

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра морского нефтегазового дела и
физики

название кафедры

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ**

По дисциплине ПРИКЛАДНАЯ ФИЗИКА
название дисциплины

для направления подготовки (специальности):

15.03.02. «Технологические машины и оборудование»

Составитель – Гнатюк Виктор Степанович, профессор кафедры морского нефтегазового дела и физики.
МУ к СР рассмотрены и одобрены на заседании кафедры-разработчика морского нефтегазового дела и физики 12 мая 2021 г., протокол № 3.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие организационно-методические указания.....	4
Содержание разделов дисциплины, виды работ.....	6
Список рекомендуемой литературы.....	6
Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины.....	8
Раздел 1. Прикладные вопросы механики точки	8
Раздел 2. Основы гидроаэромеханики.....	13
Раздел 3. Прикладные вопросы термодинамики и молекулярной физики.....	14
Раздел 4. Прикладные вопросы макроскопической электродинамики.....	17
Раздел 5. Прикладные вопросы колебательных и волновых процессов.....	22

ОБЩИЕ ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Одной из основных форм обучения студента очной формы обучения является самостоятельная работа над учебным материалом. Для облегчения этой работы кафедра физики ВУЗов организует чтение лекций, практические занятия и лабораторные работы. Поэтому процесс изучения физики состоит из следующих этапов: 1) проработка лекций; 2) самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями; 3) подготовка и выполнение контрольных работ; 4) прохождение лабораторного практикума; 5) сдача экзаменов. И на каждом этапе предполагается самостоятельная работа студента.

1. Самостоятельная работа при проработке лекций.

Преподавателями ВУЗа начитывается в течение семестра курс лекций по конкретному разделу прикладной физики. Но из-за нехватки аудиторного времени преподаватель должен сжимать объем информации, который выводится на обсуждение на лекционных занятиях. Поэтому после каждого лекционного занятия необходимо прочитывать записанный материал, чтобы восстановить логику изложения материала и прорабатывать не хватающие элементы. Регулярная проработка лекций обеспечивает также подготовку студента к практическим и лабораторным занятиям, что в свою очередь, позволяет экономить время на соответствующих занятиях.

2. Самостоятельная работа над учебниками и учебными пособиями.

При самостоятельной работе над учебным материалом необходимо:

- 1) составлять конспект, в котором записываются законы и формулы, выражающие эти законы, определения основных физических понятий и сущность физических явлений и методов исследования (план конспекта рассмотрен ниже в пункте «Содержание и методические указания к изучению тем дисциплины»);
- 2) изучать курс прикладной физики систематически, так как в противном случае материал будет усвоен поверхностно;
- 3) пользоваться каким-то одним учебником или учебным пособием (или ограниченным числом пособий), чтобы не утрачивалась логическая связь между отдельными вопросами, по крайней мере, внутри какого-то определенного раздела курса.

3. Самостоятельная работа при подготовке и выполнении РГЗ и контрольных работ.

Решение задач по прикладной физике – неотъемлемая часть процесса изучения данной дисциплины. При решении задач формируется навык применять законы физики на практике, видеть следствия из применяемых законов, закладывается физическая интуиция студентов.

В процессе изучения физики студент должен написать три контрольные работы. Решение задач в контрольных работах является проверкой степени усвоения студентом теоретического курса, а рецензии на работу помогают ему доработать и правильно освоить различные разделы курса прикладной физики.

Рекомендации к решению задач:

- 1) прежде чем приступить к решению той или иной задачи, студент должен хорошо понять ее содержание и поставленные в ней вопросы;
- 2) приступая к решению задач по какому-либо разделу, необходимо ознакомиться по лекциям, дополнительной учебной литературе с конкретными понятиями и соотношениями, относящихся к этому разделу курса физики;
- 3) сделайте краткую запись условия, выразив исходные данные в единицах СИ;
- 4) сделайте, где это необходимо, чертеж, схему или рисунок, поясняющий описанный в задаче процесс;
- 5) напишите уравнения или систему уравнений, отображающие физический процесс;

- 6) используя чертежи и условие задачи, преобразуйте уравнения так, чтобы, в них входили лишь исходные данные и табличные величины;
- 7) решив задачу в общем виде, проверьте ответ по равенству размерностей величин, входящих в расчетную формулу;
- 8) произведите вычисления и, получив ответ, оцените его физическую реальность.

4. Самостоятельная работа при прохождении лабораторного практикума.

Выполнение лабораторных работ, также является неотъемлемой частью процесса изучения прикладной физики, так как только при выполнении эксперимента можно убедиться в действительности физических законов.

Методические рекомендации к самостоятельной работе при прохождении лабораторного практикума:

- 1) перед каждым лабораторным занятием, на котором планируется выполнение экспериментальной работы необходимо составить конспект основного теоретического материала, необходимого к данной работе;
- 2) после основных теоретических сведений необходимо проделать вывод всех расчетных формул, используемых при обсчете данного эксперимента;
- 3) необходимо четко уяснить методы расчета погрешностей измеряемых величин;
- 4) заготовить таблицы-отчеты, в которые будут вноситься экспериментальные данные в ходе выполнения лабораторной работы;
- 5) выполнив лабораторную работу необходимо провести все необходимые вычисления по расчетным формулам и расчет погрешностей измерения;
- 6) в конце работы обязательно должен присутствовать вывод студента по данной работе;
- 7) заключительным этапом сдачи лабораторной работы является защита, на которой студент должен ответить на ряд контрольных теоретических вопросов.

5. Самостоятельная работа при подготовке к сдаче экзамена.

При подготовке к сдаче экзамена по дисциплине «прикладная физика» необходимо подробно рассмотреть весь накопленный и проработанный за семестр материал, сопоставить имеющийся материал с вопросами к зачету или экзамену. Для успешной сдачи экзамена необходимо четко знать все основные физические понятия и законы, связывающие физические величины. Необходимо иметь представления о взаимосвязях физических явлений, входящих в изучаемый раздел, уметь анализировать следствия из фундаментальных законов и знать их практическое применение.

Содержание разделов дисциплины, виды работы

Таблица 1

Содержание разделов тем дисциплины	Количество часов, выделяемых на виды учебной работы по формам обучения							
	Очная				Заочная			
	Л	ЛР	ПР	СР	Л	ЛР	ПР	СР
Второй курс. Четвёртый семестр								
1. Прикладные вопросы механики точки 1.1. Абсолютно упругий и неупругий удары. Неинерциальные системы отсчёта. Силы инерции.	2	2	2	23	0,8		0,8	26
2. Основы гидроаэромеханики 2.1. Основные понятия. Уравнение неразрывности. Уравнения движения жидкости. 2.2. Движение тел в жидкостях. Пограничный слой. Движение жидкостей в трубах.	2	2	2	22	0,8		0,8	26
3. Прикладные вопросы термодинамики и молекулярной физики 3.1. Флуктуации. Влияние флуктуаций на чувствительность измерительных приборов. 3.2. Реальные газы. Жидкости. 3.3. Кристаллические твёрдые тела. Аморфные вещества.	2	2	2	23	0,8	2	0,8	26
4. Прикладные вопросы макроскопической электродинамики 4.1. Сегнетоэлектрики. Пьезоэлектрический эффект. 4.2. Электрический ток в жидкостях и газах. 4.3. Контактные, термоэлектрические и эмиссионные явления. Ферромагнетизм.	2	2	2	23	0,8		0,8	26
5. Прикладные вопросы колебательных и волновых процессов 5.1. Электромагнитные колебания. Электронные и полупроводниковые выпрямители и усилители. 5.2. Основы акустики.	2	2	2	23	0,8	2	0,8	24
Итого	10	10	10	114	4	4	4	128

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная литература

1. Трофимова Т.И. Курс физики : учеб. пособие для вузов /Москва : Академия, 2008 – 2012 гг.
2. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики /Москва : Академия, 2015 г.
3. Чертов А.Г., Воробьёв А.А. Задачник по физике /Москва.: Физматлит, 2009 г.
4. Савельев И.В. Курс физики, Т. 1 /Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008 г.
5. Савельев И.В. Курс физики, Т. 2. /Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008 г.
6. Савельев И.В. Курс физики, Т. 3. /Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008 г.
7. Добронравов В. В. и др. Курс теоретической механики, –изд. 2-е стереотипное. М.: ВШ, 1968. – 624 с.
8. Епифанов Г. И. Физика твёрдого тела. – М.: ВШ, 1977. – 288 с.
9. Павлов П. В., Хохлов А. Ф. Физика твёрдого тела. – М.: ВШ, 1985. – 384 с.

10. Несис Н. И. Методы математической физики. – М.: Просвещ., 1977. – 183 с.
11. Феодосьев В. И, Соппротивление материалов. – М.: Наука, 1986. – 512 с.
12. Ландау Л. Д., Лившиц Е. М. Теория упругости. –М.: Наука, 1965. – 202 с.
13. Волькенштейн В.С. Сборник задач по общему курсу физики /Издательство: Книжный мир, 2008г.

Дополнительная литература

1. Яворский Б.М, Детлаф А.А. Справочник по физике М.: Наука
2. Калашников С.Г. Электричество М.: Наука
3. Трофимова Т.И. Сборник задач по общему курсу физики М.: Наука
4. Савельев И.В. Сборник задач по общему курсу физики, Т. 3 . М.: Наука
5. Ред. Подымахин В.Н. Сборник лаб. работ по физике, ч.1. "Механика, молекулярная физика и термодинамика" МВИМУ
6. Ред. Подымахин В.Н. Сборник лабораторных работ по физике, ч.2. «Электричество и магнетизм" МГТУ
7. ред. Подымахин В.Н. Сборник лаб. работ по физике. Ч.3. "Волновая оптика, атомная и ядерная физика" МВИМУ
8. Ред. Власов А. Б. Метод. указания к лаб. работам по курсу "Электричество и магнетизм", ч.1 МВИМУ
9. Ред. Власов А. Б. Метод. указания к лаб. работам по курсу "Электричество и магнетизм", ч.2 МВИМУ
10. Карельская Т.К., Федотов А.В. Математическая обработка результатов измерений и представление экспериментальных данных МГТУ
11. Власов А.Б., Морозов Н.Н. Метод. рекомендации по выполнению лаб. работ по курсу общей физики. МВИМУ
12. Власов А.Б. Методическое пособие по физике для специальности 1809. Разделы: "Кинематика", "Динамика" "Элементы теории поля", "Механика жидкости". МГАРФ
13. Власов А.Б. Метод. пособие по физике для специальности 1809. Разделы: "Молекулярная физика и термодинамика". МВИМУ
14. Власов А.Б., Власова С.В. Лаб. практикум по курсам: "Физика твердого тела", "Физико-химические основы электротехнических материалов МВИМУ
15. Власов А.Б. Метод. рекомендации по самостоятельным занятиям по физике. Раздел "Электростатика". МВИМУ
16. Власов А.Б. Метод. рекомендации по самостоятельным занятиям по физике. Раздел "Постоянный электрический ток". МВИМУ
17. Власов А.Б. Метод. рекомендации по самостоятельным занятиям по физике. Раздел "Магнитное поле". МВИМУ
18. Власов А.Б., Власова С.В. Банк задач для контроля остаточных знаний по физике. МГАРФ
19. Михайлюк А.В. Методические указания к самостоятельной работе по физике для курсантов Морской академии МГТУ, обучающихся по специальности 180402.65 «Судовождение». Часть 1. «Механика, молекулярная физика и термодинамика» МГТУ
20. Шолохов В.С. Никонов О.А Учебно – методическое пособие «Основные принципы классической и квантовой физики» МГПУ
21. Шолохов В.С. Учебно – методическое пособие «Основы специальной теории относительности» МГПУ
22. Ред. Ярова О.Ю. Сборник лаб. работ по физике, Часть 1. "Механика, молекулярная физика и термодинамика" Методические указания к выполнению лабораторных работ по физике для курсантов и студентов 1 курса всех специальностей МГТУ, МГТУ

11. Перечень ресурсов информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. [ЭБС «КнигаФонд»](#),
2. [ЭБС «BOOK. ru»](#),
3. [ЭБС «Издательство «ЛАНЬ»](#),
4. [ЭБС IPR books, ООО «ИВИС»](#)
5. <http://www.edu-all.ru>,
6. <http://www.edu.ru>,
7. <http://www.elibrary.ru>,

8. <http://www.mgounb.ru>,
9. <http://www.rsl.ru>.

СОДЕРЖАНИЕ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

РАЗДЕЛ 1. Прикладные вопросы механики точки

Предмет прикладной физики.

При изучении данной темы студент должен понять роль прикладной физики, как науки. Необходимо четко сформировать представление о предмете, задачах и методах прикладной физики. В ходе проработки этой темы студент должен понять гипотезы и эксперимента, в согласии которых рождается теория. Необходимо понимать связь физики и других естественно-технических наук.

Студент должен знать размерности фундаментальных физических величин и уметь выводить размерности величин, производных от них.

Студент также должен четко знать предмет изучения механики, как раздела физики, принцип деления механики на разделы, основные физические модели.

План изучения темы:

1. Предмет, задачи и методы прикладной физики, общая структура курса физики.
2. Опыт, гипотеза, теория.
3. Роль эксперимента в прикладной физике.
4. Роль математики в прикладной физике.
5. Физика и естествознание (география, астрономия, геология, химия, биология).
6. Роль прикладной физики в развитии техники и роль техники в развитии физики.
7. Физические модели.
8. Компьютеры в прикладной физике.
9. Размерности физических величин. Система СИ.
10. Кинематика, статика, динамика, классическая и квантовая механика, релятивистская механика.
11. Основные физические модели: частица (материальная точка), система частиц, абсолютно твёрдое тело, сплошная среда.

Рекомендуемая литература: 1, 4, 7, 9, 10, 14, 21, 22, 24, 26, 29, 39, 40, 41, 42, 44.

Вопросы и задания для самопроверки:

1. Что изучает прикладная физика?
2. Какова структура курса прикладной физики ?
3. В чем отличие гипотезы от теории?
4. Какова роль эксперимента в прикладной физике ?
5. В чем отличие от наблюдения и эксперимента ?
6. Какие основные модели в прикладной физике вы знаете ?
7. Что такое измерение физической величины ?
8. Как определяется размерность фундаментальных величин и производных от них ?

Динамика материальной точки.

При изучении данной темы студент должен четко уяснить задачи динамики, как раздела механики. Студент должен понимать, что причиной любого механического движения является действие силы, которая в свою очередь является причиной возникновения ускорения тела. Вся механика опирается на три основных закона Ньютона, лежащие в основе всей классической механики, изучающей движения тел со скоростями много меньше скорости распространения света в вакууме. Студент должен знать фундаментальные силы в механике, уметь описывать их действие. В этом разделе реперной является тема

гравитационного поля. Необходимо четко уяснить, что любое силовое поле – это, прежде всего действие или взаимодействие на материю, описываемое через какой-либо закон. Если речь идет о гравитационном поле, тогда таким законом является закон Всемирного тяготения. Все поля описываются в принципе одинаково: через задание для каждой точки пространства векторной величины – силовой характеристики поля, и скалярной – энергетической.

План изучения темы:

1. Основная задача механики.
2. Инерциальные и неинерциальные системы отсчёта.
3. Принцип относительности Галилея.
4. Масса и импульс тела.
5. Понятие силы, виды сил, фундаментальные силы.
6. Законы Ньютона.
7. Уравнение движения.
8. Закон сохранения импульса для замкнутых систем.
9. Закон всемирного тяготения.
10. Гравитационное поле.
11. Потенциал гравитационного поля.

Рекомендуемая литература: 1, 4, 7, 9, 10, 14, 21, 22, 24, 26, 29, 39, 40, 41, 42, 44.

Вопросы и задания для самопроверки:

Контрольные вопросы

- 1.Какая система отсчета называется инерциальной? Почему система отсчета, связанная с Землей строго говоря, неинерциальна?
- 2.Что такое сила? Как ее можно охарактеризовать?
- 3.Является ли первый закон Ньютона следствием второго закона? Почему?
- 4.Сформулировав три закона Ньютона, покажите, какова взаимосвязь между этими законами.
- 5.В чем заключается принцип независимости действия сил?
- 6.Какова физическая сущность трения? В чем отличие сухого трения от жидкого? Какие виды внешнего (сухого) трения Вы знаете?
- 7.Что называется механической системой? Какие системы являются замкнутыми?
- 8.В чем заключается закон сохранения импульса? В каких системах он выполняется?
- 9.Каким свойством пространства обуславливается справедливость закона сохранения импульса?
10. Что называется центром масс системы материальных точек? Как движется центр масс замкнутой системы?

Задачи

1. По наклонной плоскости с углом наклона к горизонту, равным 30° , скользит тело. Определить скорость тела в конце третьей секунды от начала скольжения, если коэффициент трения 0,15. [10,9 м/с]

2. Самолет описывает петлю Нестерова радиусом 80 м. Какова должна быть наименьшая скорость самолета, чтобы летчик не оторвался от сиденья в верхней части петли? [28 м/с]

3. Блок укреплен на вершине двух наклонных плоскостей, составляющих с горизонтом углы $\alpha = 30^\circ$ и $\beta = 45^\circ$. Гири равной массы ($m = 2$ кг) соединены нитью, перекинутой через блок. Считая нить и блок невесомыми, принимая коэффициенты трения гирь о наклонные плоскости равными $f = 0,1$ и пренебрегая трением в блоке, определить: 1) ускорение, с которым движутся гири; 2) силу натяжения нити. [1) $0,24 \text{ м/с}^2$; 2) 12 Н]

4. На железнодорожной платформе установлена безоткатная пушка, из которой производится выстрел вдоль полотна под углом 45° к горизонту. Масса платформы с пушкой: $M = 20$ т, масса снаряда $m = 10$ кг, коэффициент трения между колесами платформы и рельсами $k = 0,002$. Определить скорость снаряда, если после выстрела платформа откатилась на расстояние 3 м. [$v = 970 \text{ м/с}$]

5. На катере массой $m = 5$ т находится водомет, выбрасывающий $\mu = 25$ кг/с воды со скоростью $v = 7$ м/с относительно катера назад. Пренебрегая сопротивлением движению катера, определить: 1) скорость катера через 3 мин после начала движения; 2) предельно возможную скорость катера. [1) 6,6 м/с; 2) 7 м/с]

Работа, мощность, энергия.

При изучении данной темы студент должен четко уяснить такие фундаментальные понятия как работа силы, мощность и энергия. Существует два вида механической энергии: кинетическая и потенциальная. Первый вид энергии присущ движущимся телам, второй – телам, взаимодействующим с источником силового поля (в данном разделе – гравитационного). Студент должен понимать закон сохранения полной механической энергии и уметь его применять на практике.

План изучения темы:

1. Работа силы.
2. Мощность.
3. Кинетическая энергия.
4. Работа в потенциальном поле.
5. Консервативные силы.
6. Потенциальная энергия.
7. Виды потенциальной энергии (энергия во внешнем поле, энергия пружины).
8. Закон сохранения механической энергии в потенциальном поле.
9. Сила упругой деформации. Закон Гука.
10. Неконсервативные силы.
11. Общефизический закон сохранения энергии.
12. Упругое и неупругое соударение тел.

Рекомендуемая литература: 1, 4, 7, 9, 10, 14, 21, 22, 24, 26, 29, 39, 40, 41, 42, 44.

Вопросы и задания для самопроверки:

Контрольные вопросы

1. В чем различие между понятиями энергии и работы? Как найти работу переменной силы?
2. Какую работу совершает равнодействующая всех сил, приложенных к телу, равномерно движущемуся по окружности?
3. Что такое мощность? Вывести ее формулу.

4. Дайте определения и выведите формулы для известных вам видов механической энергии.
5. Какова связь между силой и потенциальной энергией?
6. Почему изменение потенциальной энергии обусловлено только работой консервативных сил?
7. В чем заключается закон сохранения механической энергии? Для каких систем он выполняется?
8. Необходимо ли условие замкнутости системы для выполнения закона сохранения механической энергии?
9. В чем физическая сущность закона сохранения и превращения энергии? Почему он является фундаментальным законом природы?
10. Каким свойством времени обуславливается справедливость закона сохранения механической энергии?
11. Что такое потенциальная яма? потенциальный барьер?
12. Какие заключения о характере движения тел можно сделать из анализа потенциальных кривых?
13. Как охарактеризовать положения устойчивого и неустойчивого равновесия? В чем их различие?
14. Чем отличается абсолютно упругий удар от абсолютно неупругого?

Задачи

1. Определить: 1) работу поднятия груза по наклонной плоскости; 2) среднюю и 3) максимальную мощности подъемного устройства, если масса груза 10 кг, длина наклонной плоскости 2 м, угол ее наклона к горизонту 45° , коэффициент трения 0,1 и время подъема 2 с. [1) 170 Дж; 2) 85 Вт; 3) 173 Вт]
2. С башни высотой 35 м горизонтально брошен камень массой 0,3 кг. Пренебрегая сопротивлением воздуха, определить: 1) скорость, с которой брошен камень, если через 1 с после начала движения его кинетическая энергия 60 Дж; 2) потенциальную энергию камня через 1с после начала движения. [1) 17,4 м/с; 2) 88,6 Дж]
3. Пренебрегая трением, определить наименьшую высоту, с которой должна скатываться тележка с человеком по желобу, переходящему в петлю радиусом 10 м, чтобы она сделала полную петлю и не выпала из желоба. [25 м]
4. Пуля массой 10 г, летевшая горизонтально со скоростью $v = 500$ м/с, попадает в баллистический маятник длиной 1 м и массой $M = 5$ кг и застревает в нем. Определить угол отклонения маятника. [$18^\circ 30'$]
5. Тело массой $m = 4$ кг движется со скоростью $U = 3$ м/с и ударяется о неподвижное тело такой же массы. Считая удар центральным и неупругим, определить количество теплоты выделившееся при ударе. [9 Дж]

Уравнение моментов. Движение в поле центральной силы.

При изучении данной темы студент должен овладеть такими понятиями как момент силы и момент импульса, понять смысл уравнения моментов и научиться применять его на практике.

План изучения темы:

1. Момент силы.
2. Момент импульса.
3. Уравнение моментов.
4. Закон сохранения момента импульса.

5. Момент инерции материальной точки.
6. Движение в поле центральной силы.
7. Движение центра масс.
8. Задача двух тел.
9. Законы Кеплера.
10. Космические скорости.
11. Законы сохранения и симметрия пространства и времени.

Рекомендуемая литература: 1, 4, 7, 9, 10, 14, 21, 22, 24, 26, 29, 39, 40, 41, 42, 44.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Что такое момент силы?
- 2) Что такое момента импульса?
- 3) Как связаны моменты силы и импульса? Каков физический смысл уравнения моментов?
- 4) Сформулируйте закон сохранения момента импульса? В каких системах выполняется этот закон? Приведите примеры?
- 5) Какие силы называют потенциальными?
- 6) Что такое консервативные и неконсервативные силы?
- 7) Что такое центральное поле сил? Какое поле называется однородным?
- 8) Каковы общие закономерности движения частицы в центральном силовом консервативном поле?
- 9) В чем заключается проблема двух тел?
- 10) Сформулируйте законы Кеплера?
- 11) Выведите первую, вторую и третью космические скорости? Выведите уравнения траекторий движений тел, движущихся с этими скоростями.

Неинерциальные системы отсчета.

При изучении данной темы студент должен понять, что фундаментальные силы, изученные им ранее, являются по определению ньютоновскими, т.е. «за плечами» этих сил стоят объекты, действующие на данное тело. Силы инерции, учитываемые при переходе в неинерциальные системы отсчета, не являются ньютоновскими.

План изучения темы:

1. Описание движений в неинерциальных системах отсчета.
2. Силы инерции. Центробежная сила, сила Кориолиса.
3. Законы сохранения в неинерциальных системах отсчета.

Рекомендуемая литература: 1, 4, 7, 9, 10, 14, 21, 22, 24, 26, 29, 39, 40, 41, 42, 44.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Какие системы называются инерциальными и неинерциальными?
- 2) В чем состоит описание движения в неинерциальных системах отсчета?
- 3) В каком случае на тело действует сила инерции поступательного движения?
- 4) В каком случае на тело действует центробежная сила? От каких параметров тела и его движения и как зависит центробежная сила?
- 5) В каком случае на тело действует сила Кориолиса? От каких параметров тела и его движения и как зависит сила Кориолиса?
- 6) Какие природные явления подтверждают действие силы Кориолиса?

РАЗДЕЛ 2. Основы гидроаэромеханики

При изучении данной раздела студент должен четко понимать разницу в описании движений жидкостей и газов. Основным понятием в этой теме является давление в жидкости и газах. Необходимо четко знать, как меняется давление в столбе жидкости и газа.

План изучения темы:

1. Свойства жидкостей и газов.
2. Подвижность молекул.
3. Столкновения.
4. Давление.
5. Уравнение состояния.
6. Гидростатика и аэростатика.
7. Уравнение гидростатического равновесия.
8. Барометрическая формула. Атмосферы Земли и планет.
9. Линии тока.
10. Уравнение неразрывности.
11. Закон Бернулли.
12. Роль вязкости. Формула Ньютона.
13. Стационарное течение вязкой жидкости.
14. Формула Пуазейля.
15. Число Рейнольдса.
16. Понятие о турбулентности. Ламинарное и турбулентное течение.

Рекомендуемая литература: 1, 4, 7, 9, 10, 14, 21, 22, 24, 26, 29, 39, 40, 41, 42, 44.

Вопросы и задания для самопроверки:

Контрольные вопросы

1. Что такое давление в жидкости? Давление - величина векторная или скалярная? Какова единица давления в СИ?
2. Сформулируйте и поясните законы Паскаля и Архимеда. Что называют линией тока? трубкой тока? Что характерно для установившегося течения жидкости?
3. Каков физический смысл и как вывести уравнение неразрывности для несжимаемой жидкости? Какой закон выражает уравнение Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости? Выведите это уравнение.
4. Как в потоке жидкости измерить статическое давление? динамическое давление? полное давление?
5. Что такое градиент скорости?
6. Каков физический смысл коэффициента динамической вязкости?
7. Какое течение жидкости называется ламинарным? турбулентным? Что характеризует число Рейнольдса?
8. Поясните (с выводом) практическое применение методов Стокса и Пуазейля.
9. Каковы причины возникновения лобового сопротивления тела, движущегося в жидкости? Может ли оно быть равным нулю?

Задачи

1. Полый железный шар ($\rho = 7,87 \text{ г/см}^3$) весит в воздухе 5 Н, а в воде ($\rho = 1 \text{ г/см}^3$) – 3 Н. Пренебрегая выталкивающей силой воздуха, определить объем внутренней полости шара. [139 см³]
2. Бак цилиндрической формы площадью основания $S = 1 \text{ м}^2$ и объемом $V = 3 \text{ м}^3$ заполнен водой. Пренебрегая вязкостью воды, определить время t , необходимое для опустошения бака, если на дне бака образовалось круглое отверстие площадью $S = 10 \text{ см}^2$. [13 мин]
3. На горизонтальной поверхности стоит цилиндрический сосуд, в боковой поверхности которого имеется отверстие. Поперечное сечение отверстия значительно меньше поперечного сечения самого сосуда. Отверстие расположено на расстоянии 64 см ниже уровня воды в сосуде, который поддерживается постоянным, и на расстоянии 25 см от дна сосуда. Пренебрегая вязкостью воды, определить, на каком расстоянии по горизонтали от сосуда падает на поверхность струя, вытекающая из отверстия. [80 см]
4. В широком сосуде, наполненном глицерином (плотность $\rho = 1,2 \text{ г/см}^3$), падает с установившейся скоростью 5 см/с стеклянный шарик ($\rho = 2,7 \text{ г/см}^3$) диаметром 1 мм. Определить динамическую вязкость глицерина. [1,6 Па·с]
5. В боковую поверхность цилиндрического сосуда, установленного на столе, вставлен на высоте 5 см от его дна капилляр внутренним диаметром $d = 2 \text{ мм}$ и длиной 1 см. В сосуде поддерживается постоянный уровень машинного масла (плотность $\rho = 0,9 \text{ г/см}^3$ и динамическая вязкость $\eta = 0,1 \text{ Па·с}$) на высоте 80 см выше капилляра. Определить, на каком расстоянии по горизонтали от конца капилляра падает на поверхность стола струя масла, вытекающая из отверстия. [$s = 8,9 \text{ см}$]

РАЗДЕЛ 3. Прикладные вопросы термодинамики и молекулярной физики

При изучении данной темы студент должен четко уяснить положения молекулярно-кинетической теории веществ и их применение к газам. Студент должен понимать, что называется идеальным газом, внутренней энергией идеального газа. Главным понятием этой темы является температура. Студент должен знать, что температура – это мера кинетического движения молекул, ее измерение возможно только при погружении термометра в среду, температура которой измеряется.

Основные представления молекулярно-кинетической теории

План изучения темы:

1. Макроскопические параметры состояния системы.
2. Внутренняя энергия системы.
3. Давление идеального газа.
4. Температура.
5. Опытные законы идеального газа.
6. Уравнение состояния идеального газа.

Рекомендуемая литература: 5, 9, 11, 15, 21, 23, 25, 26, 30, 32, 39, 46, 48, 50, 51.

Вопросы и задания для самопроверки:

Контрольные вопросы

1. Почему термодинамический и статистический (молекулярно-кинетический) методы исследования макроскопических систем качественно различны и взаимно дополняют друг друга?

2. Что такое термодинамические параметры? Какие термодинамические параметры вам известны?
3. Как объяснить закон Бойля–Мариотта с точки зрения молекулярно-кинетической теории?
4. Какими законами описываются изобарные и изохорные процессы?
5. Каков физический смысл постоянной Авогадро? числа Лошмидта?
6. При некоторых значениях температуры и давления азот количеством вещества 1 моль занимает объем 20 л. Какой объем при этих же условиях займет водород количеством вещества 1 моль?
7. В чем заключается молекулярно-кинетическое толкование давления газа? термодинамической температуры?
8. В чем содержание и какова цель вывода основного уравнения молекулярно-кинетической теории газов?

Задачи

1. Начертить и объяснить графики изотермического и изобарного процессов в координатах p и V , p и T , T и V .
2. В сосуде при температуре $t = 20\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $p = 0,2\text{ МПа}$ содержится смесь газов – кислорода массой 16 г и азота массой 21 г. Определить плотность смеси. [$2,5\text{ кг/м}^3$]

Физическая кинетика. Явления переноса

При изучении данной темы студент должен понимать суть явлений переноса и уметь описывать с точки зрения физики явления диффузии, теплопроводности и вязкости.

План изучения темы:

1. Явления переноса, длина свободного пробега, среднее число столкновений.
2. Диффузия. Закон Фика.
3. Теплопроводность. Закон Фурье.
4. Вязкость.

Рекомендуемая литература: 5, 9, 11, 15, 21, 23, 25, 26, 30, 32, 39, 46, 48, 50, 51.

Вопросы и задания для самопроверки:

Контрольные вопросы

1. Зависит ли средняя длина свободного пробега молекул от температуры газа? Почему?
2. Как изменится средняя длина свободного пробега молекул с увеличением давления?
3. В чем сущность явлений переноса? Каковы они и при каких условиях возникают?
4. Объяснить физическую сущность законов Фурье? Фика? Ньютона?
5. Каков механизм теплопроводности ультраразреженных газов?

Задачи

1. Определить среднюю продолжительность свободного пробега молекул водорода при температуре 300 К и давлении 5 кПа. Эффективный диаметр молекул принять равным 0,28 нм. [170 нс]

2. Коэффициенты диффузии и внутреннего трения при некоторых условиях равны соответственно $1,42 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ и $8,5 \text{ мкПа}\cdot\text{с}$. Определить концентрацию молекул воздуха при этих условиях. [$1,25 \cdot 10^{24} \text{ м}^{-3}$]

Физика реальных газов и жидкостей.

Изучая данную тему, студент должен научиться понимать, в каких случаях применима модель идеального газа, а в каких нет. Должен знать, каковы свойства реальных газов. Знать, относится ван-дер-ваальсовский газ к реальным газам или нет. Понимать физический смысл поправок Ван-дер-Ваальса. При изучении данной темы студент должен изучить свойства жидкостей, выяснить механизм возникновения поверхностного натяжения и дать его количественную характеристику. Рассмотреть условия равновесия на границе раздела между средами, капиллярные явления и свойства поверхностно-активных веществ.

План изучения темы:

1. Силы и энергия межмолекулярного взаимодействия.
2. Уравнение Ван-дер-Ваальса.
3. Изотермы Ван-дер-Ваальса и их анализ.
4. Критическое состояние.
5. Эффект Джоуля-Томсона.
6. Внутренняя энергия реального газа.
7. Механические и термодинамические свойства жидкостей.
8. Поверхностное натяжение.
9. Формула Лапласа.
10. Явления капиллярности и смачивания.

Рекомендуемая литература: 5, 9, 11, 15, 21, 23, 25, 26, 30, 32, 39, 46, 48, 50, 51.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Чем пренебрегается в идеальном газе ?
- 2) Напишите уравнение Ван-дер-Ваальса, описывающее состояние реальных газов.
- 3) Постройте схематически изотермы Ван-дер-Ваальса и проанализируйте их ?
- 4) В чем заключается эффект Джоуля-Томсона ?
- 5) Определите внутреннюю энергию реального газа.
- 6) Что такое поверхностное натяжение жидкостей ? Приведите примеры.
- 7) В чем заключаются явления капиллярности ? Как на явление капиллярности влияет смачивание ?
- 8) Приведите примеры реализации капиллярных явлений в природе.
- 9) Получите формулу Лапласа для давления под искривленной поверхностью жидкости.
- 10) От чего зависит высота подъема жидкости в капилляре ?

Твёрдые (кристаллические) тела и их свойства

Изучая данную тему, студент должен усвоить, чем отличается строение твердых тел (кристаллов) от жидкостей и газов. Изучить строение твердых тел, классификацию кристаллической решетки. Обратить внимание на различные типы дефектов кристаллов и их влияние на свойства твердых тел. Изучить классическую теорию теплоемкости твердого тела и границы ее применимости.

План изучения темы:

1. Ближний и дальний порядок в расположении атомов.
2. Типы кристаллических решёток.
3. Дефекты в кристаллах.
4. Теплоёмкость кристаллов.
5. Закон Дюлонга и Пти.
6. Жидкие кристаллы.
7. Аморфные твёрдые тела.

Рекомендуемая литература: 5, 9, 11, 15, 21, 23, 25, 26, 30, 32, 39, 46, 48, 50, 51.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Опишите строение твердых, жидких и газообразных веществ.
- 2) Какие существуют типы кристаллических решеток и чем они характеризуются ?
- 3) Какие существуют дефекты и к чему они могут приводить ?
- 4) Как определить теплоемкость кристаллов ?
- 5) Сформулируйте закон Дюлонга и Пти. В каких случаях этот закон выполняется, а в каких нет ?
- 6) Что такое жидкие кристаллы ? Каковы их применения в технике ?
- 7) Что называется аморфными телами ? Приведите примеры.

Фазовые равновесия и превращения.

При изучении данной темы студент должен усвоить, что такое фаза, как происходит переход из одной фазы в другую. Студент должен изучить виды фазовых переходов и их свойства.

План изучения темы:

1. Пересыщенный пар и перегретая жидкость.
2. Плавление и кристаллизация.
3. Фазовые переходы 1 и 2 рода.
4. Уравнение Клайперона-Клаузиуса, тройная точка, диаграмма состояния.

Рекомендуемая литература: 5, 9, 11, 15, 21, 23, 25, 26, 30, 32, 39, 46, 48, 50, 51.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Насыщенный пар ?
- 2) Опишите процесс плавления и кристаллизации ?
- 3) Сформулируйте понятия фазовых переходов 1 и 2 рода. Приведите примеры.
- 4) Напишите уравнение Клайперона-Клаузиуса. В чем его смысл ?
- 5) Приведите пример диаграммы состояний. Опишите ее.

РАЗДЕЛ 4. Прикладные вопросы макроскопической электродинамики

Теорема Гаусса для электростатического поля и её применение

Изучая данную тему, студент должен усвоить понятие потока вектора напряженности электростатического поля. Знать теорему Остроградского-Гаусса в интегральной и дифференциальной форме и уметь ее применять к расчету электростатических полей.

План изучения темы:

1. Поток вектора электростатического поля.
2. Теорема Гаусса-Остроградского.
3. Теорема Гаусса для электростатического поля.
4. Поля бесконечной однородно заряженной плоскости, цилиндрической и сферической поверхностей, плоского, цилиндрического и сферического конденсаторов.

5. Поле объёмно-заряженного шара.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Что такое поток вектора напряженности?
- 2) Сформулируйте теорему Остроградского-Гаусса. Запишите ее в интегральной и дифференциальной форме.
- 3) Используя теорему Остроградского-Гаусса найдите напряженность электростатического поля:
 - равномерно заряженной бесконечной плоскости,
 - двух бесконечных параллельных разноименно заряженных плоскостей,
 - равномерно заряженной сферической поверхности,
 - равномерно заряженного бесконечного цилиндра.
- 4) Точечный заряд $+q$ находится в центре сферической поверхности. Если добавить заряд $+q$ за пределами сферы, то поток вектора напряженности электростатического поля \vec{E} через поверхность сферы...

Варианты ответов:

1. увеличится
2. уменьшится
3. не изменится

Диэлектрики в электростатическом поле

При изучении электрического поля в диэлектриках следует представлять механизм поляризации полярных и неполярных диэлектриков. Усвоить, что такое электрический диполь и как ведет себя диполь в однородных и неоднородных электрических полях. Знать такое физическое понятие, как поляризованность и как связан вектор поляризованности с напряженностью электростатического поля. Усвоить физический смысл диэлектрической проницаемости и восприимчивости среды. Изучая данную тему, студент должен усвоить такое физическое понятие, как вектор электрического смещения, знать преимущество вектора электрического смещения перед вектором напряженности для описания электростатического поля в неоднородных диэлектриках. Должен знать, как ведут себя силовые линии электрического поля на границе раздела «диэлектрик – диэлектрик», «проводник – диэлектрик». Усвоить теорему Остроградского-Гаусса для вектора электрического смещения и уметь ее применять для расчета электростатических полей при наличии диэлектрика.

План изучения темы:

1. Свободные и связанные заряды в диэлектрике.
2. Дипольный момент молекулы.
3. Потенциальная энергия молекулы во внешнем электрическом поле.
4. Полярные и неполярные молекулы. Поляризуемость молекулы.
5. Вектор поляризации.
6. Диэлектрическая восприимчивость.
7. Электрическое поле внутри диэлектрика.
8. Электрическое смещение (индукция).
9. Диэлектрическая проницаемость.
10. Электрическое поле стороннего точечного заряда в диэлектрике.
11. Электрическое поле в плоском конденсаторе.
12. Условия на границе двух диэлектриков.
13. Ёмкость конденсатора с диэлектриком.
14. Сегнетоэлектрики.
15. Прямой и обратный пьезоэлектрический эффект.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Что такое электрический диполь?
- 2) Что такое электрический дипольный момент?
- 3) Как ведет себя электрический диполь в однородных и неоднородных электрических полях?
- 4) Каковы особенности поля электрического диполя?
- 5) Что такое диэлектрик?
- 6) Какие типы диэлектриков вы знаете?
- 7) Что такое вектор поляризованности?
- 8) Как влияет наличие диэлектрика на электростатическое поле?
- 9) Что такое связанные заряды и как они возникают?
- 10) Сформулируйте физический смысл диэлектрической проницаемости среды.
- 11) Что такое вектор электрического смещения?
- 12) Получите выражение теоремы Остроградского-Гаусса для вектора электрического смещения в интегральной и дифференциальной форме.
- 13) Запишите граничные условия для нормальных и тангенциальных составляющих векторов напряженности и электрического смещения.
- 14) В чем заключается метод изображений?
- 15) Запишите и поясните уравнение Пуассона.

Классическая теория электропроводности металлов.

Изучая данную тему, студент должен усвоить основные положения классической электронной теории электропроводности металлов. Знать, какова природа носителей заряда в металлах, какова природа электрического сопротивления, усвоить основные механизмы электропроводности. Изучить основные экспериментальные факты, связанные с электропроводностью металлов и их теоретическую интерпретацию.

План изучения темы:

1. Природа носителей тока в металлах.
2. Вывод основных законов электрического тока.
3. Работа выхода электронов из металла.
4. Эмиссионные явления и их применение.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Опишите опыты Толмена и Стюарта
- 2) Сформулируйте основные положения классической электронной теории электропроводности металлов.
- 3) Объясните природу электрического сопротивления с точки зрения классической электронной теории электропроводности.
- 4) Получите формулы законов Ома и Джоуля-Ленца.
- 5) Как связаны теплопроводность и электропроводность металлов?
- 6) Что такое сверхпроводимость? Перечислите свойства сверхпроводников.
- 7) Каковы границы применимости классической электронной теории электропроводности металлов?

Элементы физической электроники

При изучении данной темы студенты должны усвоить, чем отличаются полупроводники от проводников. Как зависит электропроводность полупроводников от температуры и с чем это связано. Усвоить, каковы процессы образования электронов в

полупроводниках. При изучении данной темы студент должен изучить токи в газах и в вакууме, эмиссионные явления, их типы и применение. Выяснить природу возникновения электрических зарядов в газах. Изучить такое состояние вещества как плазма и ее свойства.

План изучения темы:

1. Электрический ток в вакууме.
2. Термоэлектронная, вторичная и автоэлектронная эмиссии.
3. Электрический ток в газе.
4. Процессы, приводящие к появлению носителей тока в газах.
5. Виды ионизации: термическая, корпускулярная, фотоионизация, ионизация электрическим полем.
6. Рекомбинация.
7. Несамостоятельная и самостоятельная проводимость.
8. Ионизационные камеры и счетчики.
9. Понятие о плазме.
10. Газоразрядная плазма.
11. Тлеющий, дуговой, искровой и коронный разряд.
12. Квазинейтральность.
13. Дебаевский радиус.
14. Высокотемпературная и холодная плазма.
15. Солнце.
16. Ионосфера.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Что такое полупроводник и каковы его свойства?
- 2) Как зависит проводимость полупроводников от температуры и почему?
- 3) Что такое энергия уровня Ферми?
- 4) Что такое собственная проводимость?
- 5) Что такое примесная проводимость?
- 6) Как образуются носители заряда в полупроводнике?
- 7) Каков механизм возникновения тока в газах?
- 8) Что такое самостоятельный и несамостоятельный ток?
- 9) За счет каких факторов подвижность отрицательных зарядов больше, чем положительных?
- 10) В чем состоит механизм термоэлектронной эмиссии?
- 11) Чем обусловлено существование тока насыщения? От чего зависит его сила?
- 12) Что такое плазма?
- 13) Перечислите основные свойства плазмы.
- 14) Что такое квазинейтральность?
- 15) Что такое дебаевский радиус?

Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

Изучая этот раздел, студент должен усвоить силу Лоренца и уметь применять формулу для нее, определять направление движения заряженных частиц в магнитном поле, представлять себе принцип циклических ускорителей заряженных частиц. Студенту также необходимо понимать, что действие силы Лоренца объясняет большинство явлений, происходящих в плазме, находящейся в магнитном поле. Примером такой плазмы является ионосферная плазма в верхней атмосфере Земли.

План изучения темы:

- 1) Сила Лоренца.
- 2) Отклонение заряженных частиц электрическим и магнитным полями.
- 3) Масс-спектрографы.

- 4) Ускорители заряженных частиц.
- 5) Токи в ионосфере и магнитосфере Земли.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Поясните формулу для силы Лоренца ?
- 2) Докажите, что сила Лоренца не совершает работы ?
- 3) Опишите движение заряженной частицы в магнитном поле ?
- 4) Докажите, что траектория движения заряженной частицы, перпендикулярно влетевшей силовым линиям в магнитном поле, будет окружность.
- 5) От чего зависит гирорадиус, гирочастота и период обращения частицы вокруг магнитной силовой линии ?
- 6) Что такое магнитная «бутылка» ?
- 7) Опишите принцип действия масс-спектрографов ? Где они используются и для чего?
- 8) Как действуют ускорители заряженных частиц ?
- 9) Опишите явление электромагнитного дрейфа ?
- 10) Опишите явления гравитационного дрейфа ?
- 11) В чем принципиальная разница между электромагнитным и гравитационным дрейфами ?
- 12) Опишите токи в ионосфере и магнитосфере Земли ? За счет чего они образуются и на что влияют ?

Магнитное поле в веществе

Изучая этот раздел, студент должен уяснить, что исходя из выражения циркуляции вектора магнитной индукции, магнитное поле в отличие от электрического является вихревым.

План изучения темы:

- 1) Магнетики.
- 2) Намагниченность.
- 3) Напряжённость магнитного поля.
- 4) Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость.
- 5) Условия на границе двух магнетиков.
- 6) Диамагнетики.
- 7) Парамагнетики.
- 8) Ферромагнетики.
- 9) Магнитный гистерезис.
- 10) Точка Кюри.
- 11) Закон Кюри-Вейса.
- 12) Антиферромагнетики.
- 13) Ферриты.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Что такое намагничивание вещества ? С какими свойствами атомов и электронов намагничивание связано ?
- 2) Какие вещества называются диа-, пара-, ферромагнетиками ?
- 3) Что такое вектора намагничивания ?
- 4) Что такое магнитная восприимчивость ?
- 5) Как связаны между собой магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость?
- 6) Что такое вектор напряженности магнитного поля ? Как он связан с вектором магнитной индукции ?

- 7) Сформулируйте и поясните закон полного тока в интегральной и дифференциальной формах ?
- 8) Сформулируйте и поясните граничные условия для магнитного поля ?

РАЗДЕЛ 5. Прикладные вопросы колебательных и волновых процессов

Колебания в RLC цепях

При изучении этого раздела следует параллельно рассматривать механические и электромагнитные колебания, что способствует выработке у студента единого подхода к колебаниям различной физической природы. Здесь следует четко уяснить понятия фазы, разности фаз, амплитуды, частоты, периода колебаний и там, где это необходимо, использовать графический метод представления гармонических колебаний. Нужно уяснить, что любые колебания линейной системы всегда можно представить в виде суперпозиции одновременно совершающихся гармонических колебаний с различными частотами, амплитудами и начальными фазами.

План изучения темы:

- 1) Переходные процессы в цепях с ёмкостью и индуктивностью.
- 2) Колебательный контур.
- 3) Колебания в контуре без активного сопротивления.
- 4) Затухающие колебания.
- 5) Логарифмический декремент затухания.
- 6) Добротность контура.
- 7) Вынужденные электрические колебания.
- 8) Резонанс.
- 9) Частоты резонанса.
- 10) Импеданс цепи.
- 11) Индуктивное сопротивление.
- 12) Емкостное сопротивление.
- 13) Реактивное сопротивление.
- 14) Мощность в цепи переменного тока.
- 15) Эффективное значение силы тока.
- 16) Коэффициент мощности.
- 17) Комплексная форма представления колебаний.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Какие токи в цепях называются экстратоками ?
- 2) Что называется колебательным контуром ?
- 3) Выведите формулу для определения периода свободных незатухающих электромагнитных колебаний ?
- 4) Что такое импеданс блока цепи переменного тока ?
- 5) Что определяют модуль и аргумент импеданса ?
- 6) Как выражается импеданс, его модуль и аргумент для индуктивности ?
- 7) Как выражается импеданс, его модуль и аргумент для емкости ?
- 8) Запишите и поясните выражение для импеданса цепи, содержащей последовательно соединенные индуктивность, емкость и активное сопротивление.
- 9) Запишите и поясните выражение для активной мощности переменного тока.
- 10) Что такое явление резонанса ?

Электромагнитные волны

Изучая этот раздел, студент должен обратить внимание на картину мгновенного распределения смещения и скоростей в бегущей волне, различие между бегущей и стоячей волнами, зависимость фазовой скорости от частоты колебаний, найти связь между групповой

и фазовой скоростями и показать их равенство в отсутствие дисперсии волн. Необходимо четко представлять, что переменные электрическое и магнитное поля взаимосвязаны, они поддерживают друг друга и могут существовать независимо от источника, их породившего, распространяясь в пространстве в виде электромагнитной волны. Под энергией электромагнитной волны следует подразумевать сумму энергий электрического и магнитного полей. Простейшей системой, излучающей электромагнитные волны, является колеблющийся электрический диполь. Следует помнить, что если диполь совершает гармонические колебания, то он излучает монохроматическую волну.

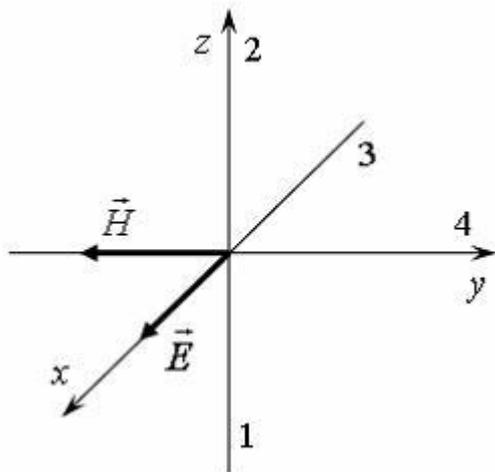
План изучения темы:

- 1) Фазовая скорость, длина волны, волновое число, фазовый фронт, волновой вектор.
- 2) Плоские и сферические волны.
- 3) Затухание волн.
- 4) Волновое уравнение.
- 5) Скорость распространения электромагнитных волн в вакууме.
- 6) Энергия электромагнитных волн. Вектор Пойтинга.
- 7) Импульс электромагнитного поля.
- 8) Излучение диполя.
- 9) Взаимодействие электромагнитных волн с веществом.

Рекомендуемая литература: 2, 6, 7, 9, 12, 13, 16, 17, 21, 22, 24, 27, 31, 33–37.

Вопросы и задания для самопроверки:

- 1) Уравнение плоской синусоидальной волны, распространяющейся вдоль оси Ox , имеет вид $\xi = 0,01\sin(10^3t - 2x)$. Чему равна скорость распространения волны (в м/с)?
- 2) На рисунке показана ориентация векторов напряженности электрического (\vec{E}) и магнитного (\vec{H}) полей в электромагнитной волне. В каком направлении ориентирован вектор плотности потока энергии электромагнитного поля?



- 3) Волновое уравнение и смысл его решений. Виды решений для плоских, сферических и цилиндрических волн.
- 4) Что такое фазовая скорость?
- 5) Из каких теоретических соображений следует существование электромагнитных волн?
- 6) Векторная структура электромагнитных волн в непроводящих средах при отсутствии токов и свободных зарядов.
- 7) Формула взаимосвязи между характеристиками плоской электромагнитной волны и важный физический вывод из этой формулы.

- 8) Плотность энергии электромагнитной волны. Вектор Пойнтинга, его выражение и смысл.
- 9) Зависимость мощности излучения от частоты.