусное расстояние линзы в бензоле, имеющем такой же показатель преломления, что и стекло линзы?

8. Из двух часовых стекол постоянной толщины склеили «выпуклую линзу». Как будет действовать эта линза на пучок параллельных лучей в воде, собирать или рассеивать?



9. Укажите, какие из стеклянных линз, изображенных на рисунке, непригодны для получения действительных изображений предметов в воздухе?

10. Пересекутся ли после прохождения тонкой линзы лучи, исходящие из точек A и B? Начертите ход лучей и постройте изображения точек.

11. Как объяснить радужные полосы, наблюдаемые в тонком слое керосина на поверхности воды?

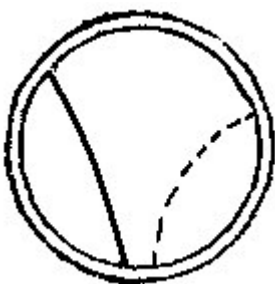
12. Чем объясняется расцветка крыльев стрекоз, жуков и пр.?

13. Если черный предмет поглощает падающие на него лучи, то почему он виден?

14. Ученик, объясняя уравнение Эйнштейна для фотоэффекта, сказал: «Энергия падающего света равна работе выхода электронов и кинетической энергии их движения». В чем неточен такой ответ?

15. Давление света на черную поверхность в два раза меньше, чем на зеркальную. Почему?

16. Скорость α -частицы в среднем в 15 раз меньше скорости β -частицы, а заряд в два раза больше. Почему α -частицы гораздо слабее отклоняются магнитным полем (Капице даже пришлось сильным током взрывать катушку, создающую достаточно сильное магнитное поле, чтобы вообще было какое-то видимое отклонение, которое удалось измерить)?



17. В камере Вильсона, перегородженной твердой пластинкой, замечен след α -частицы и электрона (см. рисунок). Какой из следов принадлежит электрону и почему? В какую сторону двигались частицы, если силовые линии магнитного поля направлены перпендикулярно плоскости чертежа к нам?

18. Чем отличаются ядра изотопов хлора: ${}_{17}\text{Cl}^{35}$ и ${}_{17}\text{Cl}^{37}$?

19. При захвате нейтрона ядром ${}_{12}\text{Mg}^{24}$ образуется радиоактивный изотоп ${}_{11}\text{Na}^{24}$. Какие частицы испускаются при этом ядерном превращении?

20. Летом Коля обсуждал с другом вопрос: видели ли они когда-нибудь солнечные лучи света? Когда и где? Случалось ли вам видеть лучи света?

21. Наша бабушка, православная христианка, говорит: «В воскресенье, в день Пасхи, солнце при восходе «радует» и «играет».

- Бабушка, а как это проявляется?

- Посмотрите внимательно, и вы увидите, что диск Солнца или «подпрыгивает» или меняет свою форму.

Как же объяснить видимые колебания диска восходящего весеннего солнца?

22. **Бриллиантовые украшения.** Собрались гости. На руке одной из дам было кольцо, в оправе которого сверкал красивый прозрачный камень. Возник спор: это бриллиант или его имитация из стекла? Один из гостей сказал, что это имитация, так как бриллиант блестит ярче, чем стекло. Его попросили объяснить, почему это так. Он дал следующий ответ: коэффициент отражения света зависит от показателя преломления. У бриллианта (алмаза) показатель преломления $n = 2,42$, а у стекла $n = 1,5$. Поэтому бриллиант блестит ярче, чем его имитация из стекла, при той же форме. Среди гостей оказался опытный ювелир. Чтобы отличить настоящий алмаз от простого, только соответствующим образом отшлифованного кусочка стекла, он подышал на него и объяснил свои действия так: алмаз имеет очень малую теплоёмкость по сравнению со стеклом.

- Ну и что из этого?

- А вы вспомните, что значит - очень малая теплоёмкость вещества?

Гости плохо помнили об этом и попросили ювелира объяснить. Что он ответил?

10. ПЛАНЫ ОТВЕТОВ НА ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ, МАТЕРИАЛ ДЛЯ ЗАУЧИВАНИЯ И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Внимание! Материал для заучивания включает важнейшие понятия и формулы темы и может быть выделен в плане ответа (дайджестах по механике и электромагнетизму) крупным шрифтом. Изучаемый самостоятельно материал есть не в каждом вопросе, а лишь в тех, где после материала для заучивания есть слово «Самостоятельно». Рекомендуемые пособия:

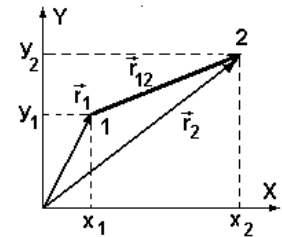
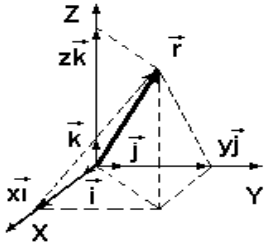
1. Школьные учебники физики за 7-11 классы.
2. Михайлов С.П., Петров А.В. и др. Элементарная физика, ч.1-4.
3. Трофимова Т.И. Курс физики.

Часть 1. МЕХАНИКА

1. Физика. Механика. Механика Ньютона. Свойства пространства и времени в механике Ньютона (классической механике). Основные абстрактные понятия механики: частица, твёрдое тело (ТТ), система отсчёта. Описание положения частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

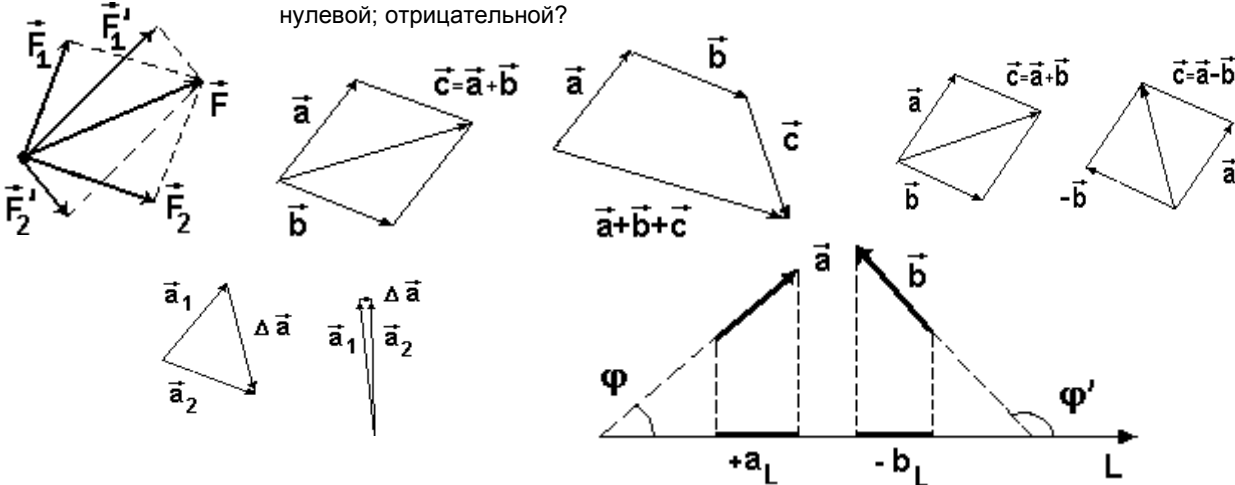
ФИЗИКА. МЕХАНИКА. МАКРО- и МИКРОТЕЛА. НАИБОЛЬШАЯ СКОРОСТЬ В ПРИРОДЕ. МЕХАНИКА НЬЮТОНА (КЛАССИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА); другие виды механик. СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВА В МЕХАНИКЕ НЬЮТОНА: ТРЁХМЕРНОСТЬ, ОДНОРОДНОСТЬ, ИЗОТРОПНОСТЬ, НЕПРЕРЫВНОСТЬ, БЕЗГРАНИЧНОСТЬ. СВОЙСТВА ВРЕМЕНИ У НЬЮТОНА: ОДНОМЕРНОСТЬ И ЗНАК, ОДНОРОДНОСТЬ, НЕПРЕРЫВНОСТЬ, БЕЗГРАНИЧНОСТЬ. МОМЕНТ И ОТРЕЗОК (ИНТЕРВАЛ) ВРЕМЕНИ.

МАТЕРИАЛЬНАЯ ТОЧКА (ЧАСТИЦА). СИСТЕМА ЧАСТИЦ (МЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА МС). ТВЁРДОЕ ТЕЛО (ТТ). ДЕФОРМАЦИЯ. УПРУГОЕ И ПЛАСТИЧНОЕ ТЕЛО, СПЛОШНАЯ СРЕДА. СИСТЕМА ОТСЧЁТА.



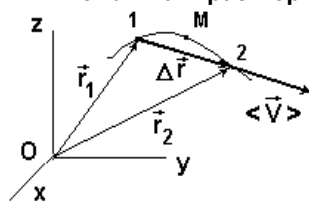
ДЕКАРТОВЫ КООРДИНАТЫ, ОРТЫ \vec{i} , \vec{j} , \vec{k} и РАДИУС-ВЕКТОР \vec{r} ЧАСТИЦЫ; ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ РАДИУС-ВЕКТОРА ЧЕРЕЗ ДЕКАРТОВЫ КООРДИНАТЫ ЕГО КОНЦА. ПРОЕКЦИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ВЕКТОРА НА ДЕКАРТОВЫ ОСИ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ И НАПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ВЕКТОРА ЧЕРЕЗ ДЕКАРТОВЫ КООРДИНАТЫ ЕГО НАЧАЛА И КОНЦА.

ПОЛЯРНЫЕ (обычные) И АКСИАЛЬНЫЕ (ОСЕВЬЕ) ВЕКТОРЫ. ПРАВИЛА СЛОЖЕНИЯ И ВЫЧИТАНИЯ ВЕКТОРОВ. РАЗЛОЖЕНИЕ ВЕКТОРА НА ДВА СОСТАВЛЯЮЩИХ ВЕКТОРА. Сколько может быть пар составляющих? ПРОЕКЦИЯ ВЕКТОРА НА ОСЬ. В чём отличие проекции от составляющей? Может ли проекция быть нулевой; отрицательной?



2. Кинематика. Траектория. Уравнения движения, перемещение, скорость и ускорение частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

КИНЕМАТИКА. ТРАЕКТОРИЯ; 4 ВИДА ТРАЕКТОРИЙ. УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ В КООРДИНАТНОЙ И ВЕКТОРНОЙ ФОРМЕ. ИЗМЕНЕНИЕ ВЕКТОРА. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЧАСТИЦЫ В КООРДИНАТНОЙ И ВЕКТОРНОЙ ФОРМЕ; СВЯЗЬ ЭТИХ ФОРМ. ВЕКТОР СРЕДНЕЙ СКОРОСТИ. ДИФФЕРЕНЦИАЛ ВЕЛИЧИНЫ; ДВА ЕГО СМЫСЛА. ПРОИЗВОДНАЯ ФУНКЦИИ; ЕЁ СМЫСЛ. ВЕКТОР СКОРОСТИ (МГНОВЕННОЙ)

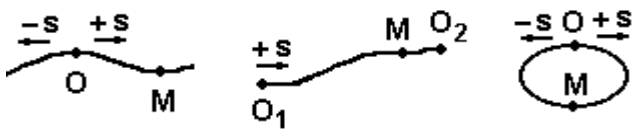


$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \langle \vec{v} \rangle = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} (\Delta \vec{r} / \Delta t) = d\vec{r} / dt \equiv \dot{\vec{r}}$$

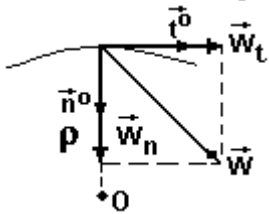
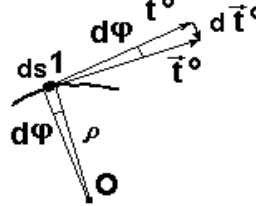
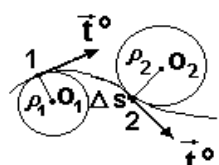
ЕГО СМЫСЛ, НАПРАВЛЕНИЕ ОТНОСИТЕЛЬНО ТРАЕКТОРИИ. СКОРОСТЬ В КООРДИНАТНОЙ ФОРМЕ; СВЯЗЬ ВЕКТОРНОЙ И КООРДИНАТНОЙ ФОРМ. ВЕКТОР УСКОРЕНИЯ \vec{w} : ЕГО СМЫСЛ, НАПРАВЛЕНИЕ ПО ОТНОШЕНИЮ К ТРАЕКТОРИИ, МОДУЛЬ УСКОРЕНИЯ В КООРДИНАТНОЙ ФОРМЕ; СВЯЗЬ ВЕКТОРНОЙ И КООРДИНАТНОЙ ФОРМ.

ЕДИНИЦЫ ВРЕМЕНИ, РАССТОЯНИЯ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ, СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ. Внимание! Нужно заучить единицы ВСЕХ физических величин, хотя упоминаться это обычно больше не будет.

3. Описание движения в естественной форме. Равномерное, равнопеременное и произвольное движение. Движение брошенного тела.

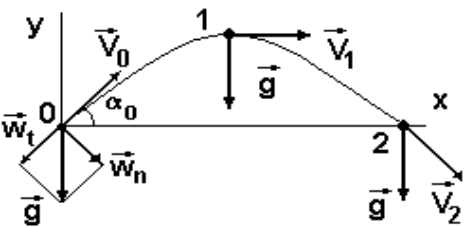


ПОЛОЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ, УРАВНЕНИЕ ДВИЖЕНИЯ, ПЕРЕМЕЩЕНИЕ, СКОРОСТЬ В ЕСТЕСТВЕННОЙ ФОРМЕ. НАПРАВЛЕНИЕ И ВЕЛИЧИНА ВЕКТОРА СКОРОСТИ; СМЫСЛ ВЕКТОРА \vec{t}^0 . УСКОРЕНИЕ В ЕСТЕСТВЕННОЙ ФОРМЕ; СМЫСЛ ВЕКТОРА \vec{n}^0 ; НОРМАЛЬНАЯ \vec{w}_n И ТАНГЕНЦИАЛЬНАЯ \vec{w}_t СОСТАВЛЯЮЩИЕ ВЕКТОРА УСКОРЕНИЯ, ИХ СМЫСЛ И НАПРАВЛЕНИЕ. ПОЛНОЕ УСКОРЕНИЕ; ЕГО НАПРАВЛЕНИЕ, МОДУЛЬ.



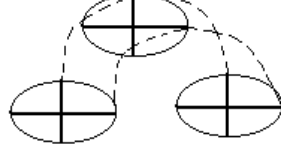
РАВНОМЕРНОЕ, РАВНОПЕРЕМЕННОЕ И ПРОИЗВОЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЯ. Вычисление пути равномерного движения: из $v = ds/dt = \text{const} = v_0 \Rightarrow ds = v_0 dt$, откуда после интегрирования $\Rightarrow s = ?$ НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ. Вычисление скорости равнопеременного движения: из $w_t = dv/dt = \text{const} = \pm a \Rightarrow dv = a dt$, откуда после интегрирования $v = ?$ Вычисление пути равнопеременного движения: из $v = ?$ с учётом $v = ds/dt \Rightarrow ds = v_0 dt \pm a t dt$, откуда после интегрирования $\Rightarrow s = ?$ Если выразить время из формулы скорости и подставить в формулу пути, то $v^2 - v_0^2 = ?$. ГРАФИКИ ПУТИ И СКОРОСТИ РАВНОМЕРНОГО И РАВНОПЕРЕМЕННОГО ДВИЖЕНИЯ.

Путь по горизонтали (дальность броска) и высота подъёма точечного тела, брошенного с земли с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту (без учёта сопротивления воздуха). Время такого движения. Условия максимальной высоты подъёма и максимальной дальности броска; их значения. Вычисление скорости, нормального, тангенциального и полного ускорений, а также радиуса кривизны траектории в какой-то её произвольной точке.

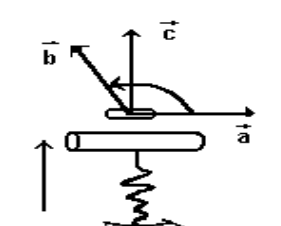
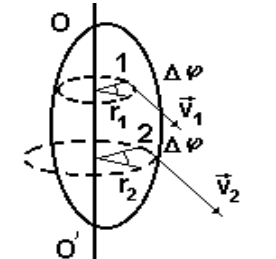


Самостоятельно. 1. Доказать, что: а) при движении по окружности радиуса R со скоростью $V = \text{const}$ модуль нормального ускорения $w_n = V^2/R$; б) для равнопеременного движения $v^2 - v_0^2 = \pm 2sa$. 2. Для брошенного с земли под углом α к горизонту с начальной скоростью V_0 тела найти, без учёта сопротивления воздуха: а) углы, дающие максимальные высоту подъёма и дальность броска, а также их значения; б) значение скорости, нормального, тангенциального и полного ускорений, а также радиуса кривизны траектории для её произвольной точки на высоте h от земли.

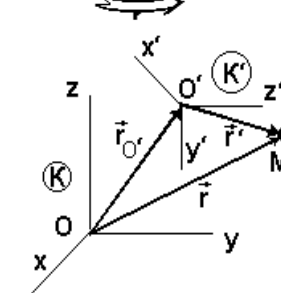
4. Поступательное движение и вращение ТТ вокруг неподвижной оси. Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей в случае поступательного переносного движения.



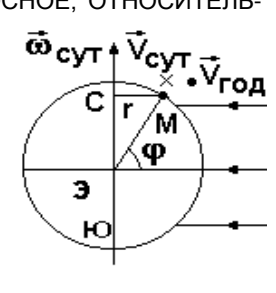
ПОСТУПАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТТ. ВРАЩЕНИЕ ТТ ВОКРУГ НЕПОДВИЖНОЙ ОСИ. Движение частицы по окружности: УГЛОВЫЕ И ЛИНЕЙНЫЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ И СКОРОСТИ; ИХ СВЯЗЬ. Является ли конечный угол поворота вектором? А малый угол? ВЕКТОР УГЛОВОЙ СКОРОСТИ $\vec{\omega} = d\vec{\varphi}/dt \equiv \dot{\vec{\varphi}}$; ЕГО СМЫСЛ, НАПРАВЛЕНИЕ (ПРАВИЛО БУРАВЧИКА). СВЯЗЬ СКОРОСТИ И НОРМАЛЬНОГО УСКОРЕНИЯ С УГЛОВОЙ СКОРОСТЬЮ. ВЕКТОР УГЛОВОГО УСКОРЕНИЯ $\vec{\epsilon} = d\vec{\omega}/dt \equiv \dot{\vec{\omega}} = d^2\vec{\varphi}/dt^2 \equiv \ddot{\vec{\varphi}}$; ЕГО СМЫСЛ, НАПРАВЛЕНИЕ, СВЯЗЬ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ УСКОРЕНИЕМ.



РАВНОМЕРНОЕ ВРАЩЕНИЕ ЧАСТИЦЫ И ТТ; ЧАСТОТА ν , ЦИКЛИЧЕСКАЯ (КРУГОВАЯ) ЧАСТОТА ω И ПЕРИОД ВРАЩЕНИЯ T. СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ ТОЧЕК ТТ ПРИ ТАКОМ ДВИЖЕНИИ. ВЫЧИСЛЕНИЕ УГЛА ПОВОРОТА И УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ПРИ РАВНОМЕРНОМ И РАВНОПЕРЕМЕННОМ ВРАЩЕНИИ. ТАБЛИЦА ФОРМУЛ КИНЕМАТИКИ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО И ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ ТТ. ВЕКТОРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ ДВУХ ВЕКТОРОВ; ЕГО МОДУЛЬ И НАПРАВЛЕНИЕ (ПРАВИЛО БУРАВЧИКА). ФОРМУЛА ЭЙЛЕРА. Запись векторного произведения в декартовых координатах.



ОТНОСИТЕЛЬНОСТЬ ДВИЖЕНИЯ. АБСОЛЮТНОЕ, ПЕРЕНОСНОЕ, ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ. Сложение скоростей: из $\vec{r} = \vec{r}_O + \vec{r}' \Rightarrow d\vec{r}/dt = d\vec{r}_O/dt + d\vec{r}'/dt$ В СЛУЧАЕ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСНОГО ДВИЖЕНИЯ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА K' отсюда следует (почему?) $\vec{v}_{\text{абс}} = ?$ ТЕОРЕМА СЛОЖЕНИЯ СКОРОСТЕЙ В СЛУЧАЕ ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСНОГО ДВИЖЕНИЯ. Определение абсолютных скоростей неподвижных и движущихся по Земле или около неё тел относительно Солнца с учётом годового и суточного вращения Земли.

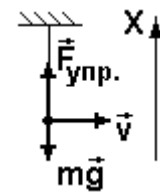


Самостоятельно: 1. Доказать одинаковость скоростей и ускорений всех точек поступательно движущегося ТТ. **5. Динамика. Инертность тела. Инертная масса. Импульс частицы. Сила. Три закона Ньютона; две формы записи второго закона. Равнодействующая сил. Инерциальная (ИСО) и неинерциальная (НСО) систе-**

ма отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

ДИНАМИКА. ИНЕРТНОСТЬ ТЕЛ. ИНЕРТНАЯ МАССА. ИМПУЛЬС ЧАСТИЦЫ. СИЛА. ПЕРВЫЙ ЗАКОН НЬЮТОНА. ИНЕРЦИАЛЬНАЯ (ИСО) И НЕИНЕРЦИАЛЬНАЯ (НСО) СИСТЕМА ОТСЧЁТА. ГЕЛИОЦЕНТРИЧЕСКАЯ И 2 ГЕОЦЕНТРИЧЕСКИХ СИСТЕМЫ ОТСЧЁТА. Примеры их применения. ФОРМЫ ЗАПИСИ 2-го ЗАКОНА; УСЛОВИЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ (ГРАНИЦЫ ПРИМЕНИМОСТИ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ). РАВНОДЕЙСТВУЮЩАЯ СИЛ. ТРЕТИЙ ЗАКОН НЬЮТОНА; ОСОБЕННОСТИ СИЛ В 3-М ЗАКОНЕ; его проявление для тела, падающего на Землю и лежащего на земле. ЕДИНИЦЫ СИЛЫ, МАССЫ, ИМПУЛЬСА.

ПРИНЦИП ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ ГАЛИЛЕЯ. ПРЯМАЯ И ОБРАТНАЯ ЗАДАЧА ДИНАМИКИ; ПУТЬ ИХ РЕШЕНИЯ. Какую задачу решить легче и почему? НАЧАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ 2-го ЗАКОНА НЬЮТОНА. Примеры решения прямой и обратной задачи. 1. Записать систему 3-х уравнений движения частицы вблизи Земли без

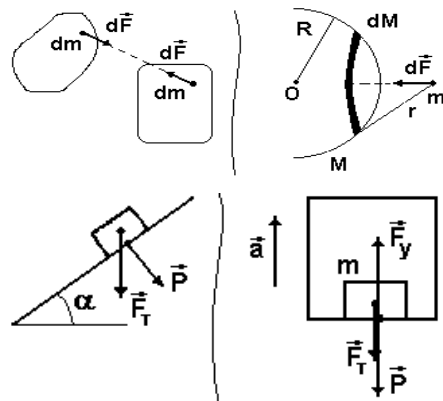


учёта сопротивления воздуха, и указать возможные траектории. 2. Найти силу натяжения вертикальной нити длиной l в момент сообщения горизонтальной скорости v исходно неподвижному грузу массой m , висевшему на этой нити (см. рисунок). 3) Частица массой 100 г движется в соответствии с уравнениями $x = 5 \sin 5t$, $y = 5 \cos 5t$, где x и y – в метрах, время – в секундах. Найти уравнение траектории; для момента $t = 0,1\pi \text{ с} \approx 0,31 \text{ с}$ найти величину и направление действующей на частицу силы.

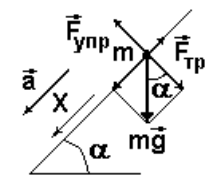
Самостоятельно. Доказать, что: а) во всех ИСО ускорение частицы одинаково; б) во всех ИСО при скоростях тел $v \ll c$ второй закон Ньютона проявляется одинаково.

6. Силы в механике. Момент силы (вращающий момент).

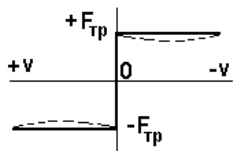
ЗАКОН ВСЕМИРНОГО ТЯГОТЕНИЯ; ГРАНИЦЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ. ОПЫТ КАВЕНДИША; СМЫСЛ ГРАВИТАЦИОННОЙ ПОСТОЯННОЙ. ТЯЖЁЛАЯ (гравитационная) МАССА; ПРИНЦИП ЭКВИВАЛЕНТНОСТИ МАСС. ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ СИЛ; ДВЕ ФОРМЫ ЕГО ЗАПИСИ для притяжения конечного числа частиц и притяжения тел. СИЛА ПРИТЯЖЕНИЯ ОДНОРОДНЫХ ТВЁРДЫХ ШАРОВ. ГРАВИТАЦИОННОЕ ПОЛЕ; ВЕКТОР НАПРЯЖЁННОСТИ КАК ЕГО СИЛОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. СИЛА ТЯЖЕСТИ. ПРИЧИНА ОТЛИЧИЯ СИЛ ТЯЖЕСТИ И ГРАВИТАЦИИ.



ВЕС ТЕЛА. ВЕС ДЛЯ НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ; СИЛА НОРМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ. СВЯЗЬ ВЕСА С УСКОРЕНИЕМ ОПОРЫ: для движения на рисунке 2-й закон даёт (почему?) $+ma = +F_{упр} - mg$, откуда сила упругости $F_{упр} = m(g+a)$. Тогда вес $P = ?$ ПЕРЕГРУЗКА; НЕВЕСОМОСТЬ. УПРУГАЯ И ПЛАСТИЧЕСКАЯ ДЕФОРМАЦИЯ. ЗАКОН ГУКА; ГРАНИЦЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ. СМЫСЛ КОЭФФИЦИЕНТА ЖЁСТКОСТИ. ПРИРОДА СИЛ УПРУГОСТИ; равновесное расстоя-

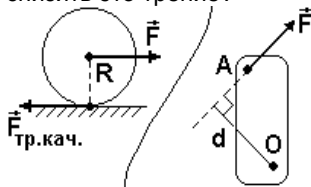
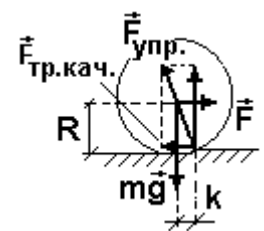


ние между атомами ТТ.



ВИДЫ ТРЕНИЯ. ОСОБЕННОСТИ СИЛЫ СУХОГО ТРЕНИЯ ПОКОЯ; ЗАКОН АМАНТОНА-КУЛОНА. СИЛА СУХОГО ТРЕНИЯ СКОЛЬЖЕНИЯ; ЕЁ ЗАВИСИМОСТЬ ОТ СКОРОСТИ. УГОЛ ТРЕНИЯ: для неподвижности тела на рисунке нужно (почему?), чтобы $mg \cdot \sin \alpha = f mg \cdot \cos \alpha$, откуда $\tan \alpha = ?$ ПРИРОДА СИЛ СУХОГО ТРЕНИЯ; РОЛЬ СМАЗКИ. Аномально низкое трение.

СИЛА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ. Чем объяснить равномерное качение круглого тела под действием постоянной силы? ПАРА СИЛ. Недостаточность силы для описания действия пары сил. Какие пары сил действуют на катящееся тело? СМЫСЛ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ. ПРИРОДА СИЛ ТРЕНИЯ КАЧЕНИЯ. Как снизить это трение?



СИЛА ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ ДЛЯ МАЛЫХ И БОЛЬШИХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА. Какую скорость следует считать малой? От чего это зависит? ПРИРОДА СИЛ ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ.

ПАРА СИЛ. Необходимость введения новой механической величины для описания действия пары сил. ВЕКТОР МОМЕНТА СИЛЫ (ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА) ОТНОСИТЕЛЬНО ТОЧКИ И ОСИ, ЕГО МОДУЛЬ, НАПРАВЛЕНИЕ. ПЛЕЧО СИЛЫ. СЛОЖЕНИЕ МОМЕНТОВ СИЛ. РАВНОВЕСИЕ ТТ С НЕПОДВИЖНОЙ ОСЬЮ ВРАЩЕНИЯ. РЫЧАГ.

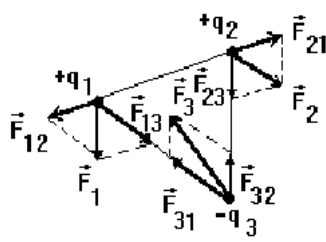
Самостоятельно: природа сил вязкого трения.

7. Теорема об изменении импульса частицы. Система частиц (механическая система МС). Импульс МС. Центр масс МС. Теорема об изменении импульса МС. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.

ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ ИМПУЛЬСА ЧАСТИЦЫ В ИНТЕГРАЛЬНОЙ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ВЕКТОРНОЙ И КООРДИНАТНОЙ ФОРМЕ. ЗАПИСЬ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ТЕОРЕМЫ ДЛЯ СЛУЧАЯ ПОСТОЯННЫХ СИЛ И ДВИЖЕНИЯ ПО ПРЯМОЙ. ВЕКТОР ИМПУЛЬСА СИЛЫ.

ВНУТРЕННИЕ И ВНЕШНИЕ СИЛЫ В СИСТЕМЕ ЧАСТИЦ (МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ МС). ИМПУЛЬС МС

$\vec{P} = ?$. Получение векторной дифференциальной теоремы об изменении импульса МС: при сложении всех n



уравнений движения МС вида $d\vec{p}_i/dt = \vec{F}_i^{(e)} + \sum_{j=1, j \neq i}^n \vec{F}_{ij}^{(i)}$, ($i, j = 1, 2, \dots, n$) и замены

слева знака производной по времени со знаком суммы местами, слева получим

$d/dt(\sum_{i=1}^n \vec{p}_i)$, а справа $-\sum_{i=1}^n \vec{F}_i^{(e)}$ и $\sum_{j=1}^n \sum_{i=1, i \neq j}^n \vec{F}_{ij}^{(i)}$. С учётом 3-го закона Ньютона

$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1, i \neq j}^n \vec{F}_{ij}^{(i)} = ?$ ГЛАВНЫЙ ВЕКТОР ВНЕШНИХ СИЛ $\vec{K} = ?$; в чём его отличие от равнодействующей? ВЕКТОРНАЯ

И КООРДИНАТНАЯ, ИНТЕГРАЛЬНАЯ И ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ФОРМЫ ТЕОРЕМЫ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ИМПУЛЬСА МС. Какую информацию теорема даёт и что мы потеряем? Могут ли внутренние силы изменить импульс МС?

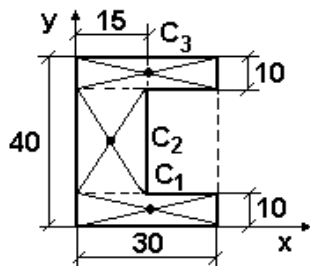
Представление движения частиц МС в неподвижной системе отсчёта K в виде суммы двух движений: за счёт поступательного переносного движения системы отсчёта K' (начинающейся в произвольной точке O' МС) в K и за счёт относительного движения частиц МС относительно K' . Тогда из теоремы сложения скоростей

$\vec{v}_{abc} = \vec{v}_{пер} + \vec{v}_{отн} \Rightarrow \vec{P} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i' + \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_{O'}$ $\Rightarrow \vec{P} = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i' + M \vec{v}_{O'}$, где $M = ?$ Если выбрать точку O'

так, чтобы $\sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i' = ?$, то $\vec{P} = ?$ ЦЕНТР МАСС МС. Вычисление его положения: из $M \vec{v}_c = \sum_{i=1}^n m_i \vec{v}_i \Rightarrow d/dt(M \vec{r}_c) =$

$d/dt(\sum_{i=1}^n m_i \vec{r}_i) \Rightarrow \vec{r}_c = ?$ КООРДИНАТНАЯ ФОРМА ЗАПИСИ ПОЛОЖЕНИЯ ТОЧКИ С. Необходимость выделения

элементов массы dm для ТТ и элементов объёма $dV=dm/\rho$ для однородных ТТ плотностью ρ . Тогда $\vec{r}_c = ?$ Вы-



ЧИСЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ЦЕНТРА МАСС ОДНОРОДНЫХ ТЕЛ, ОБЛАДАЮЩИХ СИММЕТРИЕЙ, на примере балки длиной 6 м, форма и размеры сечения которой даны на рисунке. Как действуют для несимметричных тел? В чём смысл процедуры вывешивания в 3 точках, не лежащих на одной прямой, для неоднородных ТТ? Зачем бывает очень важно знать положение центра масс?

ТЕОРЕМА О ДВИЖЕНИИ ЦЕНТРА МАСС. ЕЁ СЛЕДСТВИЯ: 1) Как должна действовать внешняя сила, чтобы покоившееся ТТ начало двигаться поступательно? 2) Могут ли ВНУТРЕННИЕ силы изменить движение центра масс человека, тонущего в болоте?

ЗАМКНУТАЯ (ИЗОЛИРОВАННАЯ) МС. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА. РЕАКТИВНОЕ ДВИЖЕНИЕ КАК ЕГО СЛЕДСТВИЕ. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПО-

МОЩЬЮ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСА.

8. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия частицы, МС и ТТ; теоремы об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия упругого взаимодействия.

Если умножить обе части 2-го закона $m(d\vec{v}/dt) = \vec{F}$ скалярно на вектор малого перемещения по траектории $d\vec{s}$,

то слева $m \cdot d\vec{v} \cdot (d\vec{s}/dt) = m \cdot d\vec{v} \cdot \vec{v} = d(0,5 \cdot m \vec{v}^2) \Rightarrow (\vec{v}^2 \equiv \vec{v} \cdot \vec{v} = v^2) \Rightarrow d(0,5 \cdot m v^2) = dT$. Справа скаляр $\vec{F} \cdot d\vec{s} = dA$. ЭЛЕМЕНТАРНАЯ РАБОТА СИЛЫ И КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ («действие движущегося») Т ЧАСТИЦЫ. Что они характеризуют? РАБОТА НА КОНЕЧНОМ ПЕРЕМЕЩЕНИИ; какое действие силы она характеризует? Почему работу силы найти легче импульса силы, а кинетическую энергию частицы легче её импульса? ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ЧАСТИЦЫ. В чём её плюсы и минусы, с точки зрения главной задачи механики, перед теоремой об изменении импульса частицы? КАКУЮ ГЛАВНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О ЧАСТИЦЕ МЫ ПОЛУЧАЕМ, ЗНАЯ КИНЕТИЧЕСКУЮ ЭНЕРГИЮ Т?

МОЩНОСТЬ; ЕЁ СВЯЗЬ СО СКОРОСТЬЮ. При каком условии под действием постоянной силы тело движется равномерно? Что это значит для скоростных машин и самолётов? Почему при подъёме автомобиля на крутую гору приходится переходить на пониженную скорость? СИСТЕМНЫЕ И НЕСИСТЕМНЫЕ ЕДИНИЦЫ РАБОТЫ (1 кВт·час) И МОЩНОСТИ (1 л.с.). Что такое 1 Дж; много ли это? МОЩНОСТЬ СРЕДНЕГО ЧЕЛОВЕКА; долго ли он может ей развить? А лошадь?

КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ. СИСТЕМЫ ЧАСТИЦ И ТТ. Если для частиц МС умножить обе части каждого уравнения $m_i d\vec{v}_i/dt = \vec{F}_i^{(e)} + \vec{F}_i^{(i)}$ ($i = 1, 2, \dots, n$) скалярно на $d\vec{s}_i$, просуммировать уравнения и поменять знаки дифференциала и суммы местами, то получим (объяснить, как!) $dT = dA^{(e)} + dA^{(i)}$ Что такое $dA^{(e)}$ и $dA^{(i)}$? Значит, на конечном перемещении ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ МС примет вид: $\Delta T \equiv T_2 - T_1 = ?$ В чём её отличие от теоремы об изменении импульса МС? Для ТТ $A^{(i)} = 0$ (почему?), т.е. ТЕОРЕМА ОБ ИЗМЕНЕНИИ КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ТТ имеет вид: $\Delta T = ?$

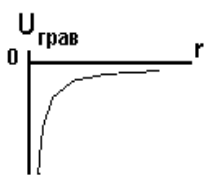
Меняется ли кинетическая энергия груза, закреплённого на конце прямой спиральной пружины, при очень медленном растяжении пружины вдоль её оси внешней силой? Оказывает ли внешняя сила разгоняющее действие? На малом перемещении dx работа внешней силы $dA = F_x dx = F \cdot dx = + k \cdot x \cdot dx$; где $k = ?$ На полном перемещении

Δx работа внешней силы $A = \int k \cdot x \cdot dx = ?$ Какое действие силы она характеризует? РАБОТА СИЛЫ УПРУГОСТИ $A_{упр}$; ОТ ЧЕГО ОНА ЗАВИСИТ? Важно ли направление внешней силы? Изменится ли результат при сжатии пружины? ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ («возможность действия») УПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ. На что расходуется работа внешней силы и силы упругости при растяжении (сжатии) пружины? А при освобождении растянутой (сжатой) пружины? СВЯЗЬ РАБОТЫ СИЛЫ УПРУГОСТИ И ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ УПРУГОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ. Зависит ли результат от траектории перемещения груза? Какой будет работа $A_{упр}$ при перемещении груза по замкнутой траектории?

Самостоятельно. Потенциальная энергия упругого взаимодействия.

9. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Общие свойства потенциальной энергии. Консервативные и диссипативные силы. Консервативная МС. Полная механическая энергия (ПМЭ). Теоремы об изменении ПМЭ. Законы сохранения ПМЭ и энергии.

Меняется ли кинетическая энергия груза при очень медленном вертикальном подъёме внешней силой вблизи Земли? На малом перемещении dx работа внешней силы $dA = F_x dx = F \cdot dx = + m \cdot g \cdot dx$; где g – ? На полном перемещении $\Delta x = h$ работа внешней силы $A = ?$ А РАБОТА СИЛЫ ТЯЖЕСТИ? ОТ ЧЕГО ЗАВИСИТ РАБОТА $A_{тяж}$ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ? Важно ли знать направление внешней силы? Изменится ли результат при медленном вертикальном опускании тела? ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВБЛИЗИ ЗЕМЛИ. КАЛИБРОВОЧНАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ. Почему она незаметна для силы упругости? Зависит ли $A_{тяж}$ от траектории движения груза? Какой будет работа $A_{тяж}$ при перемещении груза по замкнутой траектории?



Для двух неподвижных точечных масс m_1 и m_2 , находившихся на исходном расстоянии r_1 друг от друга, сила тяготения $F_{грав} = ?$ Если внешняя сила медленно начнёт перемещать массу m_1 вдоль прямой, соединяющей массы, увеличивая расстояние между ними до r_2 , то на малом перемещении dr элементарная работа силы тяготения, мешающей перемещению, $dA_{грав} = (почему?) = -F \cdot dr = ?$ При этом потенциальная энергия гравитационного взаимодействия возрастёт на $dU_{грав} = ?$ Значит, на конечном перемещении от r_1 до r_2 работа $A_{грав} = ?$ Как эта работа связана с изменением $\Delta U_{грав}$ потенциальной энергии? Значит, на расстоянии r_1 потенциальная энергия $U_{грав1} = ?$ ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДВУХ ЧАСТИЦ НА ПРОИЗВОЛЬНОМ РАССТОЯНИИ. Есть ли в этой формуле безусловный ноль отсчёта потенциальной энергии? СМЫСЛ ЗНАКА «-». Каким был бы график, если бы существовало отталкивание масс (антигравитация)?

Для какого взаимодействия вне механики это отталкивание реализуется? ЧЕТЫРЕ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВА ЛЮБОЙ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ: 1) При каком условии появляется? 2) От чего зависит? 3) В чём суть калибровочной инвариантности? 4) Какую главную информацию о теле или МС мы получаем, зная их потенциальную энергию? ОБЩЕЕ СВОЙСТВО ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ И КИНЕТИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ.

КОНСЕРВАТИВНЫЕ («сохраняющие») И ДИССИПАТИВНЫЕ («рассеивающие») СИЛЫ. ПРИЗНАКИ КОНСЕРВАТИВНОСТИ СИЛЫ. Сколько диссипативных сил в классической механике? А вне механики они есть? КОНСЕРВАТИВНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.

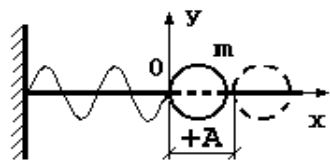
На что тратится работа внешней силы при быстром вертикальном подъёме груза вблизи Земли? ПОЛНАЯ МЕХАНИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ (ПМЭ) ЧАСТИЦЫ. СКОЛЬКО ВИДОВ ЭНЕРГИИ ЕСТЬ В МЕХАНИКЕ? ИХ ОБЩЕЕ СВОЙСТВО.

ТЕОРЕМЫ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПМЭ ЧАСТИЦЫ, КОНСЕРВАТИВНОЙ И НЕКОНСЕРВАТИВНОЙ МС, ТТ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ПМЭ. АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ С ПОМОЩЬЮ ЗАКОНА СОХРАНЕНИЯ ПМЭ. Что сохраняют или рассеивают консервативные и диссипативные силы?

ДРУГИЕ ВИДЫ ЭНЕРГИИ. ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ. Какой закон сохранения является более общим – для энергии или для ПМЭ?

10. Основные понятия теории колебаний и волн. Механические колебания. Пружинный маятник; его механическая энергия.

КОЛЕБАНИЯ; МЕХАНИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. ПЕРИОД; ПЕРИОДИЧЕСКИЕ И АПЕРИОДИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ. ПОЛОЖЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО, НЕУСТОЙЧИВОГО И БЕЗРАЗЛИЧНОГО РАВНОВЕСИЯ ТЕЛА.



СВОБОДНЫЕ КОЛЕБАНИЯ; СОБСТВЕННАЯ ЧАСТОТА. ЗАТУХАЮЩИЕ КОЛЕБАНИЯ. ВЫНУЖДЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ; РЕЗОНАНС. АВТОКОЛЕБАНИЯ. ПОЛОЖИТЕЛЬНАЯ И ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ, их примеры.

ПРУЖИННЫЙ МАЯТНИК. Из 2-го закона $m \ddot{x} = F_x \Rightarrow m \ddot{x} = -kx$; после введения константы $\omega_0^2 = k/m \Rightarrow ?$ ДИФУРАВНЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ ЛИНЕЙНОГО ГАРМОНИЧЕСКОГО ОСЦИЛЛЯТОРА: ЕГО РЕШЕНИЕ. Как убедиться, что это действительно решение? Есть ли другие решения? УРАВНЕНИЕ ГАРМОНИЧЕСКОГО («красивого») КОЛЕБАНИЯ; МГНОВЕННОЕ СМЕЩЕНИЕ ОТ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСИЯ, АМПЛИТУДА, ФАЗА, НАЧАЛЬНАЯ ФАЗА, ЦИКЛИЧЕСКАЯ ЧАСТОТА. Что в уравнении будет функцией и аргументом; что зависит от начальных условий, а что – от пружины и груза? ПЕРИОД ИДЕАЛЬНЫХ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА. УРАВНЕНИЯ СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА. Графики смещения, скорости и ускорения; МАКСИМАЛЬНАЯ ВЕЛИЧИНА СКОРОСТИ И УСКОРЕНИЯ. МЕТОД ФУРЬЕ КАК ПРИЧИНА ВАЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ИМЕННО ГАРМОНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ.

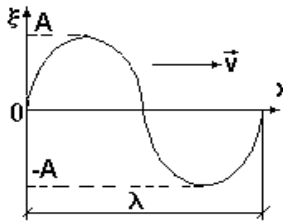
Кинетическая энергия груза $T = mv^2/2 = ?$ Потенциальная энергия пружины $U = kx^2/2 = ?$ Из $E = T + U$ с учётом $k = \Delta F / \Delta x$ для ПМЭ ИДЕАЛЬНОГО ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА имеем $E = ?$ Меняется ли ПМЭ со временем у идеального и реального пружинного маятника? Какие параметры колебания и как влияют на ПМЭ?

Самостоятельно: получить уравнения скорости и ускорения пружинного маятника.

11. Волна. Механическая волна. Энергия волны; вектор Умова. Уравнения плоской и сферической волн.

Элементы акустики.

ВОЛНА. УПРУГАЯ (механическая) ВОЛНА. Есть ли другие виды волн? Какие? **ВОЛНЫ В СПЛОШНОЙ СРЕДЕ.** Волны на поверхности и в нити; как их создать? **УСЛОВИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ УПРУГОЙ ВОЛНЫ. ПРОДОЛЬНЫЕ И ПОПЕРЕЧНЫЕ ВОЛНЫ.** Какие виды упругих волн возникают в газах, жидкостях и твёрдых телах? **ВОЛНОВОЙ ФРОНТ. СФЕРИЧЕСКИЕ, ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ, ПЛОСКИЕ УПРУГИЕ ВОЛНЫ;** как их создать? **ДЛИНА ВОЛНЫ λ ;** СВЯЗЬ ЕЁ С ПЕРИОДОМ T , ЧАСТОТОЙ ν И ЦИКЛИЧЕСКОЙ ЧАСТОТОЙ ω КОЛЕБАНИЙ ИСТОЧНИКА ВОЛНЫ.

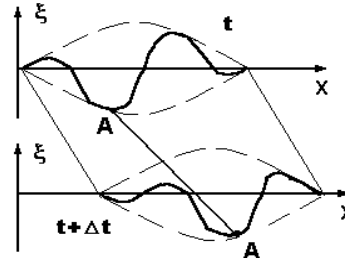
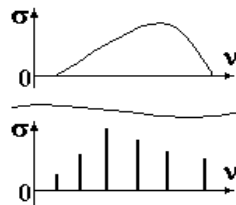


От чего зависит энергия гармонического осциллятора как источника волн? Почему изучаются лишь гармонические волны? **БЕГУЩАЯ ВОЛНА. ПОТОК ЭНЕРГИИ ВОЛНЫ;** ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА ЭНЕРГИИ (ВЕКТОР УМОВА). ИНТЕНСИВНОСТЬ (МОЩНОСТЬ) ИСТОЧНИКА. ОБЪЁМНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЭНЕРГИИ ВОЛНЫ; ЕЁ СВЯЗЬ С ВЕКТОРОМ УМОВА. Переносит ли волна массу?

УРАВНЕНИЕ ПЛОСКОЙ ГАРМОНИЧЕСКОЙ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ В ИДЕАЛЬНОЙ СРЕДЕ БЕЗ ПОГЛОЩЕНИЯ ЭНЕРГИИ (ЗАТУХАНИЯ); СМЫСЛ ВХОДЯЩИХ В НЕГО ВЕЛИЧИН, ГРАФИК. Чем он отличается от графика гармонического колебания? **ВОЛНОВОЕ ЧИСЛО k ;** ЗАПИСЬ С ЕГО ПОМОЩЬЮ УРАВНЕНИЯ ПЛОСКОЙ ГАРМОНИЧЕСКОЙ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ.

ВОЛНОВАЯ ПОВЕРХНОСТЬ. Сколько их? Из $\omega((t-x/v) = \text{const}$ после взятия дифференциала $dx/dt = ?$ **ФАЗОВАЯ СКОРОСТЬ.** От чего она зависит с учётом волнового числа k ?

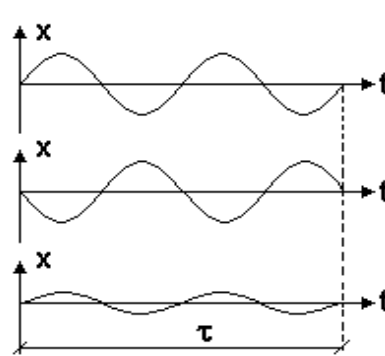
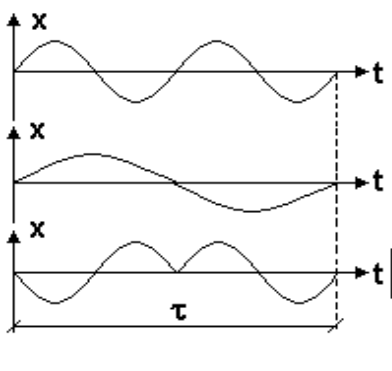
Для неподвижного точечного источника (волновые поверхности имеют вид?) постоянной мощности в среде без затухания поток энергии постоянен, но площадь, по которой распределяется энергия, растёт пропорционально r^2 , где r – расстояние от точечного источника. Тогда плотность потока энергии должна падать как $1/r^2$. При этом уменьшение амплитуды A волны, не связанное с поглощением её энергии в среде, идёт по закону (доказать!) $A = A_0/r$, где $A_0 = ?$ Тогда **УРАВНЕНИЕ СФЕРИЧЕСКОЙ ГАРМОНИЧЕСКОЙ БЕГУЩЕЙ ВОЛНЫ В ИДЕАЛЬНОЙ СРЕДЕ БЕЗ ЗАТУХАНИЯ** имеет вид?



АКУСТИКА. ЗВУК, ИНФРАЗВУК, УЛЬТРАЗВУК. Для скорости звука в воздухе 330 м/с минимум и максимум длины волны звука будет? Учитывают ли это в акустических системах? Почему ультразвук способен очищать замасленные детали, а инфразвук убить человека? Одинаковая ли мощность излучателя для этого нужна? **СИЛА И ГРОМКОСТЬ ЗВУКА; ПОРОГ СЛЫШИМОСТИ, БОЛЕВОЙ ПОРОГ. ЧИСТЫЙ ТОН. АКУСТИЧЕСКИЙ СПЕКТР. СПЛОШНОЙ И ЛИНЕЙЧАТЫЙ СПЕКТРЫ; ШУМ. ШУМЫ РАЗНОЙ ЧАСТОТЫ. ВЫСОТА И ТЕМБР ЗВУКА.** Есть ли одинаковые голоса у людей?

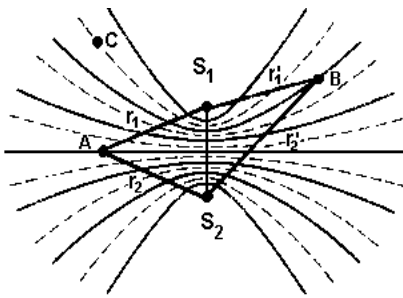
Самостоятельно. Доказать, что при отсутствии затухания амплитуда сферической гармонической бегущей волны убывает как $A = A_0/r$.

12. Затухание волн; закон Бугера. Дисперсия волн. Интерференция волн; когерентность источников.



ЛИНЕЙНЫЕ СРЕДЫ. Почему при поглощении энергии такой средой величина убыли $-dW$ энергии пропорциональна $W \cdot dx$, т.е. $-dW \sim W \cdot dx$? Записать равенство введением коэффициента поглощения γ : $-dW = \gamma \cdot W \cdot dx$. **ЗАКОН БУГЕРА; СМЫСЛ КОЭФФИЦИЕНТА ПОГЛОЩЕНИЯ. УРАВНЕНИЕ ПЛОСКОЙ И СФЕРИЧЕСКОЙ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ В ЛИНЕЙНОЙ СРЕДЕ.** Есть ли нелинейные среды? **ДИСПЕРСИЯ ВОЛН. ВОЛНОВОЙ ПАКЕТ. ГРУППОВАЯ СКОРОСТЬ.** Почему она может отличаться от фазовой?

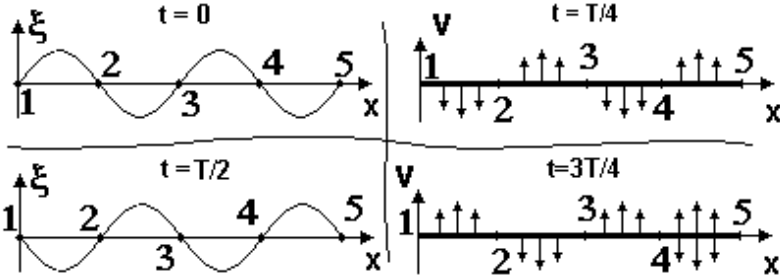
С какой скоростью переносится энергия волны? **ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ВОЛН. КОГЕРЕНТНЫЕ ИСТОЧНИКИ;** показать на приведённом рисунке когерентные за время наблюдения τ колебания и объяснить, почему остальные не когерентны. А если время наблюдения уменьшить до $\tau/2$? Важна ли начальная фаза и амплитуда? **СИНФАЗНЫЕ И ПРОТИВОФАЗНЫЕ КОЛЕБАНИЯ;** показать их на рисунке. **ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ ВОЛН; ИНТЕРФЕРЕНЦИОННАЯ КАРТИНА.** Какое добавочное требование к направлению колебаний должно выполняться для получения простой картины? Если два когерентных точечных источника S_1 и S_2 создают поперечные сферические волны, то в какой плоскости будет наблюдаться такая картина? Как получить её на поверхности воды? **РАЗНОСТЬ ХОДА ВОЛН ДВУХ СИНФАЗНЫХ КОГЕРЕНТНЫХ ТОЧЕЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ. УСЛОВИЯ МАКСИМУМА И МИНИМУМА ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОЙ КАРТИНЫ ПРИ СЛОЖЕНИИ КОЛЕБАНИЙ ОДНОГО НАПРАВЛЕНИЯ.** Почему в точке A должен быть максимум? Положение других максимумов: для сфери-



ческих волн от точечных источников $\xi_1(r_1, t) = (A_0/r_1) \cos(\omega t - kr_1 + \varphi_0)$ и $\xi_2(r_2, t) = (A_0/r_2) \cos(\omega t - kr_2 + \varphi_0)$; для точек максимума разность фаз волн должна быть (почему?) $0, 2\pi, 4\pi$ и т.д. Значит, $k(r_2 - r_1) = 2\pi \cdot n$, или $r_2 - r_1 = 2\pi \cdot n/k$. Уравнение какой кривой получено? Что изменится для положения минимумов? Если в точке В максимум, то одинакова ли его амплитуда с точкой А?

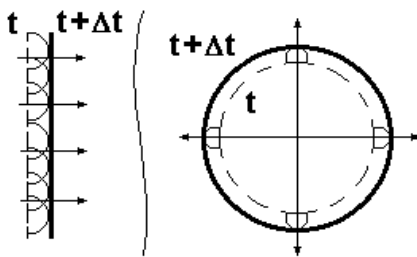
Почему?

13. Стоячие волны. Дифракция волн; принцип Гюйенса.

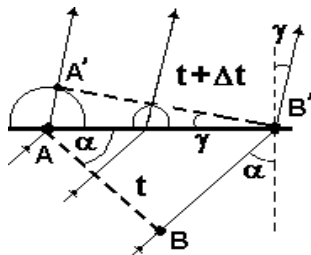


При встрече двух встречных плоских гармонических волн с уравнениями $\xi_1 = A \cos(\omega t - kx)$ и $\xi_2 = A \cos(\omega t + kx)$ результатом сложения будет $\xi = \xi_1 + \xi_2 = 2A \cos(kx) \cos(\omega t) = 2A \cos(2\pi x/\lambda) \cos(\omega t)$. **СТОЯЧАЯ ВОЛНА.** Амплитуда стоячей волны $A_{ст} = ?$ Если $2\pi x/\lambda = \pi \pm n\pi$ ($n=0,1,2,\dots$), то амплитуда? ПУЧНОСТИ СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ; координаты пучностей $X_n = ?$ Расстояние между соседними пучностями? Если $2\pi x/\lambda = \pi \pm (n+1/2)\pi$ ($n = 0,1,2,\dots$), то амплитуда? УЗЛЫ СТОЯЧЕЙ ВОЛНЫ; координаты узлов $X_n = ?$ Расстояние между соседними узлами? Между соседним узлом и пучностью? Чем замечательна идеальная стоячая волна, например, в кольце? Какой должна быть λ стоячей волны для радиуса кольца R?

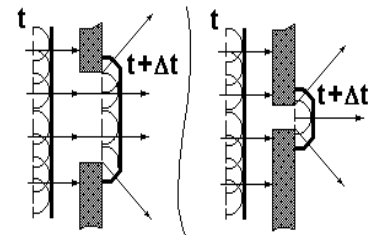
ДИФРАКЦИЯ ВОЛН; УСЛОВИЯ ЕЁ НАБЛЮДЕНИЯ. Качественное объяснение распространения плоских и сферических волн в идеальной безграничной среде с помощью ПРИНЦИПА ГЮЙЕНСА. Что такое ЛУЧ и ОГИБАЮЩАЯ ПОВЕРХНОСТЬ? УГОЛ ПАДЕНИЯ α И УГОЛ ОТРАЖЕНИЯ β



ПЛОСКИХ ВОЛН НА ПЛОСКОЙ ГРАНИЦЕ СРЕД. ЗАКОН ОТРАЖЕНИЯ. УГОЛ



ПРЕЛОМЛЕНИЯ gamma ПЛОСКИХ ВОЛН НА ПЛОСКОЙ ГРАНИЦЕ СРЕД С РАЗНОЙ СКОРОСТЬЮ ДВИЖЕНИЯ ВОЛН. Получение закона преломления плоских волн (лучей) на такой границе: $\sin \alpha / \sin \gamma = v_1 \Delta t / v_2 \Delta t = v_1 / v_2$. Качественное объяснение дифракции плоской волны в длинных прямых щелях разной ширины. Даёт ли принцип Гюйенса количественную оценку энергии волн, движущихся после щели в разных направлениях? Что нового добавил Френель и



что получил в итоге?

Самостоятельно. Доказать с помощью принцип Гюйенса закон отражения $\alpha = \beta$ плоских волн (параллельных лучей) на плоской границе

Часть 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА.

14. Основные идеи молекулярно-кинетической теории (МКТ) и их опытное обоснование.

План ответа

1) Представления древних философов (Демокрит, Тит Лукреций Кар и др.) о дискретном строении вещества. Гипотезы М.В. Ломоносова о природе теплоты и существовании абсолютного нуля температуры. АТОМ; его примерные размеры. СТРОЕНИЕ АТОМА В МОДЕЛИ БОРА-РЕЗЕРФОРДА; примерные размеры и знак заряда ядра и электронов. ЗАРЯДОВОЕ ЧИСЛО и периодическая система Д.И. Менделеева; может ли зарядовое число быть дробным? Почему? ИОНЫ; их знак и валентность, условия возникновения. МОЛЕКУЛА. ИОННАЯ И КОВАЛЕНТНАЯ ХИМИЧЕСКАЯ СВЯЗЬ АТОМОВ В МОЛЕКУЛЕ

2) СТАТИСТИЧЕСКИЙ (МОЛЕКУЛЯРНО-КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕТОД): основные идеи. МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦ. Макроскопические характеристики тела (**ТРИ ПАРАМЕТРА СОСТОЯНИЯ**): объём и удельный объём; давление и его единица; температура по Цельсию, две реперные точки; температура по Кельвину, реперная точка; связь двух шкал температур. Можно ли говорить о температуре или давлении для отдельных частиц? ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЙ МЕТОД: основные идеи. РАВНОВЕСНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ; можно ли говорить о температуре или давлении для неравновесной системы? ИЗОЛИРОВАННАЯ СИСТЕМА. РАВНОВЕСНЫЕ И НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ. КРУГОВЫЕ ПРОЦЕССЫ (ЦИКЛЫ).

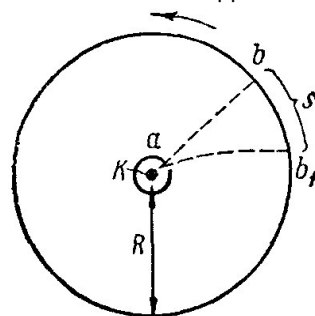


Рис.1

3) Характер взаимодействия атомов и молекул, ГРАФИЧЕСКИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ЭНЕРГИИ $U(r)$ И СИЛЫ $F(r)$ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЧАСТИЦ ДЛЯ РАЗНЫХ РАССТОЯНИЙ r МЕЖДУ НИМИ. РАВНОВЕСНОЕ РАССТОЯНИЕ. Примеры проявления сил притяжения и отталкивания частиц в повседневной жизни.

4) Характер движения частиц в твёрдом, жидком и газообразном состояниях на базе сравнения кинетической энергии теплового движения частиц с потенциальной энергией их взаимодействия.

5) Открытие и свойства броуновского движения; его причина. Результаты экс-

периментов Ж. Перрена по изучению броуновского движения.

6) Объяснить оценку скорости молекул в опытах О. Штерна с использованием схемы этого опыта на рисунке 1 и формулу $v \approx R^2 \cdot \omega / s$. Зарисовать форму профиля возникающей полоски серебра при вращении цилиндров. Как по толщине слоя осажденного серебра можно судить о распределении молекул по скоростям, т.е. определить, какие значения скоростей встречаются чаще, а какие – реже?

15. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Абсолютная температура и её статистический смысл.

План ответа

1) КОЛИЧЕСТВО ВЕЩЕСТВА ν ; 1 МОЛЬ КАК ЕГО ЕДИНИЦА. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ АТОМНАЯ МАССА и её единица – 1 а.е.м. Почему в периодической системе все относительные атомные массы нецелые? МАССА КИЛОГРАММ-АТОМА А и МОЛЯРНАЯ МАССА μ . ЧИСЛО АВОГАДРО $N_A = 6,023 \cdot 10^{26}$ 1/кмоль или $6,023 \cdot 10^{23}$ 1/моль; почему числа разные? Массы атомов и молекул; доказать, что **1 а.е.м. = $1/N_A = 1,66 \cdot 10^{-27}$ кг**. Как по известной плотности ρ и молярной массе μ вещества найти концентрацию n его частиц? Для каких веществ концентрация n позволит оценить размер отдельной частицы; каков этот размер?

2) МОДЕЛЬ ИДЕАЛЬНОГО ГАЗА; при каких условиях реальные газы ведут себя как идеальные? НОРМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ. Воздух или гелий при комнатных условиях (что это такое?) ближе к идеальному газу? Почему?

3) Давление идеального газа и его статистический смысл. Зависит ли давление от формы сосуда?

4) Вывод основного уравнения МКТ идеального газа для сосуда в виде кубика стороной h : пусть N частиц газа массой m каждая упруго сталкиваются только со стенками, но не друг с другом, причём движутся только по нормали к стенкам – в одном из 6 возможных направлений. При упругом нормальном ударе со скоростью v частица передаст стенке импульс $\Delta P = m \cdot v - (-m \cdot v) = 2m \cdot v$. Удары о две противоположные стенки кубика будут повторяться через период $T = 2h/v$, т.е. частота ударов (число ударов в секунду) $f = 1/T = v/2h$. Тогда силы F , действующие со стороны одной частицы на две противоположные стенки, будут $F_{ед} = \Delta P \cdot f = m \cdot v^2/h$. Но между двумя стенками движется треть частиц, т.е. при одинаковой скорости частиц полная сила на две противоположные стенки $F = F_{ед} \cdot N/3 = m \cdot v^2 \cdot N/3h$. Тогда давление $p = F/h^2 = m \cdot v^2 \cdot N/3h^3$. С учётом концентрации $n = N/h^3$ получим $p = ?$ Влияет ли на результат учёт произвольности направлений скоростей частиц относительно стенки при ударе? Почему? Учёт разной величины скорости частиц и введение СРЕДНЕЙ КВАДРАТИЧНОЙ СКОРОСТИ $\langle v_{кв} \rangle = ?$ Тогда ОСНОВНОЕ УРАВНЕНИЕ МКТ имеет вид $p = ?$

СРЕДНЯЯ КИНЕТИЧЕСКАЯ ЭНЕРГИЯ ДВИЖЕНИЯ ОДНОЙ ЧАСТИЦЫ $\langle \epsilon \rangle = ?$ Тогда ВТОРАЯ ФОРМА ЗАПИСИ ОСНОВНОГО УРАВНЕНИЯ МКТ $p = ?$ Смысл произведения $n \cdot \langle \epsilon \rangle$? ТРЕТЬЯ ФОРМА ЗАПИСИ $p = ?$ Важность основного уравнения МКТ как доказательства связи макроскопического параметра состояния p с микроскопическими характеристиками движения частиц.

5) Для 1 моля газа с объёмом V_μ произведение $p \cdot V_\mu = 2 \cdot N_A \cdot \langle \epsilon \rangle / 3$. Сравнение с экспериментальным уравнением Клапейрона-Менделеева $p \cdot V_\mu = R \cdot T$, где $R = 8,31$ Дж/(моль·К) – УНИВЕРСАЛЬНАЯ ГАЗОВАЯ ПОСТОЯННАЯ как макроскопическая константа для идеальных газов. Введение ПОСТОЯННОЙ БОЛЬЦМАНА $k = R/N_A = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К как микроскопической (для одной частицы) константы для идеальных газов. Отсюда связь с абсолютной температурой $\langle \epsilon \rangle = ?$ СМЫСЛ АБСОЛЮТНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ.

6) СВЯЗЬ ДАВЛЕНИЯ С ТЕМПЕРАТУРОЙ: $p = ?$ ЧИСЛО ЛОШМИДТА $n_L = 2,69 \cdot 10^{25}$ 1/м³; ЕГО СМЫСЛ

16. Основное уравнение состояния идеального газа (уравнение Клапейрона-Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.

План ответа

1) Используя связь давления идеального газа с его температурой и концентрацией молекул $p = ?$, легко получить основное уравнение состояния идеального газа – уравнение Клапейрона-Менделеева: для произвольного

объёма V газа $p \cdot V = N \cdot k \cdot T$, где N – число частиц в этом объёме. Но $k = R/N_A$, а $N/N_A = \nu$. Тогда $p \cdot V = ?$

2) ЗАКОН АВОГАДРО; для нормальных условий $V_\mu = 22,41 \cdot 10^{-3}$ м³/моль. Сколько частиц в этом объёме? Тогда легко вычислить универсальную газовую постоянную $R = ?$

3) Дать определение изотермического, изохорического и изобарического процессов; записать для этих изопроцессов соответствующие им экспериментальные газовые законы с указанием их авторов.

4) Дать графические представления для этих изопроцессов соответственно в координатах $p(V)$, $p(t)$ и $V(t)$, где t – температура по шкале Цельсия. Что изменится для шкалы температур Кельвина?

6) Дать на каждом графике название линий, соответствующих изопроцессам, и указать параметр, определяющий каждый изопроцесс.

17. Экспериментальное доказательство справедливости основного уравнения МКТ.

План ответа

1) В чем суть предлагаемого экспериментального доказательства справедливости основного уравнения МКТ?

2) Получить основное уравнение состояния идеального газа $pV/(vT) = R = \text{const}$. Кто установил этот закон?

3) Получить закон $pV = \text{const}$ при $m = \text{const}$ и $T = \text{const}$. Кто установил этот закон?

4) Получить закон $V = V_0 \alpha T$ при $m = \text{const}$, $p = \text{const}$. Кто установил этот закон? Как называется постоянная α ?

5) Получить закон $p = p_0 \gamma T$ при $m = \text{const}$, $V = \text{const}$. Кто установил этот закон? Как называется постоянная γ ?

6) Используя графики изобарического и изохорического процессов, обосновать введение новой шкалы темпе-

ратур, называемой *абсолютной шкалой* (а также *шкалой Кельвина* или *термодинамической шкалой*) и дать связь между абсолютной температурой T и температурой t , измеряемой по шкале Цельсия.

7) Получить из уравнения Клапейрона-Менделеева выражение для закона Авогадро: **при одинаковых давлениях и температурах в равных объёмах любого газа содержится одинаковое число молекул.**

8) Получить из этого уравнения выражение для ЗАКОНА ДАЛЬТОНА $p_{см.} = p_1 + p_2 + p_3 + \dots$ и объяснить его.

18. Предмет и метод термодинамики. Внутренняя энергия с точки зрения МКТ. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Теплоёмкость вещества.

План ответа

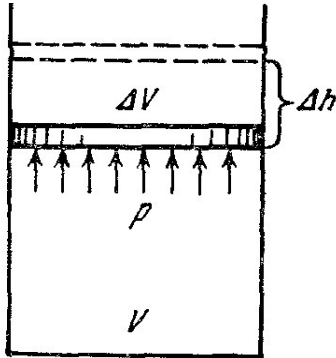


Рис.2.

1) ПРЕДМЕТ ТЕРМОДИНАМИКИ; как переводится термин? ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА; ЕЁ РАВНОВЕСНОЕ СОСТОЯНИЕ; можно ли говорить о температуре или давлении для неравновесной системы? Время релаксации. ИЗОЛИРОВАННАЯ СИСТЕМА. УСЛОВИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ СИСТЕМЫ, РАВНОВЕСНЫЕ и НЕРАВНОВЕСНЫЕ ПРОЦЕССЫ. ЦИКЛЫ.

2) Сравнение метода термодинамики и метода молекулярной физики: в чём преимущества и ограничения каждого?

3) ВНУТРЕННЯЯ ЭНЕРГИЯ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ: все ли её составляющие учитывает термодинамика, какие не учитывает и почему? Все ли составляющие были известны до 20 века; все ли используем сейчас?

4) С помощью основного уравнения МКТ получить выражение для внутренней энергии произвольной массы m идеального одноатомного газа

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT.$$

Является ли внутренняя энергия в общем случае однозначной функцией состояния системы (и тогда можно говорить о запасе внутренней энергии в системе) или зависит от процесса перехода из одного состояния в другое?

5) РАБОТА В ТЕРМОДИНАМИКЕ И ЕЁ ВЫРАЖЕНИЕ ЧЕРЕЗ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ СИСТЕМЫ: с помощью рис.2 показать, что элементарная работа $\delta A = ?$ Является ли работа сил в общем случае однозначной функцией состояния системы (и тогда можно говорить о запасе работы в системе) или зависит от процесса перехода из одного состояния в другое? О чём напоминает знак δ и в чём его отличие от знака d ?

6) Ввести понятия КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОТЫ (ТЕПЛОТЫ) и ТЕПЛООБМЕНА. Является ли теплота в общем случае однозначной функцией состояния системы (и тогда можно говорить о запасе теплоты в системе) или зависит от процесса перехода из одного состояния в другое? Дать сравнительный анализ теплоты и работы. Являются ли работа и теплота особыми и никак не связанными друг с другом формами энергии?

7) Ввести понятие ТЕПЛОЁМКОСТИ ВЕЩЕСТВА, УДЕЛЬНОЙ c И МОЛЯРНОЙ C ТЕПЛОЁМКОСТИ; найти связь между молярной и удельной теплоемкостями.

19. Первое начало термодинамики и применение его к различным процессам, протекающим в газах.

План ответа

1. ПЕРВЫЙ ЗАКОН (НАЧАЛО) ТЕРМОДИНАМИКИ, его словесная и математическая формулировки для малых и конечных изменений. Выражение какого более общего закона даёт первое начало термодинамики?

2) Дать еще одну формулировку первого начала, обосновав, что **нельзя построить периодически действующую машину, которая совершала бы работу без подведения энергии извне или совершала бы большую работу, чем было сообщено ей извне энергии.**

3) Раскрыть методологический смысл закона сохранения и превращения энергии по схеме: что такое энергия и как она связана с понятием движения? – как прочитав закон сохранения энергии с использованием понятия «движение»? – чем является движение по отношению к материи? – может ли движение существовать без материи? – как сделать последний шаг в обосновании, что материя существует вечно?

4) Рассмотреть первый закон термодинамики $\delta Q = dU + p dV$ в приложении к различным процессам:

Изохорический процесс

- в *изохорическом процессе* ($V = ?$) $\Delta V = ?$ Совершает ли газ работу?

- чему равно δQ_V ? На что тратится всё полученное системой тепло?

- как в *изохорическом процессе* выражается теплоёмкость C_V и ΔU ?

- учитывая выражение для внутренней энергии одноатомного газа, получить выражения молярной $C_V = 3R/2$ и удельной $c_V = 3R/(2\mu)$.

Изобарный процесс

- в *изобарном процессе* $p = ?$

- на что тратится подводимое к системе тепло? Подтвердить ответ использованием графика зависимости $p(V)$.

- показать, что

$$C_p = \frac{\delta Q_p}{\Delta T} = C_V + p \frac{\Delta V}{\Delta T} > C_V.$$

- используя основное уравнение состояния и выражение для C_p , получить соотношение Майера для одноатомного газа: $C_p = C_V + R$.

Изотермический процесс

- в *изотермическом процессе* $T = ?$

- изменяется ли внутренняя энергия ΔU ?

- на что тратится все тепло, подводимое к идеальному газу в изотермическом процессе ($Q_T = ?$).

- чему равна теплоёмкость C_T ?

Адиабатический процесс

- что такое *адиабатический (адиабатный) процесс*? $\delta Q = ?$
- чему равна работа δA при адиабатическом процессе? За счет чего она совершается?
- как изменяется температура газа при адиабатическом расширении и сжатии?
- чему равна теплоёмкость при адиабатическом процессе?
- сравнить адиабату и изотерму, изобразив их на графике $p(V)$, и обосновать ход кривых.
- как на практике обеспечить адиабатичность процесса?

20. Уравнение теплового баланса. Фазовые превращения. Энергетическое описание фазовых превращений на примере диаграммы фазовых переходов.

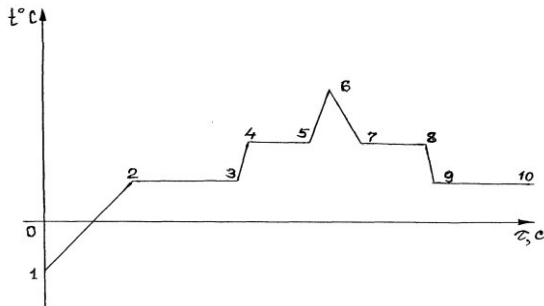


Рис.3

План ответа

- 1) Уравнение теплового баланса. Показать, что при осуществлении процесса теплообмена между двумя телами в отсутствие работы внешних сил и в тепловой изоляции от других тел выполняется условие $c_1 m_1 \Delta T_1 + c_2 m_2 \Delta T_2 = 0$.
- 2) Какое количество теплоты Q_n необходимо передать жидкости, чтобы превратить её в пар? На что тратится тепло?
- 3) Что такое удельная теплота парообразования; в каких единицах она измеряется в системе СИ?

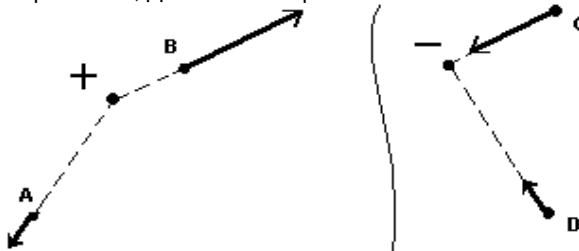
- 4) Какое количество теплоты выделяется при конденсации пара в жидкость?
- 5) Какое количество теплоты необходимо передать кристаллическому телу, чтобы превратить его в жидкость?
- 6) Что такое удельная теплота плавления и кристаллизации; в каких единицах они измеряются в системе СИ?
- 7) На что расходуется теплота плавления?
- 8) Дать энергетическое описание фазовых превращений на примере диаграммы фазовых переходов (рис.3). Записать количество теплоты, подводимое (выделяемое) к системе на всех указанных участках: 1-2; 2-3; 3-4; 4-5; 5-6; 6-7; 7-8; 8-9; 9-10.

Часть 3. ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ.

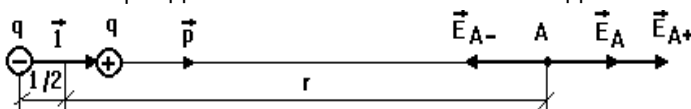
21. Электрический заряд и его основные свойства. Модели распределения заряда. Закон Кулона. Теории далеко- и близкодействия. Электрическое поле, его свойства. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ЗАРЯД. ДВА ВИДА ЗАРЯДОВ, ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ. ДИСКРЕТНОСТЬ ЗАРЯДА И ЭЛЕМЕНТАРНЫЙ ЗАРЯД; ЕГО НОСИТЕЛИ. РЕЛЯТИВИСТСКАЯ ИНВАРИАНТНОСТЬ И ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЗАРЯДА. ЭЛЕКТРОСТАТИКА. ТОЧЕЧНЫЙ ЗАРЯД; ЗАРЯЖЕННАЯ НИТЬ, ПОВЕРХНОСТЬ И ОБЪЁМ; ВЫЧИСЛЕНИЕ ЗАРЯДА ТЕЛ. ЗАКОН КУЛОНА; ГРАНИЦЫ ЕГО ПРИМЕНИМОСТИ. ЕДИНИЦА ЗАРЯДА. ДЕСЯТИЧНЫЕ ПРИСТАВКИ: Гига (Г), Мега (М), кило (к), санти (с), милли (м), микро (мк), нано (н), пико (п). ОСНОВНЫЕ ИДЕИ ТЕОРИИ ДАЛЬНОДЕЙСТВИЯ. ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ СИЛ ДЛЯ ТОЧЕЧНЫХ И РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПО Телу ЗАРЯДОВ.

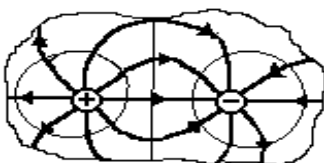
ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ. ЕГО СВОЙСТВА. ВЕКТОР НАПРЯЖЁННОСТИ \vec{E} , ЕГО СМЫСЛ, НАПРАВЛЕНИЕ, ЕДИНИЦА. СИЛА, ДЕЙСТВУЮЩАЯ НА ТОЧЕЧНЫЙ ЗАРЯД q В ТОЧКЕ ПОЛЯ НАПРЯЖЁННОСТЬЮ E .



Напряжённость поля точечного заряда. $\vec{E} = Qr / (4\pi\epsilon_0 r^3) = Qe_r / (4\pi\epsilon_0 r^2)$. ОДНОРОДНОЕ ПОЛЕ. ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ ДЛЯ ПОЛЯ ТОЧЕЧНЫХ И РАСПРЕДЕЛЁННЫХ ЗАРЯДОВ. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ДИПОЛЬ.



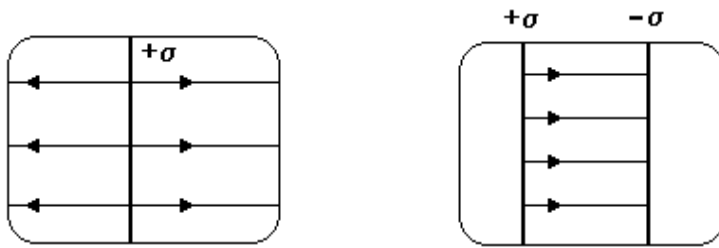
На оси диполя $E_A = E_{A+} - E_{A-} = [q/(r-l/2)^2 - q/(r+l/2)^2] / (4\pi\epsilon_0) \approx q l / 2\pi\epsilon_0 r^3$. ВЕКТОР ДИПОЛЬНОГО МОМЕНТА \vec{p} , ЕГО НАПРАВЛЕНИЕ, ВЕЛИЧИНА, ЕДИНИЦА. Тогда на оси диполя $\vec{E}_A = ?$ Как найти \vec{E} в других точках пространства? Сравнение по-



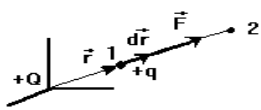
лей точечного заряда и диполя: от чего зависит величина и направление поля?

СИЛОВАЯ ЛИНИЯ. ВИД СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ТОЧЕЧНОГО ЗАРЯДА И ДИПОЛЯ, ОДНОРОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ.

22. Поле заряженной плоскости и двух параллельных плоскостей. Потенциал. Потенциал поля одного и нескольких точечных зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа электрического поля. Его потенциальность.

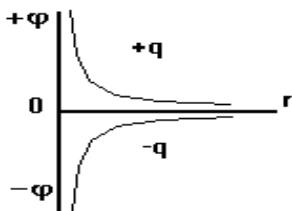


Почему вид силовых линий поля большой тонкой равномерно заряженной прямой пластины (поля заряженной плоскости) именно такой? Что изменится для поля двух параллельных разноимённо заряженных плоскостей с равной плотностью зарядов? Для поля одной плоскости $E = \sigma / 2\epsilon_0$; тогда для 2-х плоскостей $E = ?$ А если плотности разные и знак зарядов одинаков?



ПОТЕНЦИАЛ, ЕГО СМЫСЛ, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ. Вычисление энергии системы 2-х зарядов: из $\delta A = \vec{F} \cdot d\vec{r} = F \cdot dr \cdot \cos(\vec{F} \wedge d\vec{r}) = F_r \cdot dr = F \cdot dr$. Полная

$$\text{работа } A_{1,2} = \int_1^2 F dr = (Qq/4\pi\epsilon_0) \int_{r_1}^{r_2} dr / r^2 = (Qq/4\pi\epsilon_0) \cdot (1/r_1 - 1/r_2). \text{ Из } A_{1,2} = W_1 - W_2 \Rightarrow$$



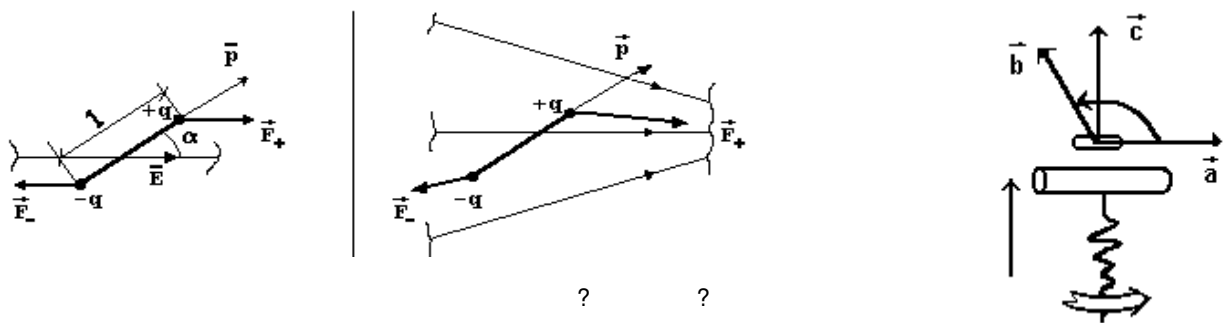
$W = \pm Qq/4\pi\epsilon_0 r$. Отсюда потенциал поля точечного заряда $\phi = ?$ Каков наибольший потенциал поля отрицательного заряда? ПОТЕНЦИАЛ ПОЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ЗАРЯДОВ. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ЗАРЯДА В ТОЧКЕ ПОЛЯ С ПОТЕНЦИАЛОМ ϕ . РАБОТА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЗАРЯДА В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ. ПРИЗНАКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ. СМЫСЛ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ (НАПРЯЖЕНИЯ); в чём её отличие от изменения потенциала? Получение связи напряжённости и потенциала:

$$\delta A = -q d\phi; \delta A = \vec{F} \cdot d\vec{r} = q\vec{E} \cdot d\vec{r} = q \cdot E \cdot dr \cdot \cos(\vec{E} \wedge d\vec{r}) = q \cdot E_r \cdot dr \Rightarrow E_r = ? \text{ Что показывает величина } E_r?$$

ВЫЧИСЛЕНИЕ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ПО НАПРЯЖЁННОСТИ. ВЫЧИСЛЕНИЕ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ ОДНОРОДНОГО ПОЛЯ. ЭКВИПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ; ИХ ВИД ДЛЯ ПОЛЯ ТОЧЕЧНОГО ЗАРЯДА И ОДНОРОДНОГО ПОЛЯ.

Самостоятельно: доказать перпендикулярность силовых линий и эквипотенциальных поверхностей.

23. Диполь в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектрике: поляризация и две модели строения диэлектрика. Смысл диэлектрической проницаемости. Расчёт некоторых электрических полей в присутствии диэлектриков.

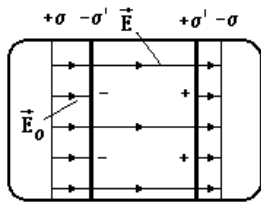


Для диполя в однородном поле: момент пары сил $M = F_1 \sin \alpha = qE \sin \alpha = pE \cdot \sin \alpha$.

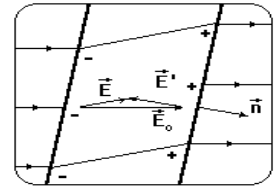
Вектор $\mathbf{M} = ?$ Направление его (ПРАВИЛО БУРАВЧИКА ДЛЯ ВЕКТОРНОГО ПРОИЗВЕДЕНИЯ). Как движется диполь? Что изменится в неоднородном поле? Чем важен параметр p ?

СВОБОДНЫЙ ЗАРЯД. ДИЭЛЕКТРИК. ИЗОЛЯТОР. ЯВЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИИ ДИЭЛЕКТРИКА. СТОРОННИЕ (СВОБОДНЫЕ) И СВЯЗАННЫЕ ЗАРЯДЫ. Две основные модели молекулярного строения диэлектриков – ЖЁСТКОГО И УПРУГОГО ДИПОЛЕЙ. Объяснение поляризации на молекулярном языке. Свойства каких диэлектриков зависят от температуры? Почему?

Полное поле E внутри диэлектрика как сумма поля сторонних зарядов в вакууме E_0 и поля связанных зарядов E' . Почему для пластины из диэлектрика в однородном поле, нормальном граням пластины, полное поле внутри



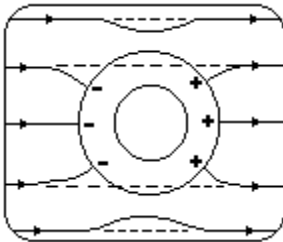
диэлектрика $E < E_0$? Влияет ли ориентация пластины на величину полного поля E ? СМЫСЛ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ ВЕЩЕСТВА ϵ . Влияет ли форма и размер диэлектрика на величину внутреннего поля в нём? Влияет ли форма и размер полости в твёрдом диэлектрике на величину внутреннего поля в ней? ЗАКОН КУЛОНА В БЕЗГРАНИЧНОМ ЖИДКОМ И ГАЗООБРАЗНОМ ДИЭЛЕКТРИКЕ. Меняются ли напряжённость и потенциал поля в диэлектрике? Как в опытах измеряют диэлектрическую проницаемость вещества? ЛИНЕЙНЫЙ И НЕЛИНЕЙНЫЙ ДИЭЛЕКТРИК.



Самостоятельно: сегнетоэлектрики.

24. Свойства проводника в электростатике. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного проводника и электрического поля.

ПРОВОДНИК. Условие неподвижности СВОБОДНЫХ ЗАРЯДОВ в нём.



а) Свойства заряженного проводника: ВЕЛИЧИНА ПОЛЯ ВНУТРИ НЕГО; РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДА ПО ПРОВОДНИКУ; РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА (доказать, используя связь E и ϕ). Сохранятся ли эти свойства вне электростатики? Что такое ЦИЛИНДР ФАРАДЕЯ? Вид силовых линий вблизи поверхности проводника (почему он такой?).

б) Свойства незаряженного проводника во внешнем поле: ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОЙ ИНДУКЦИИ; РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАРЯДОВ И ПОТЕНЦИАЛА. ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКАЯ ЗАЩИТА. Вид силовых линий однородного поля в присутствии проводящего шара. Можно ли закон Кулона применять к близким заряженным проводящим шарам? В чём единственное отличие свойств заряженного проводника и незаряженного проводника, внесённого во внешнее электрическое поле?

Как связан заряд и потенциал проводника? ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ЁМКОСТЬ, ЕЁ СМЫСЛ. Зависит ли ёмкость уединённого жёсткого проводника от сообщённого заряда? Ёмкость проводящего шара в жидком безграничном, однородном, изотропном и линейном диэлектрике:

? ∞ ? ∞ ?

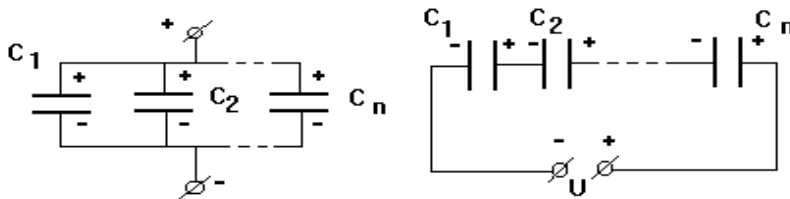
из $\Delta\phi = -\int_R E_r dr = -\int_R q \cdot dr / (4\pi\epsilon\epsilon_0 r^2) \Rightarrow \phi = q / (4\pi\epsilon\epsilon_0 R) \Rightarrow C = ?$ ЕДИНИЦА ЁМКОСТИ. ЁМКОСТЬ, ЗАРЯД И

ПОТЕНЦИАЛ СИСТЕМЫ СОЕДИНЁННЫХ ПРОВОДНИКОВ. Аналогия с привлечением модели электрической жидкости. Почему окружающие тела влияют на ёмкость (привлечь явления поляризации и электростатической индукции)?

КОНДЕНСАТОР. Виды конденсаторов. ЁМКОСТЬ КОНДЕНСАТОРА $C = ?$

? ? ?

Ёмкость плоского конденсатора: $E = \sigma / \epsilon\epsilon_0$; $U = \sigma d / (\epsilon\epsilon_0) = qd / (\epsilon\epsilon_0 S) \Rightarrow C = ?$ Рабочее напряжение конденсатора.



Ёмкость и рабочее напряжение батареи конденсаторов при их параллельном соединении:

? ? ? ? n ? n n

$U_1 = U_2 = \dots = U_n$; $q = \sum_{i=1}^n q_i = \sum_{i=1}^n C_i U_i = U \sum_{i=1}^n C_i \Rightarrow C = ?$

Ёмкость и рабочее напряжение батареи при последовательном соединении конденсаторов:

? ? ? ? n ? n n
 $q_1 = q_2 = \dots = q_n$; $U = \sum_{i=1}^n U_i = \sum_{i=1}^n q_i / C_i = q \sum_{i=1}^n 1/C_i \Rightarrow 1/C = ?$

Для n одинаковых последовательно соединённых конденсаторов $C = ?$ Для двух разных конденсаторов $C = ?$

Работа сообщения дополнительного заряда dq , переносимого из бесконечности на проводник ёмкостью C с зарядом q и потенциалом ϕ :

$\delta A = dq(\phi_\infty - \phi) = -dq \phi$ q ?

На что расходуется эта работа? Энергия заряженного тела $W = \int_0^q \phi dq = \int_0^q (q \cdot dq) / C = q^2 / 2C \Rightarrow (q = CU) \Rightarrow W = ? = ?$

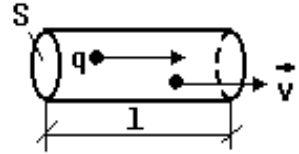
?

Энергия плоского конденсатора как энергия его поля: $W = CU^2/2 \Rightarrow (C = \epsilon\epsilon_0 S/d; U = Ed) \Rightarrow W = (\epsilon\epsilon_0 E^2 S \cdot d)/2 = (\epsilon\epsilon_0 E^2 V)/2$. ОБЪЁМНАЯ ПЛОТНОСТЬ ЭНЕРГИИ электрического поля $w = ? = ? = ? = ?$ ЕЁ ЕДИНИЦА.

Самостоятельно: генератор Ван-де-Граафа.

25. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника.

ЭЛЕКТРОДИНАМИКА. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК. ТОК ПРОВОДИМОСТИ. КОНВЕКЦИОННЫЙ ТОК. СИЛА ТОКА $i = ?$ ПОСТОЯННЫЙ ТОК. ЕГО СИЛА $I = ?$ ЕДИНИЦА СИЛЫ ТОКА. Как, зная силу тока, найти число прошедших за данное время элементарных зарядов? ПЛОТНОСТЬ ТОКА $j = ?$ как дифференциальная характеристика тока; ЕЁ ЕДИНИЦА, СМЫСЛ. Связь плотности тока проводимости со скоростью и объёмной



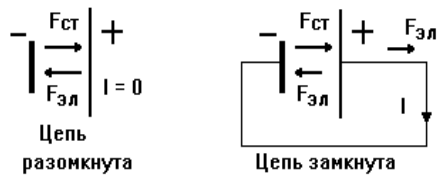
плотностью зарядов: $Q = qnV = qnS l; I = Q/t = qnS l/t = qnSv; j = ? j = ?$

Распределение потенциала в проводнике с током. Остаются ли силовые линии нормальными поверхности проводника с током; проникает ли поле внутрь проводника? Опыты Ома; связь силы тока и разности потенциалов для металлического проводника. СМЫСЛ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ. ЗАКОН ОМА ДЛЯ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОВОДНИКА В ИНТЕГРАЛЬНОЙ ФОРМЕ. ЕДИНИЦА СОПРОТИВЛЕНИЯ. ВЛИЯНИЕ МАТЕРИАЛА И ГЕОМЕТРИИ ПРОВОДНИКА НА ЕГО СОПРОТИВЛЕНИЕ: $R = ?$ СМЫСЛ И ЕДИНИЦА УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ как дифференциальной характеристики материала. Какую единицу применяют на практике? Для всех ли проводников верен закон Ома?

Как распределяется потенциал в цепи с идеальными проводниками? РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКОВ И НАПРЯЖЕНИЙ И ОБЩЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ЦЕПИ ПРИ ПАРАЛЛЕЛЬНОМ И ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОМ СОЕДИНЕНИИ РЕЗИСТОРОВ. Роль поля и тока при электрических травмах. БЕЗОПАСНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ.

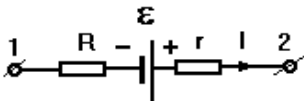
Самостоятельно: а) Пусть сопротивление ГАЛЬВАНОМЕТРА R_r , он рассчитан на ток I_r , а надо измерить больший ток I , причём $n = I/I_r$. По законам параллельного соединения резисторов получить формулу сопротивления шунта $R_{ш} = R_r/(n-1)$. б) Зная R_r и ПРЕДЕЛ ИЗМЕРЕНИЯ гальванометра по напряжению U_r , по законам последовательного соединения резисторов получить формулу добавочного сопротивления $R_d = R_r(n^2-1)$, нужного для измерения большего в $n^2 = U/U_r$ раз напряжения U .

26. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока.



Можно ли получить постоянный ток заметной силы в разомкнутой цепи? Почему? Способны ли кулоновские силы совершать работу в замкнутой цепи? ИСТОЧНИК ТОКА. СТОРОННИЕ СИЛЫ. ЭЛЕКТРОДВИЖУЩАЯ СИЛА (ЭДС) $\epsilon = ?$, ЕЁ СМЫСЛ, ЕДИНИЦА. Где действуют сторонние силы? Какова роль сторонних и кулоновских сил при создании тока в замкнутой цепи? Связь ЭДС и напряжённости

поля сторонних сил: из $\epsilon = ? \Rightarrow (A = \int F_{ст} dl; E^* = F_{ст}/q) \Rightarrow \epsilon = ?$



Из чего складывается полная работа перемещения заряда на участке цепи с источником тока (ЭДС)? НАПРЯЖЕНИЕ $U = ?$, ЕГО СМЫСЛ; отличие от разности потенциалов. ЗАКОН ОМА ДЛЯ УЧАСТКА ЦЕПИ С ЭДС: $\pm I = ?$ ПРАВИЛО ЗНАКОВ. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЗАМКНУТОЙ ЦЕПИ. Зависит ли ЭДС от сопротивления нагрузки? Как измерить ЭДС? Что такое «режим короткого замыкания» и каковы

особенности работы источника в нём?

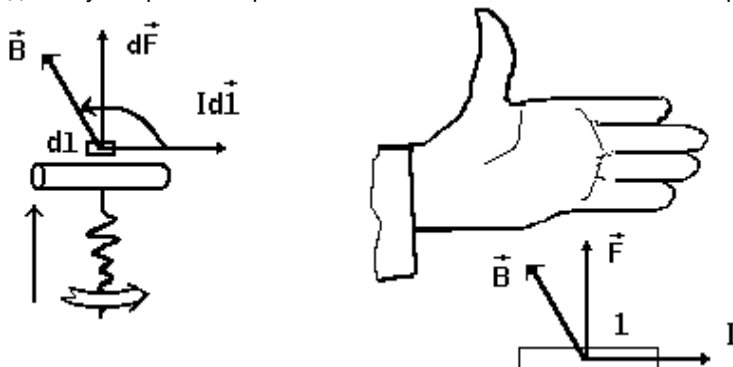
ЗАКОН ДЖОУЛЯ-ЛЕНЦА: $Q = ? = ? = ?$ Доказать, что тепло выделяется за счёт работы перемещения зарядов электрическим полем. РАБОТА $A = ? = ? = ?$ и МОЩНОСТЬ $P = ? = ? = ?$ ПОСТОЯННОГО ТОКА. Как зависит выделяемая мощность от сопротивления при параллельном и последовательном соединении? Учёт этого в электроприборах, включаемых в бытовую сеть.

Определение общих ЭДС и внутреннего сопротивления при параллельном и последовательном соединении n одинаковых источников тока.

Самостоятельно: законы параллельного и последовательного соединения одинаковых источников тока.

27. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Поведение кругового тока в магнитном поле. Сила Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле.

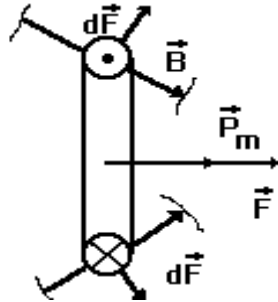
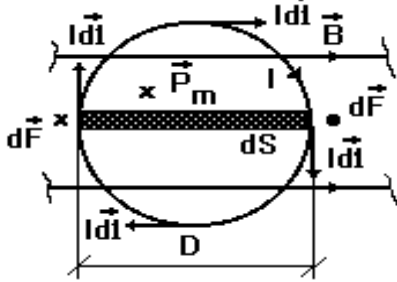
Что известно о взаимодействии ПОСТОЯННЫХ МАГНИТОВ? В чём заключался ОПЫТ ЭРСТЕДА? Как взаимодействуют прямые параллельные токи? Постоянный магнит и провод с током?



МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, ЕГО ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА. ОСНОВНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАГНИТНОГО ПОЛЯ; НАПРАВЛЕНИЕ ЭТОГО ВЕКТОРА. СИЛОВЫЕ ЛИНИИ (отличается ли определение от силовых линий электрического поля?) Что такое ЭЛЕМЕНТ ТОКА? ЗАКОН АМПЕРА. ПРАВИЛО БУРАВЧИКА, ПРАВИЛО ЛЕВОЙ РУКИ. Для прямого провода в однородном поле (как узнать, что поле однородно, не умея его

измерять?) $F = I l B \sin(\mathbf{l} \wedge \mathbf{B}) \Rightarrow (\mathbf{l} \perp \mathbf{B}) \Rightarrow B = F / I l$. СМЫСЛ ВЕКТОРА \mathbf{B} ; ЕГО ЕДИНИЦА. Как измерить величину B прямым проводом с током?

Поведение кругового тока в однородном магнитном поле: действующий на диаметрально противоположные элементы тока вращающий



момент $dM = dF D = I \cdot B \cdot dl \cdot D = I B dS$. Полный момент $M = ?$ ВЕКТОР МАГНИТНОГО МОМЕНТА $\vec{p}_m = ?$ ЕГО НАПРАВЛЕНИЕ (правило буравчика).

Вектор вращающего момента $\mathbf{M} = ?$ ЕГО НАПРАВЛЕНИЕ (правило буравчика для векторного произведения)? До каких пор

поворачивается контур в однородном поле? Как с помощью такого контура измерить величину поля? Магнитный момент рамки из N одинаковых витков. Как меняется поведение контура в неоднородном поле? Отличается ли всё это от поведения электрического диполя в электрическом поле?

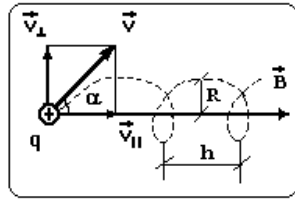
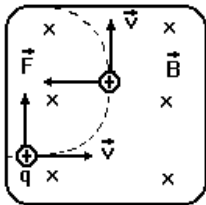
СИЛА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОВОДОВ С ТОКОМ.

Получение формулы силы Лоренца из формулы силы Ампера: $d\vec{F} = ?$

$\Rightarrow (I = jS; Idl = jSdl) \Rightarrow d\vec{F} = ? \Rightarrow (j = \pm qnv) \Rightarrow d\vec{F} = \pm qnSdl [v, B] \Rightarrow \vec{F}_L = d\vec{F} / dN = ?$ ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ СИЛЫ (ПРАВИЛА ЛЕВОЙ РУКИ И БУРАВЧИКА).

Движение заряда в однородном магнитном поле:

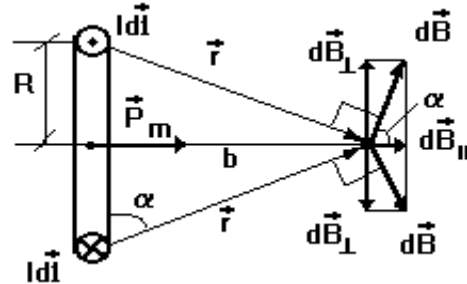
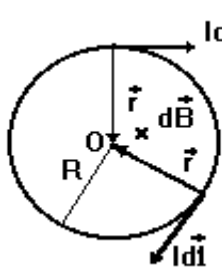
а) если $v \perp B$, то $mv^2/R = qvB \Rightarrow R = mv/qB \Rightarrow (l = 2\pi R; T = l/v) \Rightarrow T = 2\pi m / (qB)$. б) если $(v \wedge B) = \alpha$, то радиус спирали $R = mv_{\perp}^2 / (qB) = mv \cdot \sin\alpha / (qB)$; шаг спирали $h = v_{\parallel} T = 2\pi mv \cdot \cos\alpha / (qB)$.



Как изменится движение заряда в неоднородном поле? Где это наблюдается в природе и может использоваться на практике? Что такое магнитное зеркало?

28. Закон Био-Савара. Магнитное поле кругового и прямого тока, соленоида, Земли. Магнитное поле в веществе. Опыты Био и Савара. ЗАКОН БИО-САВАРА, роль Лапласа в его формулировке. Направление поля (ПРАВИЛО БУРАВЧИКА). ПРИНЦИП СУПЕРПОЗИЦИИ

а) Расчёт поля в центре кругового тока: $dB = \mu_0 Idl / (4\pi R^2)$; $B = \int dB = \mu_0 I / (2R)$. Вектор $\vec{B} = ?$



б) Поле на оси кругового тока:

$dB = \mu_0 Idl / (4\pi r^2) = \mu_0 Idl / [4\pi(b^2 + R^2)]$; $dB_{\parallel} = dB \cos\alpha \Rightarrow [\cos\alpha = R / (b^2 + R^2)^{1/2}] \Rightarrow dB_{\parallel} = \mu_0 I R dl / [4\pi(b^2 + R^2)^{3/2}]$; $B = \int dB_{\parallel} = \mu_0 I R^2 / [2(b^2 + R^2)^{3/2}]$. Для $b \gg R$ с учётом $\vec{p}_m = ? \Rightarrow \vec{B} = \mu_0 \vec{p}_m / (2\pi b^3)$. Что показывает сравнение с полем электрического

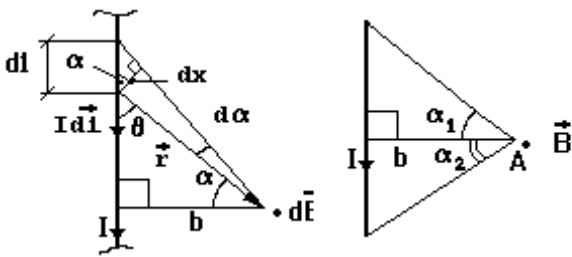
диполя? Как зовут поэтому любой замкнутый ток? ВИД СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ПОЛЯ КРУГОВОГО ТОКА. Где здесь северный магнитный полюс?

Поле прямого тока: $dB = \mu_0 Idl \sin\theta / (4\pi r^2) \Rightarrow (\sin\theta = \cos\alpha; dl = dx / \cos\alpha) \Rightarrow$

$\Rightarrow dB = \mu_0 I dx / (4\pi r^2) \Rightarrow (dx = r d\alpha; r = b / \cos\alpha) \Rightarrow dB = \mu_0 I d\alpha / (4\pi b) =$

$\mu_0 I \cos\alpha d\alpha / (4\pi b)$. Для тока конечной длины: $B_A = \mu_0 I / (4\pi b) \int_{-\alpha_1}^{\alpha_2} \cos\alpha d\alpha =$

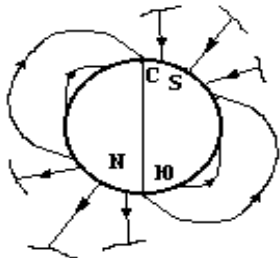
$\mu_0 I (\sin\alpha_1 + \sin\alpha_2) / (4\pi b)$. ПРАВИЛО ЗНАКОВ ДЛЯ УГЛОВ.



Для бесконечного прямого тока $\alpha_1 \Rightarrow ? \alpha_2 \Rightarrow ? B = ?$
 ВИД СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ПОЛЯ ПРЯМОГО ТОКА. Как звучит здесь правило буравчика? В чём важность формулы поля прямого тока конечной длины?

ПОЛЕ ВНУТРИ ДЛИННОГО СОЛЕНОИДА И НА ЕГО КРАЮ. Есть ли заметное поле вне длинного соленоида? ВИД СИЛОВЫХ ЛИНИЙ ПОЛЯ СОЛЕНОИДА И ПОЛОСОВОГО ПОСТОЯННОГО МАГНИТА. Вид силовых линий магнитного поля Земли: положение полюсов, величина в Горно-Алтайске, направление в разных местах

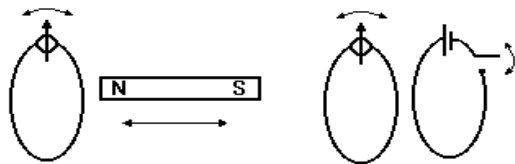
Земли. Сильное ли это поле - с индукцией 1 Тл?



МАГНЕТИК. ГИПОТЕЗА АМПЕРА О ПРИЧИНЕ МАГНЕТИЗМА ВЕЩЕСТВ. Причина появления собственного поля в магнетике, внесённом во внешнее поле; ПОЛНОЕ ПОЛЕ В ТАКОМ МАГНЕТИКЕ. ОТНОСИТЕЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ ПРОНИЦАЕМОСТЬ ВЕЩЕСТВА; ЕЁ СМЫСЛ (сравнить с относительной диэлектрической проницаемостью). СИЛЬНЫЙ И СЛАБЫЙ, ЛИНЕЙНЫЙ И НЕЛИНЕЙНЫЙ МАГНЕТИК. ФЕРРОМАГНЕТИКИ. ПРИМЕРНЫЙ ВИД ОСНОВНОЙ КРИВОЙ ИНДУКЦИИ ЖЕЛЕЗА. ТЕМПЕРАТУРА КЮРИ.

Самостоятельно. Получение формулы для величины магнитного поля прямого тока конечной длины.

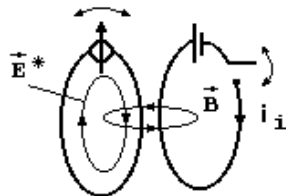
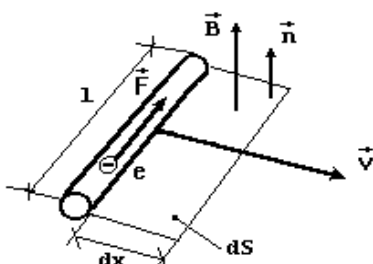
29. опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Механизм создания индукционного тока.



МАГНИТНЫЙ ПОТОК $\Phi = ?$; ЕГО СМЫСЛ, ЕДИНИЦА. ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕ $\Psi = ?$ ДВЕ СЕРИИ ОПЫТОВ ФАРАДЕЯ. ИНДУКЦИОННЫЙ ТОК. ЯВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ. ЗАКОН ФАРАДЕЯ. ПРАВИЛО ЛЕНЦА. Как найти СИЛУ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА И ПРОШЕДШИЙ ПО ЦЕПИ ЗАРЯД?

Каков МЕХАНИЗМ СОЗДАНИЯ ИНДУКЦИОННОГО ТОКА В ПЕРВОЙ СЕРИИ ОПЫТОВ ФАРАДЕЯ?

На концах провода длиной l разность потенциалов будет: $U = \epsilon_i = \int E^* dl \Rightarrow [E^* = F_L/e; F_L = ? \Rightarrow E^* =$



$$vB \sin(\mathbf{v} \wedge \mathbf{B}) \Rightarrow \epsilon_i = vBl \sin(\mathbf{v} \wedge \mathbf{B})$$

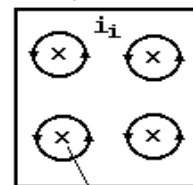
$$\Rightarrow [\sin(\mathbf{v} \wedge \mathbf{B}) = \cos(\mathbf{B} \wedge \mathbf{n})] \Rightarrow \epsilon_i = vBl$$

$$\cos(\mathbf{B} \wedge \mathbf{n}) \cdot v \cdot dt/dt = B \cos(\mathbf{B} \wedge \mathbf{n}) \cdot dS/dt = d\Phi/dt$$

Какова, по Максвеллу, ПРИЧИНА ТОКА

ИНДУКЦИИ ВО ВТОРОЙ СЕРИИ ОПЫТОВ? ОБЪЯСНИТЬ СМЫСЛ РАВЕНСТВА

$$\oint_L \mathbf{E}_1^* \cdot d\mathbf{l} = - \frac{d\Phi}{dt} = - \int_S \dot{\mathbf{B}}_n \cdot d\mathbf{S}$$



$$\frac{dB}{dt} > 0$$

ВИХРЕВОЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ, ЕГО СВОЙСТВА. В чём их сходство и отличие от электростатического и магнитного? Чем создаётся? Каков вид его силовых линий?

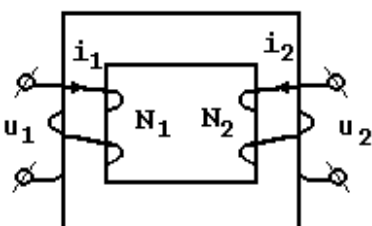
Как найти их направление? ВИХРЕВЫЕ ТОКИ (ТОКИ ФУКО). Их учёт и применение.

Самостоятельно: получение закона Фарадея по Гельмгольцу.

30. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля.

ЯВЛЕНИЕ САМОИНДУКЦИИ. Как связан магнитный поток в контуре с силой тока в нём? ИНДУКТИВНОСТЬ $L = ?$, ЕЁ СМЫСЛ, ЕДИНИЦА. Индуктивность соленоида: магнитный поток $\Phi = ?$; ПОТОКОСЦЕПЛЕНИЕ

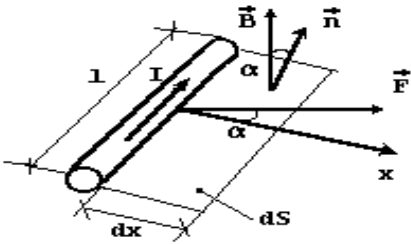
$\Psi = ? \Rightarrow (B = \mu_0 NI/l) \Rightarrow \Psi = \mu_0 N^2 IS/l \Rightarrow L = \mu_0 N^2 S/l$. Как найти ЭДС САМОИНДУКЦИИ в цепи с жёсткими катушками без ферромагнитных сердечников: $\epsilon_{sj} = ?$ Каково второе название индуктивности? Учёт высоких напряжений при размыкании цепи с большой индуктивностью.



ЯВЛЕНИЕ ВЗАИМОИНДУКЦИИ. Устройство и ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ТРАНСФОРМАТОРА; назначение железного сердечника. Повышающий и понижающий трансформаторы. Как по коэффициенту трансформации $K = N_2/N_1$ найти отношение напряжений и токов первичной (u_1, i_1) и вторичной (u_2, i_2) обмоток трансформатора? Как при этом меняется мощность? Каков КПД трансформатора? Применение трансформаторов.

Элементарная работа перемещения элемента тока в магнитном поле

$\delta A = F \cdot dx \cdot \cos \alpha = \int \mathbf{I} \times \mathbf{B} \cdot d\mathbf{x} \cos \alpha = I B dS \cos \alpha$. ПОЛНАЯ РАБОТА ПЕРЕМЕЩЕНИЯ КОНТУРА С ТОКОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ $A = ?$

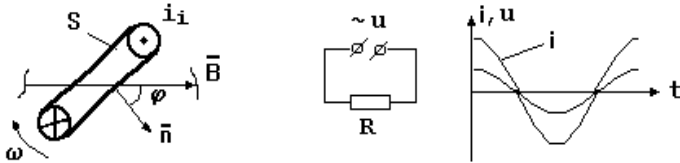


Энергия контура с током: $\delta A = i d\psi \Rightarrow (d\psi = L di) \Rightarrow \delta A = L i di$
 $\Rightarrow (\delta A = dW) \Rightarrow W = \int_0^I L i di = LI^2/2$. Энергия магнитного поля в соленоиде:
 $W = LI^2/2 \Rightarrow [L = \mu_0 N^2 S/l, I = BI/(\mu_0 N)] \Rightarrow W = B^2 S l / (2\mu_0) = B^2 V / (2\mu_0)$.
 Объёмная плотность энергии магнитного поля $w = W/V = ?$

31. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Метод векторных диаграмм.

Получение переменной ЭДС: $\epsilon_i = -d\Phi/dt \Rightarrow (\Phi = BS \cos \varphi; \varphi = \varphi_0 + \omega t) \Rightarrow \epsilon_i = \epsilon_0 \sin(\omega t + \varphi_0); \epsilon_0 = ?$

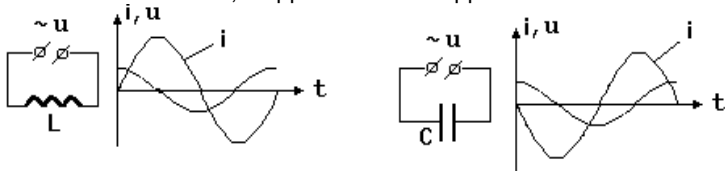
Переменный гармонически меняющийся ток $i = \epsilon_i/R = ?$ ЕГО ГРАФИК. ПОКАЗАТЬ НА ГРАФИКЕ АМПЛИТУДУ, ПЕРИОД, обозначить оси координат. МГНОВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ, ФАЗА, НАЧАЛЬНАЯ ФАЗА. Чем отличается КРУГОВАЯ ЧАСТОТА от частоты; какова их связь с периодом? ПАРАМЕТРЫ СЕТЕВОГО НАПРЯЖЕНИЯ.



КВАЗИСТАЦИОНАРНЫЙ ТОК. Что означает условие квазистационарности $t = 1/c \ll T$? За чем надо знать, квазистационарен ли ток? Переменный ток в цепях с различным характером сопротивления:

а) Цепь с АКТИВНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ R: $i = u/R = (U_0 \cos \omega t)/R = I_0 \cos \omega t; I_0 = ?$ ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА с R. Объяснить вид графиков $i(t)$ и $u(t)$. Как строится векторная диаграмма? ВЕКТОРНАЯ ДИАГРАММА ДЛЯ ЦЕПИ с R.

б) Цепь с индуктивностью L без R: из закона Ома для участка цепи с ЭДС
 $iR = u + \epsilon_{si} \Rightarrow (\epsilon_{si} = ?; R = 0) \Rightarrow u - L di/dt = 0; u = u_L \Rightarrow u_L = U_0 \cos \omega t = L di/dt \Rightarrow di = (U_0/L) \cos \omega t dt \Rightarrow i = (U_0/\omega L) \sin \omega t = I_0 \cos(\omega t - \pi/2); I_0 = ?$ ИНДУКТИВНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ X_L , его связь с частотой. ЗАКОН ОМА ДЛЯ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА с L, ВИД ВЕКТОРНОЙ ДИАГРАММЫ. Объяснить вид графиков $i(t)$ и $u(t)$.

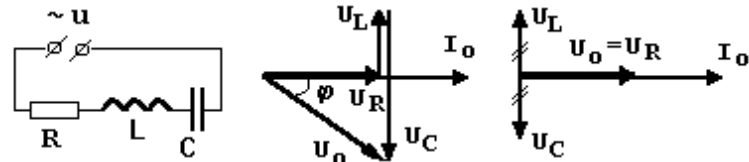


в) Цепь с ёмкостью C: из $u = u_C = q/C \Rightarrow q = Cu = CU_0 \cos \omega t; i = dq/dt = U_0 C \omega \sin \omega t = I_0 \cos(\omega t + \pi/2); I_0 = ?$ ЁМКОСТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ X_C , его зависимость от частоты. Объяснить вид графиков $i(t)$ и $u(t)$. Каков сдвиг фаз тока и напряжения в цепи с R, L, C?

Самостоятельно: доказать, что при вращении радиус-вектора в плоскости XY с постоянной угловой скоростью ω его проекции на оси X и Y меняются по гармоническому закону со сдвигом фаз на $\pi/2$.

32. Закон Ома для переменного тока. Резонанс напряжений. Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующие значение переменного тока и напряжения.

Цепь с последовательно соединёнными R, L и C. Получение закона Ома для такой цепи: $U_0 = [(U_R^2 + (U_L - U_C)^2]^{1/2} = [(I_0 R)^2 + (I_0 \omega L - I_0/\omega C)^2]^{1/2} = I_0 [R^2 + (X_L - X_C)^2]^{1/2} = I_0 [R^2 + X^2]^{1/2} = I_0 Z \Rightarrow I_0 = ?$ РЕАКТИВНОЕ и ПОЛНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ (импеданс) цепи. Вычисление сдвига фаз тока и напряжения: $\cos \varphi = U_R/U_0 = R/Z = ?$ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ КОНТУР. РЕЗОНАНС НАПРЯЖЕНИЙ (ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫЙ РЕЗОНАНС. УСЛОВИЕ РЕЗОНАНСА: $X_L = X_C \Rightarrow \omega = ?; T = ?$ Как меняется импеданс контура при резонансе и где это применяют?



Работа в цепи гармонического тока $\delta A = i u dt = I_0 \cos(\omega t + \varphi) U_0 \cos \omega t dt \Rightarrow [\cos \alpha \cdot \cos \beta = 0.5 \cos(\alpha - \beta) + 0.5 \cos(\alpha + \beta)]$
 $\Rightarrow \delta A = 0.5 I_0 U_0 \cos \varphi dt + 0.5 I_0 U_0 \cos(2\omega t + \varphi) dt$

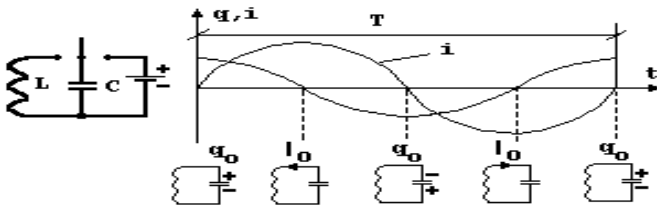
За период $A_T = 0.5 I_0 U_0 \cos \varphi \int_0^T dt + 0.5 I_0 U_0 \int_0^T \cos(2\omega t + \varphi) dt = 0.5 I_0 U_0 T \cos \varphi$. МОЩНОСТЬ В ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО

ТОКА $P = A_T/T = ?$ ДЕЙСТВУЮЩИЕ (ЭФФЕКТИВНЫЕ) ЗНАЧЕНИЯ ТОКА И НАПРЯЖЕНИЯ: из равенства работ постоянного и переменного токов за период

$$I^2 RT = \int_0^T i^2 R dt \Rightarrow I^2 RT = I_0^2 R \int_0^T \cos^2(\omega t + \varphi) dt \Rightarrow I^2 RT = I_0^2 RT \Rightarrow I = I_0 / (2)^{1/2};$$

$U = U_0 / (2)^{1/2}$; $P = ?$ КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ; КАК ЕГО ПОВЫСИТЬ С ПОМОЩЬЮ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО РЕЗОНАНСА?

33. Собственные колебания последовательного электрического колебательного контура. Ток смещения.



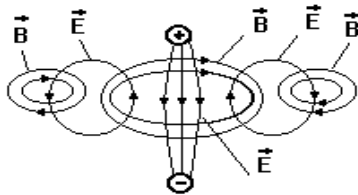
Электромагнитные волны.

Как возбудить СОБСТВЕННЫЕ (СВОБОДНЫЕ) колебания в идеальном контуре? Какова роль элементов контура? Какие этапы колебания можно выделить? Получение дифференциального уравнения колебаний заряда на обкладках конденсатора в этом случае:

$$u = \varepsilon_{si} \Rightarrow (u_C = q/C, \varepsilon_{si} = -L di/dt) \Rightarrow q/C + L di/dt = 0 \Rightarrow$$

$d^2q/dt^2 + q/(LC) = 0 \Rightarrow [\omega_0^2 = 1/(LC)] \Rightarrow d^2q/dt^2 + \omega_0^2 q = 0$. Гармонически меняющаяся функция $q = ?$ как ЕГО РЕШЕНИЕ. Как найти законы $i(t)$ и $u(t)$? Каков сдвиг фаз тока и напряжения? СОБСТВЕННАЯ ЧАСТОТА СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ; ФОРМУЛА ТОМСОНА. Какие аналогии с механическими колебаниями можно установить?

Мысленный эксперимент: контур с гальванометром убирается из вихревого электрического поля. гипотеза



Максвелла о симметрии природы. ТОК СМЕЩЕНИЯ: сходство и отличие с током проводимости. Каков вывод наблюдателя, изучающего поле неподвижного и движущегося электрического заряда или постоянного магнита? ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ПОЛЕ; электрическое и магнитное поля как его частные случаи. Качественная картина излучения диполя с колеблющимися гармонически вдоль оси диполя зарядами. ГРАФИЧЕСКОЕ ИЗОБРАЖЕНИЕ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ГАРМОНИЧЕСКОЙ ВОЛНЫ; ЕЁ УРАВНЕНИЕ; СКОРОСТЬ В ВАКУУМЕ. Что можно сказать о фазах колебаний E и B? Продольна волна или поперечна?

□□□□□□

Объёмная плотность энергии в электромагнитной волне: $w = w_e + w_m = \varepsilon_0 E^2 / 2 + B^2 / (2\mu_0)$. Из $w_e = w_m \Rightarrow w_e = (w_e w_m)^{1/2} = EB [\varepsilon_0 / (4\mu_0)]^{1/2} = EB / (2\mu_0 v) \Rightarrow w = EB / (\mu_0 v)$. ПЛОТНОСТЬ ПОТОКА ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМА-

ГНИТНОЙ ВОЛНЫ (вектор Пойнтинга): $\sigma = w \cdot v = [E, B] / (\mu_0)$.

Излучает ли равномерно движущийся заряд? Зависимость интенсивности I излучения от амплитуды полей E и B: $I \sim W \sim E^2, B^2$. В опыте зависимость интенсивности от ускорения заряда $I \sim a^2$; тогда из $a \sim v^2 \Rightarrow I \sim v^4$. Чем это важно на практике? Зависимость I от расстояния до диполя.

СВЕТ КАК ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ ВОЛНА. Связь характеристик волны с цветом и яркостью света. ШКАЛА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН.

Самостоятельно. Зависимость интенсивности излучения от частоты излучателя; учёт этого на практике.

Часть 4. ОПТИКА, КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Внимание! На экзамене студент имеет право пользоваться дайджестами. Примеры их составления приведены выше. В этом разделе Вы составляете их самостоятельно, но согласовываете с лектором.

34. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Получение законов преломления и отражения с помощью принципа Гюйгенса. Полное внутреннее отражение.

35. Ход лучей в сферических зеркалах и линзах. Построение изображений в тонких линзах. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы и ее линейное увеличение.

36. Волновые свойства света. Интерференция света; условия её наблюдения. Дифракция, поляризация и дисперсия света.

37. Зарождение квантовой теории. Фотоны. Открытие внешнего фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона.

38. Модели атома Томсона и Резерфорда-Бора. Спектр атома водорода по Бору.

39. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд и зарядовое число ядра. Массовое число ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Свойства ядерных сил.

40. Радиоактивность. Законы смещения. Закон радиоактивного распада.

41. Систематика элементарных частиц. Основные свойства элементарных частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Типы взаимодействия в природе.

11. ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 1

1. Физика. Механика. Механика Ньютона. Свойства пространства и времени в механике Ньютона (классической механике). Основные абстрактные понятия механики: частица, твёрдое тело (ТТ), система отсчёта. Описание положения частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

2. Для системы неподвижных точечных зарядов (или заряженного тела и точечного заряда) в вакууме с учётом принципа суперпозиции применить закон Кулона.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю**Физики. Элементарная физика**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 2

1. Кинематика. Траектория. Уравнения движения, перемещение, скорость и ускорение частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

2. С помощью правила Ленца объяснить скин-эффект.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю**Физики. Элементарная физика**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 3

1. Описание движения в естественной форме. Равномерное, равнопеременное и произвольное движения. Движение брошенного тела.

2. С помощью правила Ленца найти направление вихревых токов, создаваемых в сплошном проводящем сердечнике.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю**Физики. Элементарная физика**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 4

1. Поступательное движение и вращение ТТ вокруг неподвижной оси. Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей в случае поступательного переносного движения.

2. Во второй серии опытов Фарадея найти направление отклонения стрелки гальванометра во вторичном контуре при замыкании (или размыкании) тока в первичном контуре.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю**Физики. Элементарная физика**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 5

1. Динамика. Инертность тела. Инертная масса. Импульс частицы. Сила. Три закона Ньютона; две формы записи второго закона. Равнодействующая сил. Инерциальная (ИСО) и неинерциальная (НСО) система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

2. Для цепи с известными R , L и C , включенными последовательно в осветительную сеть переменного тока, найти, по выбору преподавателя, импеданс, коэффициент мощности, действующее значение силы тока, активную и полную мощность, амплитуду или действующее значение напряжения на элементах цепи..

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю**Физики. Элементарная физика**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 6

1. Силы в механике. Момент силы (вращающий момент).

2. По оси проводящего кольца к нему приближается (или удаляется) какой-то полюс полосового постоянного магнита. С помощью правила Ленца найти направление индукционного тока; определить и направление силы Ампера.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю**Физики. Элементарная физика**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 7

1. Теорема об изменении импульса частицы. Система частиц (механическая система МС). Импульс МС. Теорема об изменении импульса МС. Закон сохранения импульса. Центр масс МС. Определение его положения. Теорема о движении центра масс.

2. По основной кривой индукции ферромагнетика найти магнитную проницаемость для указанной преподавателем величины исходного поля в вакууме.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 8

1. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия частицы, МС и ТТ; теоремы об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия упругого взаимодействия.

2. Показать путь расчёта магнитного поля системы токов в воздухе.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 9

1. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Общие свойства потенциальной энергии. Консервативные и диссипативные силы. Консервативная МС. Полная механическая энергия (ПМЭ). Теоремы об изменении ПМЭ Законы сохранения ПМЭ и энергии.

2. Найти силу Ампера (Лоренца).

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 10

1. Основные понятия теории колебаний. Механические колебания. Пружинный маятник; его механическая энергия.

2. Даны два удалённых металлических шарика разных известных радиусов, несущих известные заряды. Найти их исходные потенциалы, а также общий потенциал после соединения тонким проводником.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 11

1. Основные понятия теории волн. Механическая волна. Энергия волны; вектор Умова. Уравнения плоской и сферической волн. Элементы акустики.

2. Для системы зарядов (заряженного тела) в линейном безграничном однородном изотропном жидком диэлектрике с известной относительной проницаемостью с учётом принципа суперпозиции найти силу взаимодействия или напряжённость электрического поля в заданной точке.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 12

1. Затухание волн; закон Бугера. Дисперсия волн. Интерференция волн; когерентность источников.

2. Дано электрическое поле с потенциалом, указанным преподавателем (например, $\varphi = 5x^2 + 3y + 5$). Заряд +1 нКл помещен в точку А(1,2) этого поля. Найти потенциальную энергию заряда и действующую на него в точке А силу, а также работу перемещения в точку В(3,4).

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 13

1. Стоячие волны. Дифракция волн; принцип Гюйгенса и его применение.

2. Для системы зарядов (заряженного тела) найти напряжённость или потенциал электрического поля в заданной точке вакуума.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Основные положения МКТ и их опытное обоснование.
2. В каком случае угол преломления луча равен углу падения?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Абсолютная температура и ее статистический смысл.
2. Почему трудно попасть из ружья в рыбу, плавающую под водой?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

1. Основное уравнение состояния идеального газа (ур-е Клапейрона-Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.
2. В комнате, освещенной электрической лампочкой, надо определить, какая из двух собирающих линз имеет большую оптическую силу. Как это сделать?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

1. Экспериментальное доказательство справедливости основного уравнения МКТ.
2. Можно ли куском прозрачного льда в солнечный день зажечь спичку?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

1. Предмет и метод термодинамики. Внутренняя энергия с точки зрения МКТ. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.
2. Из двух часовых стекол постоянной толщины склеили «выпуклую линзу». Как будет действовать эта линза на пучок параллельных лучей в воде, собирать или рассеивать?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

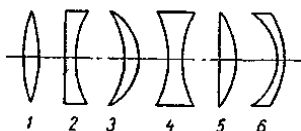
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

1. Первое начало термодинамики и применение его к различным процессам, протекающим в газах.



2. Укажите, которые из линз, изображенных на рисунке, непригодны для получения действительных изображений предметов в воздухе?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

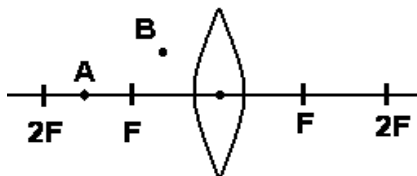
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

1. Уравнение теплового баланса. Фазовые превращения. Энергетическое описание фазовых превращений на примере диаграммы фазовых переходов.



2. Пересекутся ли после прохождения линзы лучи, исходящие из точек А и В? Начертите ход лучей и постройте изображения точек.

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 21

1. Электрический заряд и его основные свойства. Модели распределения заряда. Закон Кулона. Теории дальнего- и ближнего действия. Электрическое поле, его свойства. Напряжённость электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя.

2. Средний радиус $R = 2$ см упругой сферы в воздухе периодически меняется по гармоническому закону с малой амплитудой $A = 0,1$ см и частотой $\nu = 2$ Гц. Учитывая только изменение амплитуды из-за расширения фронта волны, показать путь оценки амплитуды колебаний в 10 см от центра сферы. Записать уравнение сферической упругой волны в воздухе, пренебрегая затуханием из-за поглощения её энергии. Недостающие данные взять в справочниках.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 22

1. Поле заряженной плоскости и двух параллельных плоскостей. Потенциал. Потенциал поля одного и нескольких точечных зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа электрического поля. Его потенциальность.

2. Для шарика массой 10 г на пружине с коэффициентом жёсткости 4 Н/м найти период продольных свободных колебаний при малом трении. Выбрав способ возбуждения и разумную амплитуду колебаний, записать уравнение свободных колебаний. Найти полную механическую энергию колебаний шарика; пружину считать при этом невесомой.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 23

1. Диполь в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектрике: поляризация и две модели строения диэлектрика. Смысл диэлектрической проницаемости. Расчёт некоторых электрических полей в присутствии диэлектриков.

2. По уравнению гармонического колебания построить его график. Решить обратную задачу.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 24

1. Свойства проводника в электростатике. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного проводника и электрического поля.

2. Применить закон сохранения ПМЭ.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 25

1. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника.

2. Применить теорему об изменении кинетической энергии или ПМЭ.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 26

1. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока.

2. Найдя положение центра масс механической системы (МС) или ТТ, применить теорему о движении центра масс.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 27

1. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Поведение кругового тока в магнитном поле. Магнитный момент витка с током. Сила Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле.

2. Применить теорему об изменении импульса частицы или закон сохранения импульса.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 28

1. Закон Био-Савара. Магнитное поле кругового и прямого тока, соленоида, Земли. Магнитное поле в веществе.

2. В опыте оценить коэффициент сухого трения скольжения или коэффициент упругости пружины.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 29

1. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Механизмы создания индукционного тока.

2. Указать силы в 3-м законе Ньютона для тела, падающего на Землю; для тела, лежащего на Земле. для тела, покоящегося на наклонной плоскости за счёт трения.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

БИЛЕТ № 30

1. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля.

2. Решить прямую или обратную задачу механики для частицы известной массы.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

БИЛЕТ № 31

1. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Метод векторных диаграмм.
2. Указав абсолютное, переносное и относительное движения; применить теорему сложения скоростей.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

БИЛЕТ № 32

1. Закон Ома для переменного тока. Резонанс напряжений. Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующие значение переменного тока и напряжения.
2. По уравнениям движения точки в координатной форме или по заданной траектории и уравнению движения точки в естественной форме определить все возможные параметры её движения.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

БИЛЕТ № 33

1. Собственные колебания последовательного электрического колебательного контура. Ток смещения. Электромагнитные волны.
2. По координатам начала и конца вектора, заданным преподавателем, найти длину и направление вектора, а также его проекции на координатные оси. Сложить несколько векторов; разложить вектор на составляющие найти проекции вектора на оси или плоскость.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 34

1. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Получение законов преломления и отражения с помощью принципа Гюйгенса. Полное внутреннее отражение
2. Объяснить исчезновение дыма в воздухе (явление, выражаемое словами «Дым тает в воздухе»)

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 35

1. Ход лучей в сферических зеркалах и линзах. Построение изображений в тонких линзах. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы и ее линейное увеличение.
2. При ремонте дороги асфальт разогревают. Почему запах разогретого асфальта ощущается издалека?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 36

1. Волновые свойства света. Интерференция света; условия её наблюдения. Дифракция, поляризация и дисперсия света.
2. Почему в горячей воде сахар растворяется быстрее, чем в холодной?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю **Физику. Элементарная физика**
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 37

1. Зарождение квантовой теории. Фотоны. Открытие внешнего фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона.
2. Человек не чувствует прохлады на воздухе при температуре 20°C, а в воде быстро начинает мёрзнуть при 25°C. Почему?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 38

1. Модели атома Томсона и Резерфорда и Бора. Спектр атома водорода по Бору.
2. Почему холодный металл на ощупь кажется холоднее дерева той же температуры (а горячий, наоборот, горячее)? При какой температуре и металл, и дерево будут казаться на ощупь одинаково нагретыми?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 39

1. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд и зарядовое число ядра. Массовое число ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Свойства ядерных сил.
2. Почему сильный дождь охлаждает воздух?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 40

1. Радиоактивность. Законы смещения. Закон радиоактивного распада.
2. После дождя: почему испаряется вода в лужах, хотя температуры лужи и воздуха одинаковы?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 41

1. Систематика элементарных частиц. Основные свойства элементарных частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Типы взаимодействия в природе.
2. В ветреный день нам становится теплее, если мы «спрячемся» от ветра. А одинаковы ли показания термометра на ветру и «за углом»?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Горно-Алтайский государственный университет»
Кафедра математики, физики и информатики

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине
«ЭЛЕМЕНТАРНАЯ ФИЗИКА»

Уровень основной образовательной программы **бакалавриат**
Для направления подготовки 03.03.02 Физика
Профиль подготовки «Альтернативная энергетика»

Составитель – к.ф.-м.н., проф. Михайлов С.П.



Утвержден на заседании кафедры «__09__»__03__2023 г., протокол № 8

И.о. зав. кафедрой



Р.А. Богданова

Пояснительная записка

1. Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины **«Элементарная физика»**

2. **Фонд оценочных средств включает** контрольные материалы для проведения текущего контроля в формах, указанных в рабочей программе, и промежуточной аттестации в форме вопросов и заданий к экзамену.

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЕ БИЛЕТЫ по дисциплине «Элементарная физика»

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 1

1. Физика. Механика. Механика Ньютона. Свойства пространства и времени в механике Ньютона (классической механике). Основные абстрактные понятия механики: частица, твёрдое тело (ТТ), система отсчёта. Описание положения частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

2. Для системы неподвижных точечных зарядов (или заряженного тела и точечного заряда) в вакууме с учётом принципа суперпозиции применить закон Кулона.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 2

1. Кинематика. Траектория. Уравнения движения, перемещение, скорость и ускорение частицы в координатной и векторной форме; связь этих форм.

2. С помощью правила Ленца объяснить скин-эффект.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 3

1. Описание движения в естественной форме. Равномерное, равнопеременное и произвольное движения. Движение брошенного тела.

2. С помощью правила Ленца найти направление вихревых токов, создаваемых в сплошном проводящем сердечнике.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 4

1. Поступательное движение и вращение ТТ вокруг неподвижной оси. Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей в случае поступательного переносного движения.

2. Во второй серии опытов Фарадея найти направление отклонения стрелки гальванометра во вторичном контуре при замыкании (или размыкании) тока в первичном контуре.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 5

1. Динамика. Инертность тела. Инертная масса. Импульс частицы. Сила. Три закона Ньютона; две формы записи второго закона. Равнодействующая сил. Инерциальная (ИСО) и неинерциальная (НСО) система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

2. Для цепи с известными R , L и C , включенными последовательно в осветительную сеть переменного тока, найти, по выбору преподавателя, импеданс, коэффициент мощности, действующее значение силы тока, активную и полную мощность, амплитуду или действующее значение напряжения на элементах цепи..

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 6

1. Силы в механике. Момент силы (вращающий момент).

2. По оси проводящего кольца к нему приближается (или удаляется) какой-то полюс полосового постоянного магнита. С помощью правила Ленца найти направление индукционного тока; определить и направление силы Ампера.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

зика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 7

1. Теорема об изменении импульса частицы. Система частиц (механическая система МС). Импульс МС. Теорема об изменении импульса МС. Закон сохранения импульса. Центр масс МС. Определение его положения. Теорема о движении центра масс.

2. По основной кривой индукции ферромагнетика найти магнитную проницаемость для указанной преподавателем величины исходного поля в вакууме.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 8

1. Механическая работа и мощность. Кинетическая энергия частицы, МС и ТТ; теоремы об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия упругого взаимодействия.

2. Показать путь расчёта магнитного поля системы токов в воздухе.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 9

1. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия. Общие свойства потенциальной энергии. Консервативные и диссипативные силы. Консервативная МС. Полная механическая энергия (ПМЭ). Теоремы об изменении ПМЭ. Законы сохранения ПМЭ и энергии.

2. Найти силу Ампера (Лоренца).

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 10

1. Основные понятия теории колебаний. Механические колебания. Пружинный маятник; его механическая энергия.

2. Даны два удалённых металлических шарика разных известных радиусов, несущих известные заряды. Найти их исходные потенциалы, а также общий потенциал после соединения тонким проводником.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 11

1. Основные понятия теории волн. Механическая волна. Энергия волны; вектор Умова. Уравнения плоской и сферической волн. Элементы акустики.

2. Для системы зарядов (заряженного тела) в линейном безграничном однородном изотропном жидком диэлектрике с известной относительной проницаемостью с учётом принципа суперпозиции найти силу взаимодействия или напряжённость электрического поля в заданной точке.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 12

1. Затухание волн; закон Бугера. Дисперсия волн. Интерференция волн; когерентность источников.

2. Дано электрическое поле с потенциалом, указанным преподавателем (например, $\varphi = 5x^2 + 3y + 5$). Заряд $+1$ нКл помещен в точку $A(1,2)$ этого поля. Найти потенциальную энергию заряда и действующую на него в точке A силу, а также работу перемещения в точку $B(3,4)$.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 13

1. Стоячие волны. Дифракция волн; принцип Гюйгенса и его применение.

2. Для системы зарядов (заряженного тела) найти напряжённость или потенциал электрического поля в заданной точке вакуума.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 14

1. Основные положения МКТ и их опытное обоснование.

2. В каком случае угол преломления луча равен углу падения?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

ка

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15

1. Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Абсолютная температура и ее статистический смысл.

2. Почему трудно попасть из ружья в рыбу, плавающую под водой?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 16

1. Основное уравнение состояния идеального газа (ур-е Клапейрона-Менделеева). Универсальная газовая постоянная. Изотермический, изохорический и изобарический процессы.

2. В комнате, освещенной электрической лампочкой, надо определить, какая из двух собирающих линз имеет большую оптическую силу. Как это сделать?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17

1. Экспериментальное доказательство справедливости основного уравнения МКТ.
2. Можно ли куском прозрачного льда в солнечный день зажечь спичку?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 18

1. Предмет и метод термодинамики. Внутренняя энергия с точки зрения МКТ. Количество теплоты. Теплоемкость вещества. Работа в термодинамике.
2. Из двух часовых стекол постоянной толщины склеили «выпуклую линзу». Как будет действовать эта линза на пучок параллельных лучей в воде, собирать или рассеивать?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

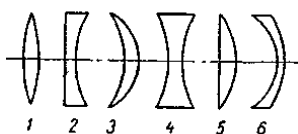
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19

1. Первое начало термодинамики и применение его к различным процессам, протекающим в газах.



2. Укажите, которые из линз, изображенных на рисунке, непригодны для получения действительных изображений предметов в воздухе?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

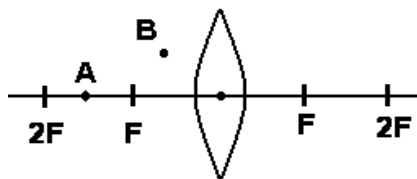
И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 20

1. Уравнение теплового баланса. Фазовые превращения. Энергетическое описание фазовых превращений на примере диаграммы фазовых переходов.



2. Пересекутся ли после прохождения линзы лучи, исходящие из точек А и В? Начертите ход лучей и постройте изображения точек.

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 21

1. Электрический заряд и его основные свойства. Модели распределения заряда. Закон Кулона. Теории дальнего и ближнего действия. Электрическое поле, его свойства. Напряженность электрического поля, силовые линии. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции. Поле диполя.

2. Средний радиус $R = 2$ см упругой сферы в воздухе периодически меняется по гармоническому закону с малой амплитудой $A = 0,1$ см и частотой $\nu = 2$ Гц. Учитывая только изменение амплитуды из-за расширения фронта волны, показать путь оценки амплитуды колебаний в 10 см от центра сферы. Записать уравнение сферической упругой волны в воздухе, пренебрегая затуханием из-за поглощения её энергии. Недостающие данные взять в справочниках.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 22

1. Поле заряженной плоскости и двух параллельных плоскостей. Потенциал. Потенциал поля одного и нескольких точечных зарядов. Эквипотенциальные поверхности. Связь напряжённости и потенциала. Работа электрического поля. Его потенциальность.

2. Для шарика массой 10 г на пружине с коэффициентом жёсткости 4 Н/м найти период продольных свободных колебаний при малом трении. Выбрав способ возбуждения и разумную амплитуду колебаний, записать уравнение свободных колебаний. Найти полную механическую энергию колебаний шарика; пружину считать при этом невесомой.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 23

1. Диполь в электрическом поле. Электрическое поле в диэлектрике: поляризация и две модели строения диэлектрика. Смысл диэлектрической проницаемости. Расчёт некоторых электрических полей в присутствии диэлектриков.

2. По уравнению гармонического колебания построить его график. Решить обратную задачу.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 24

1. Свойства проводника в электростатике. Электрическая ёмкость проводника. Конденсаторы. Соединение конденсаторов. Энергия заряженного проводника и электрического поля.

2. Применить закон сохранения ПМЭ.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 25

1. Электрический ток. Сила и плотность тока. Электрическое сопротивление. Закон Ома для металлического проводника.

2. Применить теорему об изменении кинетической энергии или ПМЭ.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 26

1. Сторонние силы и ЭДС. Закон Ома для участка цепи с ЭДС и для замкнутой цепи. Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока.

2. Найдя положение центра масс механической системы (МС) или ТТ, применить теорему о движении центра масс.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 27

1. Магнитное поле, его описание. Закон Ампера. Поведение кругового тока в магнитном поле. Магнитный момент витка с током. Сила Лоренца. Движение заряда в однородном магнитном поле.
2. Применить теорему об изменении импульса частицы или закон сохранения импульса.

Экзаменатор Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 28

1. Закон Био-Савара. Магнитное поле кругового и прямого тока, соленоида, Земли. Магнитное поле в веществе.
2. В опыте оценить коэффициент сухого трения скольжения или коэффициент упругости пружины.

Экзаменатор Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 29

1. Опыты Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Механизмы создания индукционного тока.
2. Указать силы в 3-м законе Ньютона для тела, падающего на Землю; для тела, лежащего на Земле. для тела, покоящегося на наклонной плоскости за счёт трения.

Экзаменатор Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 30

1. Явление самоиндукции. Индуктивность. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции; трансформатор. Энергия магнитного поля.
2. Решить прямую или обратную задачу механики для частицы известной массы.

Экзаменатор Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 31

1. Получение переменной ЭДС. Квазистационарный переменный ток: сопротивление, индуктивность и ёмкость в цепи такого тока. Метод векторных диаграмм.
2. Указав абсолютное, переносное и относительное движения; применить теорему сложения скоростей.

Экзаменатор Михайлов С.П.

Утверждаю Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика (механика, электричество и магнетизм)

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики
Богданова Р.А.
09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 32

1. Закон Ома для переменного тока. Резонанс напряжений. Работа и мощность в цепи переменного тока. Действующие значения переменного тока и напряжения.

2. По уравнениям движения точки в координатной форме или по заданной траектории и уравнению движения точки в естественной форме определить все возможные параметры её движения.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Горно-Алтайский госуниверситет. Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

БИЛЕТ № 33

1. Собственные колебания последовательного электрического колебательного контура. Ток смещения. Электромагнитные волны.

2. По координатам начала и конца вектора, заданным преподавателем, найти длину и направление вектора, а также его проекции на координатные оси. Сложить несколько векторов; разложить вектор на составляющие найти проекции вектора на оси или плоскость.

Экзаменатор

Михайлов С.П.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 34

1. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Получение законов преломления и отражения с помощью принципа Гюйгенса. Полное внутреннее отражение

2. Объяснить исчезновение дыма в воздухе (явление, выражаемое словами «Дым тает в воздухе»)

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 35

1. Ход лучей в сферических зеркалах и линзах. Построение изображений в тонких линзах. Формула тонкой линзы. Оптическая сила линзы и ее линейное увеличение.

2. При ремонте дороги асфальт разогревают. Почему запах разогретого асфальта ощущается издалека?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 36

1. Волновые свойства света. Интерференция света; условия её наблюдения. Дифракция, поляризация и дисперсия света.

2. Почему в горячей воде сахар растворяется быстрее, чем в холодной?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 37

1. Зарождение квантовой теории. Фотоны. Открытие внешнего фотоэффекта. Энергия и импульс фотона. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Эффект Комптона.

2. Человек не чувствует прохлады на воздухе при температуре 20°C, а в воде быстро начинает мерзнуть при 25°C. Почему?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 38

1. Модели атома Томсона и Резерфорда и Бора. Спектр атома водорода по Бору.
2. Почему холодный металл на ощупь кажется холоднее дерева той же температуры (а горячий, наоборот, горячее)? При какой температуре и металл, и дерево будут казаться на ощупь одинаково нагретыми?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 39

1. Протонно-нейтронная модель ядра. Заряд и зарядовое число ядра. Массовое число ядра. Дефект массы, энергия связи и устойчивость атомных ядер. Свойства ядерных сил.
2. Почему сильный дождь охлаждает воздух?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 40

1. Радиоактивность. Законы смещения. Закон радиоактивного распада.
2. После дождя: почему испаряется вода в лужах, хотя температуры лужи и воздуха одинаковы?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Утверждаю

Физики. Элементарная физика

И.о зав. кафедрой математики, физики и информатики

Богданова Р.А.

09.03.2023, протокол № 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 41

1. Систематика элементарных частиц. Основные свойства элементарных частиц. Лептоны и адроны (мезоны, барионы). Типы взаимодействия в природе.
2. В ветреный день нам становится теплее, если мы «спрячемся» от ветра. А одинаковы ли показания термометра на ветру и «за углом»?

Экзаменатор

Рупасова Г.Б.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, практическое умение показано без замечаний и теоретический вопрос раскрыт полностью.

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент свободно владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, но практическое умение показано с замечаниями или теоретический вопрос раскрыт не полностью.

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент частично владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, но практическое умение показано с замечаниями и теоретический вопрос раскрыт не полностью.

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если студент не владеет важнейшими физическими понятиями, выделенными для заучивания, или не показано практическое умение, или не раскрыт теоретический вопрос.

СПИСКИ ПОНЯТИЙ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине «Элементарная физика»

Раздел 1. МЕХАНИКА (8 занятий).

Занятие 1. Основные понятия кинематики частицы и твёрдого тела (ТТ).

Материя. Физика. Фундаментальные понятия. Материальная точка (частица); твёрдое тело (ТТ). Микро- и макротела. Механика. Механика Ньютона (классическая механика). Свойства пространства и времени в механике Ньютона. Система отсчёта.

Кинематика. Траектория. Прямолинейное, круговое, плоское и криволинейное движения частицы. Векторный, координатный и естественный способы описания положения частицы в пространстве. Уравнения её движения в этих трёх формах. Указать смысл всех обозначений в формулах. (Внимание! ЭТО НАДО БУДЕТ СДЕЛАТЬ ВО ВСЕХ ФОРМУЛАХ ВСЕХ СПИСКОВ, ХОТЯ УПОМИНАТЬСЯ БОЛЬШЕ НЕ БУДЕТ!)

Вектора перемещения, средней скорости, мгновенной скорости и ускорения. Перемещение, скорость и ускорение в координатной форме. Модуль и направление векторов перемещения, средней и мгновенной скорости, ускорения; их смысл. Связь векторной и координатной форм.

Перемещение и скорость в естественной форме; направление вектора скорости; смысл вектора t° . Ускорение в естественной форме; смысл вектора n° ; нормальная и тангенциальная составляющие вектора ускорения, их направление, смысл. Полное ускорение; его направление, модуль. Равномерное, равнопеременное и произвольное движения. Поступательное движение ТТ.

По ходу раскрытия списка или в его конце указать единицы всех вводимых величин. (ВНИМАНИЕ! Это надо будет сделать для ВСЕХ понятий ВСЕХ списков, хотя упоминаться больше не будет!).

Занятие 2. Равномерное вращение ТТ вокруг неподвижной оси.

Относительность движения. Сложение движений.

Равномерное вращение ТТ вокруг неподвижной оси; частота, циклическая частота и период вращения. Скорость и ускорение точек ТТ при этом движении. Угловые и линейные перемещения и скорости; их связь.

Векторное произведение двух векторов; его модуль и направление (правило буравчика). Формула Эйлера. Запись векторного произведения в декартовых координатах.

Относительность движения. Абсолютное, переносное, относительное движение. Теорема сложения скоростей.

Занятие 3. Некоторые случаи движения частицы и ТТ.

Начальные условия. Вычисление пути и скорости при равномерном и равнопеременном движении.

Путь по горизонтали (дальность броска) и высота подъёма точечного тела, брошенного с земли с начальной скоростью V_0 под углом α к горизонту (без учёта сопротивления воздуха). Время такого движения. Условия максимальной высоты подъёма и максимальной дальности броска; их значения. Вычисление скорости, нормального, тангенциального и полного ускорений, радиуса кривизны траектории в какой-то её произвольной точке.

Занятие 4. Три закона Ньютона. Две задачи динамики. Силы в механике.

Динамика. Сила. Инертность тела. Инертная масса. Импульс частицы. Три закона Ньютона; формы записи второго закона. Равнодействующая сил. Инерциальная система отсчёта. Принцип относительности Галилея. Две задачи динамики.

Закон всемирного тяготения; границы его применения. Тяжёлая (гравитационная) масса; принцип эквивалентности масс. Сила тяжести. Отличие сил тяжести и гравитационной. Вес; невесомость; перегрузка. Закон Гука; границы применения. Виды трения. Сила трения покоя; угол трения. Сила сухого трения скольжения. Сила трения качения. Сила вязкого трения для разных скоростей движения тела.

Занятие 5. Закон сохранения импульса. Теорема об изменении импульса. Теорема о движении центра масс.

Импульс частицы; 2-й закон Ньютона в импульсной форме для частицы. Теорема об изменении импульса частицы в интегральной форме; форма записи теоремы для постоянных сил и движения по прямой.

Система частиц (механическая система МС). Замкнутая (изолированная) МС. Импульс МС. Центр масс МС; его положение (векторная, координатная формы). Теорема об изменении импульса МС (дифференциальная, интегральная формы). Главный вектор внешних сил; отличие его от равнодействующей. Теорема о движении центра масс. Закон сохранения импульса.

Занятие 6. Работа силы. Мощность. Теоремы об изменении кинетической и полной механической энергии. Закон сохранения полной механической энергии.

Скалярное произведение двух векторов; его модуль. Элементарная работа силы. Работа произвольной силы на конечном перемещении по кривой; работа для случая постоянных сил и движения по прямой. Мощность; её связь со скоростью.

Энергия. Кинетическая энергия материальной точки и системы частиц. Теорема об изменении кинетической энергии.

Потенциальная энергия. Консервативные и диссипативные силы; их примеры, признаки консервативности силы. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия упругого и гравитационного взаимодействий. Потенциальная энергия гравитационного взаимодействия вблизи поверхности Земли.

Консервативная механическая система. Полная механическая энергия (ПМЭ). Закон сохранения ПМЭ. Теорема об изменении ПМЭ.

Занятие 7. Смешанные задачи на энергию и импульс

Повторить списки понятий к занятиям 5 и 6.

Занятие 8. Механические колебания и волны

Колебания; механические колебания. Период; периодические и аperiodические колебания. Свободные колебания; собственная частота. Вынужденные колебания; резонанс. Автоколебания.

Волна. Механическая волна. Продольные и поперечные волны. Волновой фронт. Сферические, цилиндрические, плоские волны. Длина волны; связь её с периодом и частотой колебаний источника.

Поток энергии волны; плотность потока энергии (вектор Умова). Интенсивность (мощность) источника. Объёмная плотность энергии волны; связь вектора Умова с объёмной плотностью энергии.

Пружинный маятник. Дифференциальное уравнение колебаний линейного гармонического осциллятора. Гармоническое колебание. Уравнение гармонического колебания; входящие в него величины. Период идеальных свободных колебаний пружинного маятника. Графики смещения, скорости и ускорения пружинного маятника; максимальная величина скорости и ускорения. Причина важности изучения гармонических колебаний.

ПМЭ идеального пружинного маятника. Затухающие колебания.

Механические (упругие) волны. Виды упругих волн в газах, жидкостях, и твёрдых телах. Линейные среды. Волновая поверхность. Уравнение плоской гармонической бегущей волны; входящие в него величины. Фазовая скорость. Волновое число; запись уравнения плоской гармонической бегущей волны с его помощью.

Закон Бугера; смысл коэффициента поглощения. Дисперсия волн.

Принцип суперпозиции волн. Когерентные источники. Интерференция волн. Синфазные и противофазные колебания. Разность хода волн. Условия максимума и минимума интерференционной картины при сложении колебаний одного направления. Стоячая волна; узлы и пучности. Дифракция волн; условие её наблюдения. Принцип Гюйгенса.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по механике (2 часа).

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 1-8.

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (6 занятий)

Занятие 9. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа. Уравнение состояния.

Идеальный газ. Основное уравнение МКТ идеального газа. Число Авогадро, его смысл. Универсальная газовая постоянная, её смысл.

Уравнение состояния идеального газа. Кинетическая энергия молекул. Среднеквадратичная скорость молекул. Постоянная Больцмана, её физический смысл. Концентрация молекул. Молярная масса.

Занятие 10. Газовые законы.

Параметры состояния газа. Молярная масса. Закон Бойля-Мариотта. Уравнение изотермы. График изотермы. Закон Гей-Люссака. Уравнение изобары в трёх видах. График изобары. Коэффициент объёмного расширения газа. Закон Шарля. Уравнение изохоры в трёх видах. График изохоры. Закон Авогадро. Закон Дальтона.

Занятие 11. Применение первого начала термодинамики к различным газовым процессам.

Внутренняя энергия. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Удельная теплоёмкость, молярная теплоёмкость вещества.

Первый закон термодинамики. Первый закон при изохорическом, изобарном, изотермическом и адиабатическом процессах. Молярная теплоёмкость при постоянном объёме и постоянном давлении.

Занятие 12. Фазовые превращения.

Количество теплоты, полученное телом при нагревании или отданное при охлаждении. Кипение. Испарение. Удельная теплота парообразования. Плавление. Удельная теплота плавления. Кристаллизация.

Занятие 13. Смешанные задачи на газовые законы и тепловые процессы.

Повторить списки понятий к занятиям 9-12.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по молекулярной физике и термодинамике.

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 9-13.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ. (8 занятий)

ЗАНЯТИЕ 14. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции.

Электромагнитное взаимодействие. Электрический заряд. Его свойства: два вида зарядов, их взаимодействие; элементарный заряд "е", его носители; дискретность заряда; релятивистская инвариантность заряда; закон сохранения заряда.

Электростатика. Модели заряженных тел: точечный заряд; заряженные нить, поверхность, объём. Линейная, поверхностная и объёмная плотности заряда. Вычисление заряда тела с их помощью.

Закон Кулона в вакууме; название и смысл всех обозначений в формуле. Направление силы; границы применимости закона.

Десятичные приставки: гига (Г), мега (М), кило (к), санти (с), милли (м), микро (мк), нано (н), пико (п).

Электрическое поле. Вектор напряжённости, его смысл, направление. Сила, действующая на точечный заряд q в точке поля напряжённостью E . Напряжённость поля точечного заряда. Однородное поле. Принцип суперпозиции для поля точечных и распределённых зарядов. Электрический диполь; дипольный момент p .

Силовая линия. Вид силовых линий поля точечного заряда, диполя, однородного поля.

ЗАНЯТИЕ 15. Потенциал. Работа электрического поля. Связь напряжённости и потенциала.

Потенциал электростатического поля; его смысл. Потенциал поля нескольких зарядов. Потенциальная энергия точечного заряда в точке поля с известным потенциалом. Работа перемещения заряда в поле. Разность потенциалов, её смысл, отличие от изменения потенциала. Прямая и обратная связь E и ϕ .

Потенциал поля точечного заряда. Эквипотенциальные поверхности; их вид для поля точечного заряда, диполя, однородного поля.

ЗАНЯТИЕ 16. Поле в диэлектриках и проводниках. Ёмкость проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного тела и электрического поля.

Свободный заряд. Проводник. Диэлектрик; изолятор. Поведение диполя в однородном и неоднородном поле. Сторонние и связанные заряды. Две модели линейных диэлектриков; сегнетоэлектрик. Полное поле в присутствии диэлектрика; полное поле внутри большой однородной пластины из линейного диэлектрика, внесённой в действующее нормально боковым граням однородное поле. Смысл относительной диэлектрической проницаемости. Сила Кулона, напряжённость и разность потенциалов поля в безграничном линейном однородном жидком (газообразном) диэлектрике.

Свойства заряженного проводника в электростатике: распределение поля, заряда, потенциала, вид силовых линий поля. Те же свойства для незаряженного проводника, внесённого в электрическое поле; явления электростатической индукции и электростатической защиты. Свойства цилиндра Фарадея.

Ёмкость проводника; её смысл. Ёмкость шара. Общая ёмкость, распределение зарядов и потенциала при соединении шаровых проводников. Конденсатор. Его ёмкость. Ёмкость плоского конденсатора. Ёмкость параллельно и последовательно соединённых конденсаторов; распределение зарядов и напряжений здесь.

Энергия заряженного тела и конденсатора. Объёмная плотность энергии электрического поля.

ЗАНЯТИЕ 17. Сила и плотность тока. Сторонние силы и ЭДС. Законы Ома и Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока. Источники тока.

Электрический ток. Сила тока; её смысл. Ток проводимости; конвекционный ток. Плотность тока; её смысл и связь со скоростью движения зарядов в токе проводимости. Связь силы и плотности тока.

Постоянный ток. Его сила. Связь силы тока и числа элементарных зарядов, протекающих через поперечное сечение проводника.

Смысл электрического сопротивления. Сопротивление однородного проводника постоянного сечения. Закон Ома для проводника (в интегральной форме). Смысл удельного сопротивления. Резистор. Сопротивление при параллельном и последовательном соединении резисторов; распределение токов и напряжений при этом. Шунт и добавочное сопротивление; расчёт их величины.

Источник тока. Сторонние силы. Электродвижущая сила (ЭДС); её смысл. Электрическая цепь. Закон Ома для участка цепи с ЭДС; правило знаков. Напряжение и разность потенциалов. Закон Ома для замкнутой цепи.

Закон Джоуля-Ленца. Работа и мощность постоянного тока на участке цепи без источников тока.

Определение общих ЭДС и внутреннего сопротивления при параллельном и последовательном соединении n одинаковых элементов.

ЗАНЯТИЕ 18. Сила Ампера. Рамка с током в магнитном поле. Сила Лоренца.

Сила Ампера; её направление (правила буравчика и левой руки) и модуль. Сила, действующая на прямой ток в однородном магнитном поле. Модуль и направление сил взаимодействия 2-х длинных параллельных прямых токов.

Магнитный момент витка с током и рамки из N одинаковых витков. Вращающий момент, действующий на рамку с током в однородном магнитном поле; его направление (правило буравчика). Взаимодействие постоянных магнитов.

Сила Лоренца; её модуль, направление. Вид и характеристики траектории, описываемой заряженной частицей, влетающей в однородное магнитное поле под прямым и произвольным углом к силовым линиям.

ЗАНЯТИЕ 19. Расчёт магнитного поля токов. Магнитное поле в веществе.

Магнитное поле. Направление вектора магнитной индукции. Вектор элемента тока; его направление. Закон Био-Савара; направление (правило буравчика) и модуль вектора индукции. Принцип суперпозиции.

Величина и направление поля B в центре кругового тока. Вектор магнитного момента рамки с током; его направление. Величина и направление поля B длинного прямого тока. Силовая линия (линия индукции). Вид силовых линий поля кругового и длинного прямого токов.

Поле B в центре длинного соленоида и на его краю. Вид силовых линий магнитного поля соленоида и полосового постоянного магнита. Вид силовых линий магнитного поля Земли; поле Земли в Горно-Алтайске.

Магнетик. Гипотеза Ампера о природе магнетизма. Причина появления собственного поля в магнетике, внесенном во внешнее поле; полное поле такого магнетика. Магнитная проницаемость вещества; её смысл. Сильный и слабый магнетик.

Примерный вид кривой индукции железа, стали и чугуна.

ЗАНЯТИЕ 20. Магнитный поток. Явления электромагнитной индукции, самоиндукции и взаимной индукции. Энергия контура с током и магнитного поля.

Магнитный поток; его смысл. Потокосцепление. Явление электромагнитной индукции (ЭМИ). Закон Фарадея. Индукционный ток; его сила и направление (правило Ленца). Заряд, протекающий в контуре, помещённом в меняющееся магнитное поле. ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле.

Явление самоиндукции. Индуктивность (коэффициент самоиндукции) контура; её смысл. ЭДС самоиндукции. Индуктивность соленоида.

Явление взаимной индукции. Устройство трансформатора. Коэффициент трансформации; отношение токов и напряжений.

Работа перемещения контура с током в магнитном поле. Энергия контура с током. Объёмная плотность энергии магнитного поля.

ЗАНЯТИЕ 21. Закон Ома для переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Электромагнитные колебания и волны.

Переменный ток. Синусоидальный переменный ток: его уравнение, мгновенное значение, амплитуда, фаза, начальная фаза, круговая (циклическая) частота и её связь с частотой и периодом, график. Амплитуда, частота, круговая частота и период сетевого напряжения.

Квазистационарный ток. Активное, индуктивное и ёмкостное сопротивления в цепи переменного тока; их величина. Закон Ома и векторная диаграмма для резистора, конденсатора и катушки индуктивности в цепи переменного тока.

Закон Ома и векторная диаграмма для последовательно соединённых резистора, конденсатора и катушки. Угол сдвига фаз тока и напряжения. Реактивное и полное сопротивление (импеданс) такой цепи.

Действующие (эффективные) значения переменного синусоидального тока и напряжения; их смысл. Мощность в цепи переменного тока. Коэффициент мощности; его смысл и способ увеличения. Условие наибольшей полезной мощности в цепи переменного тока.

Колебания. Свободные колебания. Вынужденные колебания. Резонанс. Колебательный контур. Электромагнитные колебания. Уравнение свободных колебаний заряда, силы тока и напряжения на конденсаторе в идеальном контуре.

Волна. Продольная и поперечная волна. Волновой фронт. Длина волны; её связь с частотой источника. Волновое число. Монохроматическая электромагнитная волна; её уравнение и вид. Связь характеристик электромагнитной волны с её визуальными параметрами.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по электричеству и магнетизму (2 часа).

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 14-21

Раздел 4. ОПТИКА. КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (5 занятий).

ЗАНЯТИЕ 22. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение.

Условия прямолинейного распространения света. Закон отражения. Алгоритм построения изображения в плоском зеркале.

Закон преломления света. Абсолютный и относительный показатели преломления, их смысл. Величина скорости света в вакууме. Четыре замечательных луча и алгоритм построения изображения в тонкой линзе. Полное внутреннее отражение.

ЗАНЯТИЕ 23. Волновая природа света. Интерференция, дифракция, дисперсия света.

Величина скорости света в вакууме и в среде. Длина волны; связь её с периодом колебаний и частотой источника. Связь характеристик электромагнитной волны с её оптическими параметрами.

Принцип суперпозиции световых волн. Когерентные источники. Опыт Юнга. Явление интерференции света; интерференционная картина. Разность хода волн; условия максимума и минимума интерференционной картины. Расстояние между соседними максимумами в опыте Юнга.

Дифракция света; условия её наблюдения. Принцип Гюйгенса. Дифракционная решётка; формула дифракционной решётки.

Дисперсия света. Получение дисперсионного спектра.

ЗАНЯТИЕ 24. Квантовая природа света. Фотоэффект.

Энергия кванта. Величина и единицы измерения постоянной Планка. Импульс фотона.

Внешний фотоэффект. Законы Столетова. Красная граница. Уравнение Эйнштейна для внешнего фотоэффекта. Работа выхода электронов из металла. Соотношение между единицами измерения энергии Дж и эВ. Абсолютно чёрное тело.

ЗАНЯТИЕ 25. Атом Бора. Ядерные реакции.

Постулаты Бора. Квант энергии.

Массовое число ядра. Изотопы. Изобары. Энергия связи. Законы смещения при α - и β -распадах. Постоянная распада. Период полураспада.

За счёт часов самостоятельной работы - контрольная работа по оптике, квантовой, атомной и ядерной физике

Проработать списки понятий, решение аудиторных и домашних заданий по занятиям 22-25.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью и правильно раскрыл список понятий, правильно указав единицы всех физических величин и смысл всех обозначений в формулах;

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью и правильно раскрыл список понятий, но не везде правильно указал единицы всех физических величин и смысл всех обозначений в формулах;

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент не полностью или не везде правильно раскрыл список понятий, не везде указав единицы всех физических величин и смысл всех обозначений в формулах;

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если список отсутствует без уважительной причины.

Занятие 1. Основные понятия кинематики частицы и твёрдого тела (ТТ).

Домашнее задание 1.

1. Движущийся равномерно автомобиль на повороте описал половину окружности. На чертеже показать пути и перемещения автомобиля за всё это время и за треть его. Во сколько раз пути, пройденные автомобилем за указанные отрезки времени, больше модулей соответствующих векторов перемещений? (в $\pi/2$ и в $\pi/3$ раз)

2. Точка движется так, что $x = 4\sin(\pi t/2)$, $y = 3\sin(\pi t/2)$, где x, y - в метрах, t - в секундах. Найти: уравнение траектории; величину и направление скорости и ускорения точки при $t = 2$ с; характер и закон движения по траектории. Ответ: прямая $y = 3x/4$; $v = 5\pi/2$ м/с, $\cos(v^{\wedge} i) = -0.8$, $\cos(v^{\wedge} j) = -0.6$; $w = 0$: равномерное, где $s = 5\pi t/2$.

3. Что известно о характере движения и траектории частицы, если $w_t = \text{const} > 0$, $w_n = \text{const}$? (доказать, что равноускоренное по раскручивающейся спирали)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 17, 25.

Занятие 2. Равномерное вращение ТТ вокруг неподвижной оси.

Относительность движения. Сложение движений.

Домашнее задание 2.

1. Найти нормальное ускорение точек колеса автомобиля, соприкасающихся с дорогой, если скорость автомобиля 72 км/час, а частота вращения колёс 8 с^{-1} . Какова скорость этих точек относительно дороги? Ответ: 1 км/с^2 ; ноль.

2. Пассажир движущейся со скоростью $v_0 = 54$ км/час по горизонтальному шоссе машины видит на боковом стекле следы капель дождя наклонёнными под углом 30° к вертикали. Найти абсолютную скорость капель отвесно падающего дождя. Ответ: $v = v_0/\text{tg}30^\circ \approx 26$ м/с.

3. Найти абсолютную скорость относительно Солнца самолёта, пролетающего в местный полдень над Ленинградом (60° северной широты) со скоростью $1,24$ км/с на восток, с учётом суточного и годового вращений Земли. Радиус Земли 6370 км. Считать орбиту Земли круговой с радиусом 150 миллионов километров, а вектора угловой скорости годового и суточного вращений, параллельными (т.е. ось суточного вращения перпендикулярной плоскости обращения Земли вокруг Солнца, что не совсем верно). Ответ: $v \approx 28,4$ км/с; с точки зрения местного наблюдателя на Земле скорость направлена на запад.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 37, 106.

Занятие 3. Некоторые случаи движения частицы и ТТ.

Домашнее задание 3.

1. Поезд, имея начальную скорость 54 км/час, прошёл с постоянным тангенциальным ускорением за 30 с расстояние 600 м по закруглению пути радиусом 1 км. Найти скорость и ускорение поезда на 30-й секунде движения. Ответ: скорость 25 м/с, ускорение около $0,7 \text{ м/с}^2$.

2. Мальчик без начальной скорости прыгает в воду с вышки высотой 5 м, и в воде, двигаясь равномерно, проходит до остановки 2 метра. Найти максимальную скорость, замедление в воде и общее время движения. Взять $g \approx 10 \text{ м/с}^2$. Ответ: максимальная скорость 10 м/с, замедление 25 м/с^2 , время 1,4 с.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 51, 78.

Занятие 4. Три закона Ньютона. Две задачи динамики. Силы в механике.

Домашнее задание 4.

1. В шахте опускается равноускоренно лифт массой 280 кг. За первые 10 с он прошёл 35 м. Найти натяжение каната, на котором висит лифт. Ответ: примерно 2550 Н.

2. Автомобиль массой 1,5 т проходит со скоростью 20 м/с верхнюю точку выпуклого моста радиусом кривизны 80 м. Найти силу, с которой автомобиль здесь давит на мост. Ответ: около 7500 Н.

3. Груз на нити длиной $l = 60$ см равномерно движется по окружности в горизонтальной плоскости, причём нить с вертикалью имеет постоянный угол $\alpha = 30^\circ$. Какова скорость движения груза?

Ответ: $v = (g l \sin\alpha \text{ tg}\alpha)^{1/2} \approx 1,3$ м/с.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 266, 275.

Занятие 5. Закон сохранения импульса. Теорема об изменении импульса. Теорема о движении центра масс.

Домашнее задание 5

1. Пуля массой 20 г вылетает из ствола винтовки со скоростью 650 м/с, пробегая ствол за 1 мс. Найти среднее давление пороховых газов для площади сечения ствола 150 мм^2 . Ответ: около 90 Н/мм^2 .

2. По горизонтальной покоившейся платформе длиной 6 м и массой 2700 кг рабочие перекатили тяжёлую отливку из левого конца платформы в правый. Общая масса отливки и рабочих 1800 кг. Куда и на сколько сместится платформа, если её трением о рельсы можно пренебречь? Ответ: влево на 2,4 м.

3.. Граната массой 12 кг, летевшая со скоростью 15 м/с, разорвалась в воздухе на 2 части. Скорость осколка массой 8 кг выросла в направлении движения до 25 м/с. Найти величину и направление скорости второго осколка. Ответ: 5 м/с; обратно скорости первого осколка.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 343, 348.

Занятие 6. Работа силы. Мощность. Теоремы об изменении кинетической и полной механической энергии. Закон сохранения полной механической энергии.

Домашнее задание 6

1. Найти наименьшую работу подъема тела массой 2 т на 5 м по наклонной плоскости, составляющей угол 30° с горизонтом. Коэффициент трения 0,5. Ответ: около 180 кДж.

2. Снаряд массой 24 кг вылетает из ствола орудия длиной 2 м со скоростью 500 м/с. Найти среднюю силу давления пороховых газов на снаряд. Ответ: 1500 кН.

3. Железнодорожная платформа массой 6 т испытывает силу сопротивления в 0,0025 её веса. На горизонтальном прямолинейном участке пути рабочий начал толкать покоившуюся платформу с постоянной силой 250 Н, и через 20 м перестал толкать. Найти максимальную скорость платформы и полный её путь от начала движения до остановки. Ответ: около 0,8 м/с и 34 м.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 385, 407.

Занятие 7. Смешанные задачи на энергию и импульс

Домашнее задание 7

1. Тяжёлая отливка массой 20 кг закреплена на лёгком жёстком стержне, который может практически без трения вращаться в вертикальной плоскости вокруг горизонтальной оси. Покоившаяся отливка начинает падать из верхнего положения. Найти максимальную силу давления отливки на ось. Ответ: около 980 Н.

2. Парашютист массой 70 кг шагнул из самолёта и пролетев 100 м раскрыл парашют. Найти силу натяжения строп крепления парашюта, если за 5 с после раскрытия парашюта скорость упала до 4,3 м/с. Считать силу сопротивления воздуха парашюту постоянной, а человеку без парашюта - малой. Ответ: около 1250 Н.

3. За 500 м до станции, стоящей на пригорке высотой 2 м, машинист поезда массой 1000 т, имевшего скорость 12 м/с, начал торможение. Сила трения постоянна и равна 20 кН. Найти постоянную силу торможения, если поезд остановился точно у станции. Ответ: около 85 кН.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 411, 413.

Занятие 8. Механические колебания и волны

Домашнее задание 8

1. Колебание точки в системе СИ описывает уравнение $x = 0,05 \cos 20\pi t$. Записав уравнения зависимости скорости и ускорения от времени, построить графики смещения, скорости и ускорения за период. Найти координату, а также проекции скорости и ускорения на ось X через $1/60$ с после начала колебания. Ответ: 2,5 см; - 2,7 м/с; -100 м/с².

2. Движение некоторой точки незатухающей волны описывается уравнением $x = 0,05 \cos 2\pi t$. Написать уравнения движения точек, удалённых от данной на 15 и 30 см в направлении распространения волны, если её скорость 0,6 м/с. Ответ: $x = 0,05 \sin 2\pi t$; $x = -0,05 \cos 2\pi t$.

3. Найти результат интерференции волн равной амплитуды от двух когерентных источников, колеблющихся синфазно с частотой 20 Гц, в точке, отстоящей от одного источника на 15 см дальше, чем от второго. Скорость волн 2 м/с. Ответ: гашение.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 945, 1038.

Раздел 2. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА (6 занятий)

Занятие 9. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ) идеального газа. Уравнение состояния.

Домашнее задание 9

1. Какова масса воздуха в комнате размерами $6 \times 4 \times 3$ м при температуре 20°C и давлении 1000 гПа? (около 86 кг)

2. В баллоне находится газ при температуре 15°C . Во сколько раз уменьшится давление газа, если 40% его выйдет из баллона, а температура понизится на 8°C ? (примерно в 1,7 раза)

3. Газ при давлении 0.2 МПа и температуре 15°C имеет объем 5 л. Чему равен объем этой массы газа при нормальных условиях?(9,5 л)

4. Определить среднюю кинетическую энергию молекулы одноатомного газа и концентрацию молекул при температуре 290 К и давлении 0.8 МПа. ($6 \cdot 10^{-21}$ Дж; $2 \cdot 10^{26}$ 1/м³)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 477, 478.

Занятие 10. Газовые законы.

Домашнее задание 10.

1. При уменьшении объёма газа вдвое давление выросло на 120 кПа, а абсолютная температура - на 10%. Найти первоначальное давление. ($1 \cdot 10^5$ Па)

2. Кислород массой 10 г находится под давлением 3 атм при температуре 10^0C . После расширения вследствие нагревания при постоянном давлении кислород занял объём 10 л. Найти объём газа до расширения и температуру газа после расширения. ($2.5 \cdot 10^{-3}$ м³; 1130 К)

3. На весы поставлены два одинаковых герметически закрытых сосуда, один из которых заполнен сухим воздухом, а другой влажным. Давление и температура в сосудах одинаковы. Какой сосуд перетянет? (С сухим воздухом)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 512, 519.

Занятие 11. Применение первого начала термодинамики к различным газовым процессам.

Домашнее задание 11

1. На сколько изменяется внутренняя энергия 200 г гелия при увеличении температуры на 20^0C ? Принять $\mu_{\text{He}}=0.004$ кг/моль. ($\approx 12,5$ кДж)

2. Какую работу совершил воздух массой 290 г при его изобарном нагревании на 20 К и какое количество теплоты ему при этом сообщили? ($A'=1,7$ кДж, $Q=5,8$ кДж)

3. Какая часть количества теплоты, сообщенной одноатомному газу в изобарном процессе, идет на увеличение внутренней энергии и какая часть - на совершение работы? ($\Delta U/Q_p = 0.6 = 60\%$; $A'/Q_p = 0.4 = 40\%$)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 542, 547.

Занятие 12. Фазовые превращения.

Домашнее задание 12

1. Какое количество теплоты нужно сообщить 2 кг льда, взятого при температуре -10^0C , чтобы его расплавить, полученную воду нагреть до 100^0C и выпарить? ($Q=6140$ кДж)

2. При изготовлении льда в комнатном холодильнике температура воды за 5 мин понизилась с 16^0C до 12^0C , и ещё через 1 час 55 мин вода превратилась в лёд. Считая скорость отвода тепла постоянной, а удельную теплоёмкость воды равной $4,2$ кДж/(кг·К), найти по этим данным удельную теплоту плавления льда (336 кДж/кг).

3. Какое тело обладает большей внутренней энергией: кусок льда при 0^0C или полученная из этого куска вода при 0^0C ? (доказать, что вода)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 575, 577.

Занятие 13. Смешанные задачи на газовые законы и тепловые процессы.

Домашнее задание 13

1. Резиновую лодку рано утром при температуре 7^0C надули до рабочего давления 108 кПа. Есть ли опасность разрыва лодки при росте температуры на солнце днём до 37^0C , если предельно допустимое давление 110,6 кПа и увеличение объёма не должно превышать 4 %? Что нужно сделать, чтобы сберечь лодку? (Доказать, что есть. Проще всего спустить часть воздуха)

2. Какая масса воздуха выйдет из комнаты объёмом $V=60$ м³ при росте температуры от $T_1=280$ К до $T_2=300$ К при нормальном давлении? Ответ: $m=\rho_0 T_0(T_2-T_1)V/T_1 T_2=5$ кг.

3. Алюминиевый чайник массой 400 г с 2 л воды греют газовой горелкой с КПД 49 %. Какова мощность горелки, если через 10 мин вода закипела, причём 20 г её выкипело? ($3,5$ кВт)

4. В алюминиевом калориметре массой 300 г при температуре -15^0C находился кусок льда. Затем через калориметр пропустили водяной пар при температуре 100^0C . После того, как температура смеси поднялась до 25^0C , смесь взвесили; её масса оказалась 500 г. Найти массу сконденсировавшегося пара и первоначальную массу льда в калориметре. (420 г; 80 г).

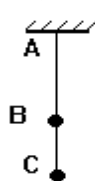
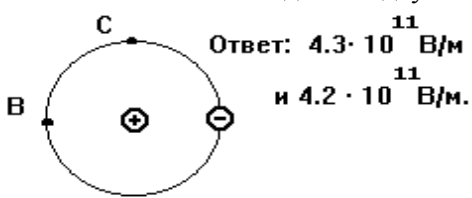
Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 504, 570.

Раздел 3. ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ. (8 занятий).

ЗАНЯТИЕ 14. Закон Кулона. Напряжённость электрического поля. Принцип суперпозиции.

Домашнее задание № 14

1. Два заряда по 25 нКл удалены на 24 см. С какой силой действуют они на третий заряд 2 нКл, удалённый на 15 см от каждого из двух этих зарядов, если они одноимённые? разноимённые? (24 и 32 мкН).



2. Считая протон и электрон в атоме водорода неподвижными точечными зарядами, удалёнными на $5 \cdot 10^{-11}$ м, найти напряжённость электрического поля в точках В и С (см. рис. 2.1).

Рис. 2.1.

Рис. 2.2.

3. Одинаковые шарики массой по 0.2 г имеют равные заряды по 10 нКл и подвешены на нити, как показано на рис.2.2, на расстоянии $BC = 3$ см. Найти силу натяжения нити на участках АВ и ВС. Рассмотреть случаи зарядов одного и разных знаков (4 и 3 мН, 4 и 1 мН).

4. В однородное поле напряжённостью 40 кВ/м внесли точечный заряд 27 нКл. Найти напряжённость результирующего поля в 9 см от заряда на линиях, проходящих через заряд: а) на силовой линии однородного поля; б) на прямой, перпендикулярной силовым линиям. (70 и 10, 50 и 50 кВ/м).

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.686, 705.

ЗАНЯТИЕ 15. Потенциал. Работа электрического поля. Связь напряжённости и потенциала.

Домашнее задание № 15

1. В вершинах правильного 6-угольника стороной 5 см находятся равные точечные заряды 6.6 нКл. Найти работу электрических сил по перемещению заряда 3 нКл из центра 6-угольника в середину одной из сторон. (2.5 мкДж).

2. Шарик массой 1 г и зарядом 10 нКл перемещается из точки А с потенциалом 600 В в точку В с нулевым потенциалом. Какой была его скорость в точке А, если в точке В она стала 20 см/с? (16.7 см/с).

3. В однородном поле напряжённостью 1 кВ/м перемещён заряд -25 нКл на 2 см по силовой линии. Найти работу поля, изменение потенциальной энергии заряда, разность потенциалов начальной и конечной точек. (-0.5 мкДж, 0.5 мкДж, 20 В)

4. Какой станет кинетическая энергия покоившегося заряда 1 нКл при разгоне его полем из точки в 3 см от точечного заряда 1 мкКл в точку в 10 см? (210 мкДж)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.736, 739.

ЗАНЯТИЕ 16. Поле в диэлектриках и проводниках. Ёмкость проводника. Конденсаторы. Энергия заряженного тела и электрического поля.

Домашнее задание № 16

1. Найти заряд положительного шарика массой 0.18 г из вещества плотностью 1800 кг/м^3 , уравновешенного в жидком диэлектрике плотностью 900 кг/м^3 , где создано направленное вверх однородное поле напряжённостью 45 кВ/м. (20 нКл)

2. Пластины плоского воздушного конденсатора площадью 300 см^2 раздвинуты на расстояние 3 мм. Между ними поместили металлическую пластину толщиной 1 мм с той же площадью, конденсатор зарядили до 600 В и отсоединили от источника питания. Найти работу удаления пластины из конденсатора (12 мкДж).

3. Шар радиусом 5 см, заряженный до потенциала 100 кВ, соединили проводником с незаряженным шаром радиусом 6 см. Найти заряд и потенциал каждого шара после соединения (250 и 300 нКл, 45 кВ).

4. На погружённом в керосин проводящем шаре диаметром 6 см находится заряд 20 нКл. Найти объёмную плотность энергии электрического поля на удалении 2 и 4 см от центра шара (0 и 28 мДж/м^3).

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.717, 729

ЗАНЯТИЕ 17. Сила и плотность тока. Сторонние силы и ЭДС. Законы Ома и Джоуля-Ленца.

Домашнее задание № 17.

1. Гальванический элемент даёт на внешнее сопротивление 4 Ом ток 0.2 А, а на сопротивление 7 Ом - 0.14 А. Найти ток его короткого замыкания (0.47 А).

2. От источника напряжением 45 В надо питать спираль опротивлением 20 Ом, рассчитанную на напряжение 20 В. Есть три реостата а) 6 Ом, 2 А; б) 30 Ом, 4 А; в) 800 Ом, 0.6 А. Какой из них нужно использовать? (второй)

3. Элемент с ЭДС 1.1 В внутренним сопротивлением 1 Ом замкнут на сопротивление 9 Ом. Найти ток в цепи и падение потенциала вне и внутри элемента. (0.11 А, 0.99 и 0.11 В)

4. Четыре лампы, рассчитанные на напряжение 3 В и силу тока 0.3 А, надо включить параллельно и питать от источника напряжением 5.4 В. Какой резистор надо включить последовательно лампам? Какая мощность на нём выделится? Как изменится накал ламп, если одну из них отключить? (2 Ом; 2,9 Вт; показать, что увеличится)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.801, 807.

ЗАНЯТИЕ 18. Сила Ампера. Рамка с током в магнитном поле. Сила Лоренца.

Домашнее задание № 18.

1. Из проволоки длиной 20 см сделали сначала квадратный, затем круглый контур. Найти действующие на них вращающие моменты в однородном поле индукцией 0.1 Тл, если ток в контурах 2 А, а их плоскость составляет угол 45° с направлением поля. (0.35 и 0.45 мН·м).

2. Горизонтальный проводник длиной l и массой m подвешен на тонких проволочках в вертикальном однородном магнитном поле. Найти индукцию B этого поля, если при пропускании по проводнику тока I он отклоняется от вертикали на угол α . ($B=mg \cdot \operatorname{tg} \alpha / I l$).

3. По кольцу из свинцовой проволоки диаметром $d = 10$ см сечением $S = 0.7$ мм² идёт ток $I = 7$ А, и проволока нагрета почти до плавления. Порвётся ли она при включении однородного поле индукцией $B=1$ Тл, перпендикулярного плоскости кольца, если прочность свинца на разрыв при таком нагреве $p=2$ Н/мм²? (Нет. Для разрыва нужно поле $B = 2Sp / Id = 4$ Тл)

4. Электрон движется в однородном магнитном поле индукцией $B=2$ мТл по винтовой линии радиусом $R=2$ см и шагом (расстоянием между витками) $h=5$ см. Найти скорость электрона. Ответ: $v = eB(h^2 + 4\pi^2 R^2)^{1/2} / (2\pi m) = 7.6$ Мм/с.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.883, 900.

ЗАНЯТИЕ 19. Расчёт магнитного поля токов. Магнитное поле в веществе.

Домашнее задание № 19.

1. По 3-м длинным параллельным прямым проводам, расположенным в одной плоскости на равном расстоянии 3 см, текут токи $I_1 = I_2$ в одном и $I_3=2I_1$ в противоположном направлении. Найти положение прямой с нулевой напряжённостью суммарного поля. (Если ток I_3 с краю, то в 1 см от среднего провода; если I_3 посередине, то решения нет).

2. По 2-м длинным параллельным прямым проводам, расположенным на расстоянии 5 см, текут в одном направлении токи 5 и 10 А. Найти напряжённость поля в точке, удалённой на 2 см от первого и 5 см от второго провода. (56 А/м).

3. По длинному горизонтальному проводу, перпендикулярному плоскости магнитного меридиана, на запад идёт ток 15 А. Величина поля Земли 40 А/м, угол наклона (с поверхностью) 70°. Указать точку вблизи середины провода, где результирующее поле равно нулю. Какова напряжённость поля на 5 см выше и ниже провода? (На 2.1 см ниже и 5.6 см южнее провода; около 70 и 50 А/м).

4. По графику кривой индукции из раздела 6 определить магнитную проницаемость железа при напряжённости 400 и 1600 А/м. (Около 2000 и 700)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.890, 907.

ЗАНЯТИЕ 20. Магнитный поток. Явления электромагнитной индукции, самоиндукции и взаимной индукции. Энергия контура с током и магнитного поля.

Домашнее задание № 20.

1. Внутри соленоида сечением 100 см² индукция поля равна 2 мТл. Каким станет магнитный поток, если в соленоид ввести железный сердечник, заполняющий сечение полностью? Во сколько раз он вырос? Использовать кривую индукции из раздела 5. (14 мВб; в 700 раз)

2. Плоскость кругового контура радиусом 2 см сопротивлением 1 Ом нормальна силовым линиям однородного поля индукцией 0.2 Тл. Какой заряд пройдет по контуру при повороте его на 90° (250 мкКл).

3. Катушка с железным сердечником имеет длину 50 см, площадь сечения 10 см² и 1000 витков. Найти индуктивность катушки при токах 0.1, 0.2 и 1 А. Использовать график индукции из раздела 5. (8, 5 и 1.45 Гн)

4. Обмотка электромагнита индуктивностью 0.2 Гн имеет сопротивление 10 Ом и находится под постоянным напряжением. За какое время в обмотке выделится тепло, равное энергии магнитного поля сердечника? (10 мс)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.928, 932.

ЗАНЯТИЕ 21. Закон Ома для переменного тока. Мощность в цепи переменного тока. Электромагнитные колебания и волны.

Домашнее задание № 21.

1. При включении в розетку (220 В, 50 Гц) конденсатора в цепи идёт ток 2.5 А. Найти ёмкость. (36 мкФ)

2. Найти ток в цепи из последовательно соединённых конденсатора на 20 мкФ и резистора сопротивлением 150 Ом, включенных в сеть (110 В, 50 Гц). Каковы напряжения на конденсаторе и резисторе? (0.5 А; 80 и 75 В)

3. В розетку (220 В, 50 Гц) включены соединённые последовательно конденсатор на 10 мкФ и дроссель активным сопротивлением 120 Ом, и в цепи идёт ток 1 А. Найти индуктивность дросселя. (1.6 Гн)

4. При включении в сеть $U=120$ В (50 Гц) последовательно соединённых резистора сопротивлением $R=20$ Ом и дросселя напряжение на дросселе $U_2=91$ В, а на резисторе $U_1=44$ В. Какие мощности P_2 и P_1 потребляют дроссель и резистор? Ответ: $P_1=U_1^2/R=97$ Вт, $P_2=(U^2 - U_1^2 - U_2^2)/2R=105$ Вт.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р.986, 995.

Раздел 4. ОПТИКА. КВАНТОВАЯ, АТОМНАЯ И ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА (5 занятий).

ЗАНЯТИЕ 22. Геометрическая оптика. Законы отражения и преломления света. Полное внутреннее отражение.

Домашнее задание № 22

1. Найти предельный угол полного внутреннего отражения масла на границе с воздухом, если скорость распространения света в масле равна $1.6 \cdot 10^8$ м/с. ($\approx 30^\circ$)
2. Световой пучок идет из алмаза, показатель преломления которого равен $n_1 = 2.4$, в стекло с показателем преломления $n_2 = 1.5$. Найдите угол, на который отклонится пучок от первоначального направления на границе раздела этих сред, если угол падения равен 30° . ($\approx 53^\circ$)
3. Два зеркала расположены под углом 90° друг к другу. Что увидит человек, смотрящий в такое сложное зеркало?

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1093, 1106.

ЗАНЯТИЕ 23. Волновая природа света. Интерференция, дифракция, дисперсия света.

Домашнее задание № 23.

1. Два когерентных точечных источника S_1 и S_2 дают монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Отрезок S_1S_2 длиной 1 мм параллелен плоскости экрана и отстоит от неё на 4 м. На каком расстоянии от центра экрана (точка, в которую попадает перпендикуляр, опущенный на экран из середины отрезка S_1S_2) будет первый максимум? (2,4 мм).
2. Дифракционная решётка содержит 120 штрихов на 1 мм. Найти длину волны монохроматического света, падающего на решётку, если угол между двумя спектрами первого порядка равен 8° . (580 нм).
3. Показатель преломления стекла равен 1,6444 для красного луча и 1,6852 для фиолетового. Найти разницу углов преломления этих лучей при угле падения 80° . (1°)

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1164, 1173.

ЗАНЯТИЕ 24. Квантовая природа света. Фотоэффект.

Домашнее задание 24.

1. Найти наибольшую длину световой волны, при которой может иметь место фотоэффект для платины. Работа выхода электронов равна 6.3 эВ. (примерно $2 \cdot 10^{-7}$ м)
2. Красная граница фотоэффекта для калия равна $6.2 \cdot 10^{-5}$ см. Найти работу выхода электронов из калия. ($3.2 \cdot 10^{-19}$ Дж)
3. Определить наибольшую скорость электрона, вылетевшего из цезия при освещении его светом с длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м, если работа выхода электронов из этого металла 1.9 эВ. ($6.5 \cdot 10^5$ м/с)
4. Почему высоко в горах легко получить ожоги солнечными лучами?

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1211, 1221.

ЗАНЯТИЕ 25. Атом Бора. Ядерные реакции.

Домашнее задание 25.

1. Найти продукт реакции при бомбардировке ядер магния ${}_{12}\text{Mg}^{24}$ α -частицами, если известно, что при этом вылетает нейтрон.
2. Найти энергию, даваемую ядерной реакцией: ${}_3\text{Li}^7 + {}_1\text{H}^1 \rightarrow {}_2\text{He}^4 + {}_2\text{He}^4$
3. Найти энергию связи ядра изотопа лития ${}_3\text{Li}^7$.

Добавочные задачи для задолжников по практике: Р. 1258, 1284.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью и правильно решил все задачи, правильно и полностью записав исходные физические условия задачи;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью и правильно решил все задачи, но не везде правильно и полностью записав исходные физические условия задачи;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент не полностью или не везде правильно решил задачи, не везде правильно и полностью записав исходные физические условия задачи;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если условия и решения задач отсутствуют без уважительной причины.

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ по дисциплине «Элементарная физика»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 1 **Механика**

Включает 32 билета по 2 задачи в каждом. Билеты хранятся у преподавателя, ведущего практику.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 2

Молекулярная физика и термодинамика

Включает 26 билетов по 2 задачи в каждом. Билеты хранятся у преподавателя, ведущего практику.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 3

Электричество и магнетизм

Включает 24 билета по 3 задачи в каждом. Билеты хранятся у преподавателя, ведущего практику.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА № 4

Оптика, физика атома, ядра и элементарных частиц

Включает 24 билета по 2 задачи в каждом. Билеты хранятся у преподавателя, ведущего практику.

Критерии оценки: полностью решенные без замечаний задачи билета (варианта) контрольной работы оцениваются в 5 баллов. Мелкие замечания (неверно или не полностью обозначены исходные данные задачи, не указаны единицы измерения результата, допущена математическая ошибка в расчётах, не учтены десятичные приставки и т.п.) снижают общую оценку на 0,1 балла за каждое замечание.

- оценка «отлично» выставляется, если студент набрал 4,5 баллов и более;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент набрал 3,5 балла и более, но менее 4,5 баллов;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент набрал 2,5 балла и более, но менее 3,5 баллов;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если студент набрал менее 2,5 балла.

ИЗУЧАЕМЫЕ САМОСТОЯТЕЛЬНО ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ

по дисциплине «Элементарная физика»

1. Доказать, что: а) при движении по окружности радиуса R со скоростью $V = \text{const}$ модуль нормального ускорения $w_n = V^2/R$; б) для равнопеременного движения $v^2 - v_0^2 = \pm 2sa$.

2. Для брошенного с земли под углом α к горизонту с начальной скоростью V_0 тела найти, без учёта сопротивления воздуха: а) углы, дающие максимальные высоту подъёма и дальность броска, а также их значения; б) значение скорости, нормального, тангенциального и полного ускорений, а также радиуса кривизны траектории для произвольной точки на высоте h от земли.
3. Доказать одинаковость скоростей и ускорений всех точек поступательно движущегося ТТ.
4. Доказать, что: а) во всех ИСО ускорение частицы одинаково; б) во всех ИСО при скоростях тел $v \ll c$ второй закон Ньютона проявляется одинаково.
5. Природа сил вязкого трения.
6. Потенциальная энергия упругого взаимодействия.
7. Получить уравнения скорости и ускорения пружинного маятника.
8. Доказать, что при отсутствии затухания амплитуда сферической гармонической бегущей волны убывает как $A = A_0/r$.
9. Доказать с помощью принцип Гюйгенса закон отражения $\alpha = \beta$ плоских волн (параллельных лучей) на плоской границе. □
10. Сегнетоэлектрики.
11. Генератор Ван-де-Граафа.
12. Законы параллельного и последовательного соединения одинаковых источников тока.
13. Получение формулы для величины магнитного поля прямого тока конечной длины.
14. Получение закона Фарадея по Гельмгольцу.
15. Доказать, что при вращении радиус-вектора в плоскости ХУ с постоянной угловой скоростью ω его проекции на оси Х и У меняются по гармоническому закону со сдвигом фаз на $\pi/2$.
16. Зависимость интенсивности излучения от частоты излучателя; учёт этого на практике.

Критерии оценки:

- оценка «отлично» выставляется, если студент полностью и правильно раскрыл все вопросы;
- оценка «хорошо» выставляется, если студент не полностью раскрыл все вопросы, или не везде правильно;
- оценка «удовлетворительно» выставляется, если студент не полностью раскрыл все вопросы и не везде правильно;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется, если ответы на самостоятельно изучаемые вопросы отсутствуют без уважительной причины.