

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет педагогики, психологии и коммуникативистики

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



Иванов А.Г.

2015 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ОД.6.3 ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

индекс и наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование
код и наименование направления подготовки/специальности

Направленность (профиль) _____ Технологическое образование.

Физика _____

наименование направленности (профиля)

Форма обучения _____ очная _____
(очная, очно-заочная, заочная)

Краснодар 2015

Рабочая программа дисциплины «Электричество и магнетизм» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование, с двумя профилями подготовки «Технологическое образование», «Физика»
код и наименование направления подготовки (профиля)

Программу составили:

Суятин Б.Д., доцент, кандидат физико-математических наук



подпись

Земскова Н.В., директор МБОУ гимназия №44



Мыринова М.Ю., канд. биолог. наук, доцент,
зав.кафедры маркетинга и менеджмента
зам.директора УМР КРИА ВО КубГАУ



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры
технологии и предпринимательства
протокол № 13 «26» мая 2015 г.
Заведующий кафедрой
технологии и предпринимательства Сажина Н.М.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и
предпринимательства
протокол № 13 «26» мая 2015 г.
Заведующий кафедрой
технологии и предпринимательства Сажина Н.М.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
педагогики, психологии и коммуникативистики
протокол № 10 «27» июня 2015 г.
Председатель УМК факультета Гребенникова В.М.



подпись

Рецензенты:

Директор учебно-курсового
комбината Корпорации АК
«Электросевкавмонтаж»
А.Н.Гапоненко

Голубь М.С., канд. пед. наук, доцент каф. ДПП ФППК КубГУ

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель дисциплины

Курс «Электричество и магнетизм» нацелен на получение базовых знаний по одному из основных разделов классической физики – механике. В рамках данного курса студенты должны изучить методы теоретической механики и механики сплошных сред, динамики конечномерных голономных механических систем с идеальными связями, научиться использовать различные методы для решения конкретных физических задач на соответствующем специальности уровне.

1.2 Задачи дисциплины

- раскрыть роль фундаментальных принципов и методов теоретической механики;
- научить использовать современный математический аппарат для решения конкретных задач динамики;
- рассмотреть основные проблемы теоретической механики и механики сплошных сред
- сформировать у студентов знания и навыки, позволяющие самостоятельно решать прикладные задачи

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Электричество и магнетизм» относится к обязательной вариативной части в изучении Модуля 1 «Общая и экспериментальная физика» и является базовым теоретическим и практическим основанием для подготовки бакалавров по второму профилю «Физика».

Понятия, законы и методы, введенные в курсе теоретической механики и механики сплошных сред, будут использоваться в курсах электродинамики, радиоэлектроники, термодинамики, статистической физики, квантовой механики

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

ОК-4 Способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся *общекультурной* компетенции (ОК)

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОК-4	Способен использовать знания о современной естественнонаучной картине мира в образовательной и профессиональной деятельности, применять методы математической обработки информации, теоретического и экспериментального исследования.	• базовую терминологию, относящуюся к различным разделам теоретической механики и механики сплошных сред; • способы описания движения механических систем; • формулировку основных теорем и законов теоретической механики и механики сплошных сред	• продемонстрировать применение различных методов при решении конкретных задач динамики; • решать задачи по данной дисциплине; • проводить численные расчеты соответствующих физических величин в общепринятых системах единиц;	• овладеть навыками использовать базовые теоретические знания для решения профессиональных задач • владеть навыками применять на практике базовые профессиональные навыки • владеть навыками использовать специализированные знания в области физики для освоения профильных физических дисциплин (в соответствии с профилем подготовки)

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры			
		3	-	-	-
Аудиторные занятия (всего)	36	36	-	-	-
В том числе:			-	-	-
Занятия лекционного типа	14	14	-	-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	22	22	-	-	-
Самостоятельная работа (всего)	45	45	-	-	-
В том числе:			-	-	-
- подготовка к лекциям ;			-	-	-
- подготовка к семинарам .			-	-	-
Часы контролируемой самостоятельной работы			-	-	-
Вид промежуточной аттестации (зачет, экзамен)	27 Экз	27 Экз	-	-	-
Общая трудоемкость час зач. ед.	108	108	-	-	-
	3	3	-	-	-

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы дисциплины, изучаемые в 3 семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
	Б1.В.ОД.6.3 Электричество и магнетизм					

1.	Электростатическое поле в вакууме. Магнитные цепи на постоянном токе. Закон полного тока. Аналогия электрических и магнитных полей	12	2	4	-	6
2.	Теорема Остроградского-Гаусса. Электрические машины. Назначение и конструкции трансформаторов.	12	2	4	-	6
3.	Потенциал и работа электростатического поля. Расчёт магнитных цепей постоянного тока. Магнитные цепи переменного тока. (Задачи расчёта. Алгоритм расчёта).	12	2	4	-	6
4.	Диэлектрики в электростатическом поле.	12	2	4	-	6
5.	Проводники в электростатическом поле. Измерение индуктивности и ёмкости.	10	2	2	-	6
6.	Эмиссия электронов из проводников. Контактные явления на границах проводников. Постоянный электрический ток.	12	2	2	-	8
7.	Электрический ток в газах. Производство и распределение электрической энергии. Техника безопасности	11	2	2	-	7
Всего		108	14	22		45

2.3 Содержание разделов дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование разделов	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	<i>Б1.В.ОД.6.3 Электричество и магнетизм</i>		

1.	Электростатическое поле в вакууме. Магнитные цепи на постоянном токе. Закон полного тока. Аналогия электрических и магнитных полей	<i>Электростатика – раздел, изучающий статические (неподвижные) заряды и связанные с ними электрические поля. Перемещение зарядов либо отсутствует, либо происходит так медленно, что возникающие при движении зарядов магнитные поля ничтожны. Сила взаимодействия между зарядами определяется только их взаимным расположением. Следовательно, энергия электростатического взаимодействия – потенциальная энергия. Электрические заряды не существуют сами по себе, а являются внутренними свойствами элементарных частиц – электронов, протонов и др. Понятие заряда в электростатике сходно с понятием массы в механике. Электрические и магнитные поля – частный случай более общего – электромагнитного поля (ЭМП). Они могут порождать друг друга, превращаться друг в друга. Если заряды не движутся, то магнитное поле не возникает. ЭМП – есть не абстракция, а объективная реальность – форма существования материи, обладающая определенными физическими свойствами, которые мы можем измерить. Не существует статических электрических полей, не связанных с зарядами, как не существует «голых», не окруженных полем зарядов.</i>	Устный опрос, письменный опрос
----	---	---	---------------------------------------

2.	Теорема Остроградского-Гаусса. Электрические машины. Назначение и конструкции трансформаторов.	Теорема Остроградского-Гаусса, которую мы докажем и обсудим позже, устанавливает связь между электрическими зарядами и электрическим полем. Она представляет собой более общую и более изящную формулировку закона Кулона. Основная ценность теоремы Остроградского-Гаусса состоит в том, что она позволяет <i>глубже понять природу электростатического поля и устанавливает более общую связь между зарядом и полем.</i> Но прежде, чем переходить к теореме Остроградского-Гаусса необходимо ввести понятия: <i>силовые линии электростатического поля и поток вектора напряженности электростатического поля.</i> Для того, чтобы описать электрическое поле, нужно задать вектор напряженности в каждой точке поля. Это можно сделать аналитически или графически.	Собеседование
----	---	---	---------------

3.	Потенциал и работа электростатического поля. Расчёт магнитных цепей постоянного тока. Магнитные цепи переменного тока. (Задачи расчёта. Алгоритм расчёта).	<i>Существует и другой способ описания поля – с помощью потенциала. Однако для этого необходимо сначала доказать, что силы электростатического поля консервативны, а само поле потенциально. Для того, чтобы доказать, что электростатическое поле потенциально, нужно доказать, что силы электростатического поля консервативны. Из механики известно, что любое стационарное поле центральных сил является консервативным, т.е. работа сил этого поля не зависит от формы пути, а только от положения конечной и начальной точек. Получили, что работа электростатических сил не зависит от формы пути, а только лишь от координат начальной и конечной точек перемещения. Следовательно, силы поля консервативны, а само поле потенциально.</i> Этот вывод можно распространить и на поле, созданное системой зарядов, так как по принципу суперпозиции полей: $E = \sum E_k$. И так, как и в механике, любое стационарное поле центральных сил является консервативными, т.е. работа сил этого поля не зависит от формы пути, а только от положения начальной и конечной точек. Именно таким свойством обладает электростатическое поле – поле, образованное системой неподвижных зарядов.	Письменный опрос в конце лекции (10 мин)
----	---	--	---

4.	Диэлектрики в электростатическом поле.	Все известные в природе вещества, в соответствии с их способностью проводить электрический ток, делятся на три основных класса: диэлектрики, полупроводники и проводники. Если удельное сопротивление у проводников равно ρ 10⁶ 10⁸ Ом/м $\rho_{пр} =$, то у диэлектриков 10⁸ 10¹⁸ Ом/м $\rho_{д} =$, а полупроводники занимают промежуточную область $\rho_{д} > \rho_{п/п} > \rho_{пр}$. <i>В идеальном диэлектрике свободных зарядов, то есть способных перемещаться на значительные расстояния (превосходящие расстояния между атомами), нет. Но это не значит, что диэлектрик, помещенный в электростатическое поле, не реагирует на него, что в нем ничего не происходит.</i> Любое вещество состоит из атомов, образованных положительными ядрами и отрицательными электронами. Поэтому в диэлектриках происходит <i>поляризация.</i> <i>Смещение электрических зарядов вещества под действием электрического поля называется поляризацией. Способность к поляризации является основным свойством диэлектриков. В 1920 г. была открыта спонтанная (самопроизвольная) поляризация.</i> <i>Сначала её обнаружили у кристаллов сегнетовой соли (NaKC₄H₄O₆·4H₂O), а затем и у других кристаллов. Всю эту группу веществ называли сегнетоэлектрики (или ферроэлектрики). Детальное исследование диэлектрических свойств этих веществ было проведено в 1930 – 1934 г. И.В. Курчатовым в ленинградском физическом техникуме. Все сегнетоэлектрики обнаруживают резкую анизотропию свойств (сегнетоэлектрические свойства могут наблюдаться только вдоль одной из осей кристалла). У изотропных диэлектриков поляризация всех молекул одинакова, у анизотропных – поляризация, и следовательно, вектор поляризации</i>	Устный опрос
----	--	--	--------------

5.	Проводники в электростатическом поле. Измерение индуктивности и ёмкости.	В проводниках имеются электрически заряженные частицы – носители заряда (электроны в металлах, ионы в электролитах), способные перемещаться по всему объему проводника под действием внешнего электростатического поля. В настоящем разделе мы ограничимся рассмотрением твердых металлических проводников. Носителями заряда в металлах являются электроны проводимости. Они возникают при конденсации паров металла за счет обобществления валентных электронов. При отсутствии электростатического поля металлический проводник является электрически нейтральным электростатическое поле создаваемое положительными и отрицательными зарядами внутри него компенсируется. При внесении металлического проводника во внешнее электростатическое поле, электроны проводимости перемещаются (перераспределяются) до тех пор, пока всюду внутри проводника поле электронов проводимости и положительных ионов не скомпенсирует внешнее поле. Итак, в установившемся состоянии в проводнике, помещенном в электростатическое поле имеем: • <i>Появление у заряженной поверхности на металле заряда противоположного знака – электростатическая индукция. Этот процесс очень краток $\sim 10^{-8}$ с.</i> • <i>Электростатическое экранирование – внутрь проводника поле не проникает.</i> • <i>Во всех точках внутри проводника $E = 0$, а во всех точках на поверхности $E = E_n$ ($E_\tau = 0$);</i> • <i>Весь объем проводника, находящегося в электростатическом поле эквипотенциален. Напряженность поля вблизи поверхности заряженного проводника прямо пропорциональна поверхностной плотности зарядов</i>	Письменный опрос
----	---	---	------------------

6.	Эмиссия электронов из проводников. Контактные явления на границах проводников. Постоянный электрический ток.	Уже отмечалось, при переходе границы раздела между проводником и вакуумом скачком изменяются напряженность и индукция электрического поля. С этим связаны специфические явления. Электрон свободен только в границах металла. Как только он пытается перейти границу «металл – вакуум», возникает кулоновская сила притяжения между электроном и образовавшимся на поверхности избыточным положительным зарядом. Величина работы выхода зависит от химической природы вещества, от его термодинамического состояния и от состояния поверхности раздела. Если энергия достаточная для совершения работы выхода сообщается электронам путем нагревания, то процесс выхода электронов из металла называют термоэлектронной эмиссией. В классической термодинамике металл представляют в виде ионной решетки, заключающей в себе электронный газ. Считают, что сообщество свободных электронов подчиняется законам идеального газа. Следовательно, в соответствии с распределением Максвелла при температуре, отличной от 0 К, в металле есть какое-то количество электронов, тепловая энергия которых больше работы выхода. Эти электроны и покидают металл. Если температуру увеличить, то увеличивается и число таких электронов. <i>Явление испускания электронов нагретыми телами (эмиттерами) в вакуум или другую среду называется термоэлектронной эмиссией.</i> Нагрев необходим для того, чтобы энергии теплового движения электрона было достаточно для преодоления сил кулоновского притяжения между отрицательно заряженным электроном и индуцируемым им на поверхности металла положительным зарядом при удалении с поверхности. Кроме того, при достаточно высокой температуре над поверхностью металла создается отрицательно	Письменный опрос в конце лекции (10 мин)
----	---	--	---

7.	Электрический ток в газах. Производство и распределение электрической энергии. Техника безопасности	В нормальном состоянии газы состоят из электрически нейтральных молекул и атомов, и, следовательно, не могут проводить электрический ток. Поэтому газы являются хорошими электрическими изоляторами. Напомню, что окружающий нас воздух является хорошим и самым дешёвым диэлектриком и его изолирующие свойства широко используются в различных устройствах высокого напряжения (ЛЭП, подстанциях, электростатических генераторах и др.).Проведем опыт: разорвём цепь источника тока, т.е. создадим в ней воздушный промежуток. Если включить в такую разорванную цепь гальванометр, то он покажет отсутствие электрического тока. Поднесём к воздушному промежутку пламя газовой горелки. В пламени происходят интенсивные химические процессы, за счёт энергии которых отдельные атомы могут возбуждаться и ионизироваться. Образующиеся в пламени горелки ионы и электроны переходят в возбужденный промежуток, и под действием приложенной к нему разности потенциалов, начинают двигаться к электродам; в цепи появляется ток. <i>Процесс ионизации</i> заключается в том, что под действием высокой температуры или некоторых лучей молекулы газа теряют электроны, и тем самым, превращаются в положительные ионы. Таким образом, в результате происходит освобождение электронов из атомов и молекул, которые могут присоединиться к нейтральным молекулам или атомам, превращая их в отрицательные ионы. Ионы и свободные электроны делают газ проводником электричества. Ионизация газа может происходить под действием коротковолнового излучения – ультрафиолетовых, рентгеновских и гамма-лучей, а также α, β и космических лучей.	Собеседование
----	--	---	---------------

2.3.2 Занятия семинарского типа не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

Не предусмотрены

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Не предусмотрено

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

№	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	3
1.	Касаткин А.С., Немцов М.В. Электротехника. 12-е изд., стер. М: Изд. центр "Академия", 2016. – 538 с.
2.	Данилов И.А. Общая электротехника. М.: Высшая школа, 2016.
3.	Прошин В.М. Электротехника: учебник / М. Изд.центр «Академия», 2015. – 288 с.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС при реализации различных видов учебной работы в процессе изучения дисциплины «История физики» предусматривается использование в учебном процессе следующих активных и интерактивных форм проведения занятий:

- лекции;
- подготовка письменных рефератов по темам курса;

Темой реферата должна быть история открытия конкретного физического закона или развитие представлений о природе конкретного явления. Кроме того, темой реферата может служить научная деятельность в области физики отдельных ученых и научных школ.

Активные методы обучения (деловые игры, научные проекты): Решение задач исследовательского характера на практических занятиях.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущей аттестации

Тематика контрольных работ

1. Кинематика материальной точки. Интегрирование уравнений движения. Движение в центрально-симметричном поле. Уравнения Лагранжа 1 рода.

2. Уравнения Лагранжа 2 рода. Канонические уравнения Гамильтона. Метод Рауса. Скобка Пуассона.

3. Канонические преобразования. Уравнение Гамильтона-Якоби. Уравнения движения относительно неинерциальных систем отсчета.

4. Линейные колебания. Уравнения движения твердого тела. Идеальная, вязкая жидкость. Звуковые и ударные волны. Теория упругости.

Комплекты тестовых заданий

- Комплект тестовых заданий для оценивания знаний студентов, полученных ранее и необходимых для усвоения курса. Тестирование проводится на 1 неделе занятий.

- Комплект тестовых заданий по темам курса. Тестирование проводится на практических занятиях

Тематика рефератов

Предусмотрено написание рефератов по следующим вопросам:

1. Ограниченная задача трех тел.
2. Собственные колебания систем под действием обобщенно-потенциальных и диссипативных сил.
3. Движение однородного шара по плоскости при наличии трения.
4. Магнитогидродинамические волны в несжимаемой идеальной жидкости.
5. Уравнения движения материальной точки вблизи поверхности Земли.
6. Плоскопараллельное движение твердого тела.
7. Симметричный заряженный быстрый волчок в однородном магнитном поле.
8. Уравнения Уиттекера и Якоби.
9. Экстремальное свойство действия по Гамильтону.
10. Об элементарной теории гироскопа.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Пример решения задачи на расчет неразветвленной цепи.

Задача: Последовательно с катушкой, активное сопротивление которой $R_1=10$ Ом и индуктивность $L=0,0318$ Гн, включен приемник, обладающий активным сопро-

тивлением $R_2=1$ Ом и емкостью $C=796$ мкф (рис. 1). К цепи приложено переменное напряжение, изменяющееся по закону $u=169,8 \cdot \sin(314 \cdot t)$.

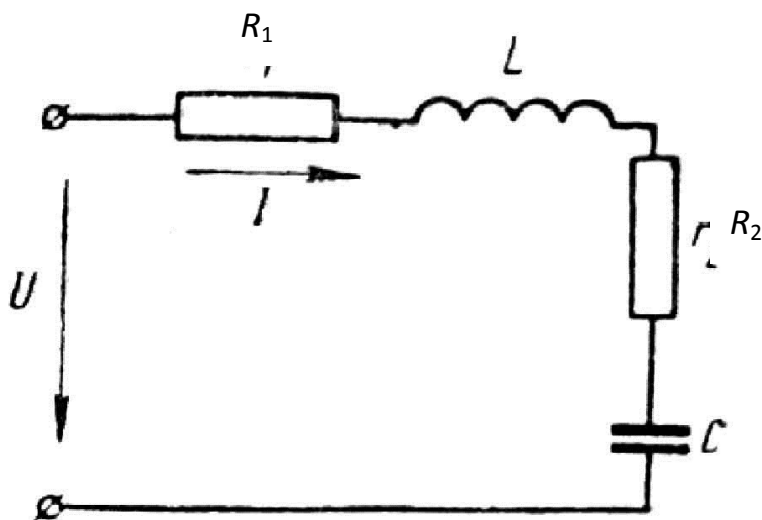


Рис. 1.

Определить: полное сопротивление цепи, коэффициент мощности цепи, ток в цепи, активную, реактивную и полную мощности, а также построить в масштабе векторную диаграмму.

Как нужно изменить величину емкости, чтобы в цепи наступил резонанс напряжений? Индуктивность катушки остается постоянной.

Решение:

1. Сравнивая закон изменения напряжения о цепи с общим выражением $u=U_M \cdot \sin(\omega t)$, можно заключить, что амплитуда напряжения $U_M=169,8$ В, а $\omega=2\pi \cdot f=314$ (1/сек).

Отсюда действующее значение напряжения

$$U = \frac{U_M}{\sqrt{2}} = \frac{169.8}{1.41} = 120 \text{ В.}$$

Частота тока

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{314}{2 \cdot 3.14} = 50 \text{ Гц.}$$

2. Индуктивное сопротивление катушки

$$X_L = \omega L = 2\pi f \cdot L = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 0.0318 = 10 \text{ Ом.}$$

3. Емкостное сопротивление конденсатора

$$X_C = \frac{10^6}{\omega \cdot C} = \frac{10^6}{314 \cdot 796} = 40 \text{ м.}$$

4. Полное сопротивление цепи

$$z = \sqrt{(R_1 + R_2)^2 + (X_L - X_C)^2} = \sqrt{(10 + 1)^2 + (10 - 4)^2} = 12.5 \text{ Ом.}$$

5. Коэффициент мощности цепи

$$\cos \varphi = \frac{R_1 + R_2}{z} = \frac{10 + 1}{12.5} = 0.88. \varphi = 28,35^\circ$$

6. Сила тока в цепи

$$I = \frac{U}{z} = \frac{120}{12.5} = 9.6 \text{ А.}$$

7. Активная мощность

$$P = I^2(R_1 + R_2) = 9.6^2(10 + 1) = 1014 \text{ Вт.}$$

или

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 120 \cdot 9.6 \cdot 0.88 = 1014 \text{ Вт.}$$

8. Реактивная мощность

$$Q = I^2 X_L - I^2 X_C = I^2 (X_L - X_C) = 9.6^2(10 - 4) = 553 \text{ Вар.}$$

или

$$Q = I \cdot U \cdot \sin \varphi = 120 \cdot 9.6 \cdot 0.49 = 553 \text{ Вар.}$$

9. Полная мощность

$$S = I^2 z = 9.6^2 \cdot 12.5 = 1152 \text{ ВА}$$

или

$$S = U \cdot I = 120 \cdot 9.6 = 1152 \text{ ВА}$$

или

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{1014^2 + 553^2} = 1152 \text{ ВА.}$$

10. Построение векторной диаграммы начинаем с определения потерь напряжений на каждом сопротивлении:

$$U_{R1} = I \cdot R_1 = 9.6 \cdot 10 = 96 \text{ (В);}$$

$$U_{R2} = I \cdot R_2 = 9.6 \cdot 1 = 9.6 \text{ (В);}$$

$$U_L = I \cdot X_L = 9.6 \cdot 10 = 96 \text{ (В);}$$

$$U_C = I \cdot X_C = 9.6 \cdot 4 = 38.4(\text{В});$$

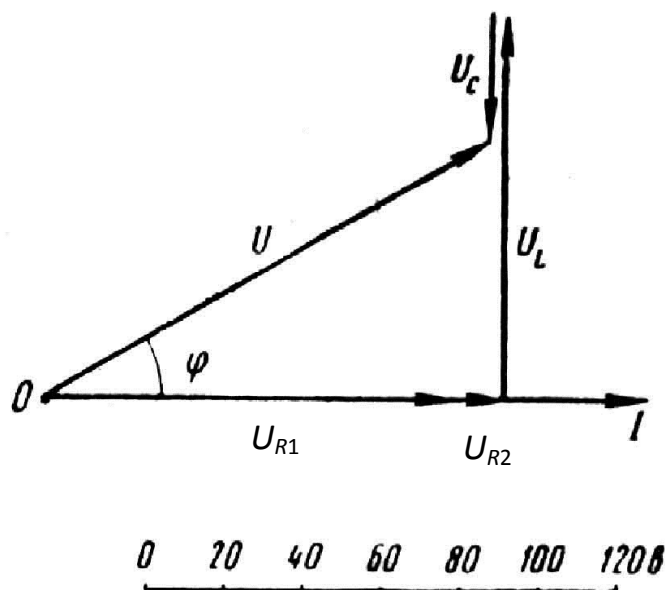


Рис.2

Затем выбираем масштаб для напряжений (см. рис. 2). Построение диаграммы начинаем с вектора тока I , который откладываем по горизонтали вправо от точки O (рис. 2). Вдоль вектора тока откладываем в принятом масштабе напряжения U_{R1} и U_{R2} теряемые в активных сопротивлениях цепи. Эти напряжения совпадают по фазе с током. От конца вектора U_{R2} откладываем в сторону опережения вектора тока под углом 90° вектор потери напряжения U_L в индуктивном сопротивлении. Из конца вектора U_L откладываем вектор U_C в сторону отставания от вектора тока на угол 90° . Геометрическая сумма четырех векторов равна полному напряжению, приложенному к цепи, т. е.

$$U = U_{R1} + U_{R2} + U_L + U_C.$$

11. Для получения резонанса напряжений необходимо, чтобы $X_C = X_L = 10 \text{ Ом}$, тогда

$$10 = \frac{10^6}{2\pi \cdot f \cdot C}, \text{ откуда } C = \frac{10^6}{2\pi \cdot 50 \cdot 10} = 318.5 \mu\text{кФ}. \text{ При этом ток в цепи станет}$$

$$I = \frac{U}{z} = \frac{120}{11} = 10.9 \text{ А}, \text{ где } z = R_1 + R_2 = 11 \text{ Ом}.$$

Пример решения задачи на расчет разветвленной цепи.

Задача: Катушка с активным сопротивлением $R=20\text{ Ом}$ и индуктивностью $L=0,0637\text{ Гн}$ соединена параллельно с конденсатором емкостью $C=65\text{ мкФ}$ (рис. 3).

Определить: токи в ветвях и в неразветвленной части цепи, активные мощности ветвей, углы сдвига фаз между током и напряжением первой и второй ветвей и всей цепи, если к цепи приложено напряжение $U=100\text{ В}$, частота тока $f=50\text{ Гц}$. Как нужно изменить емкость во второй ветви, чтобы в цепи наступил резонанс токов?

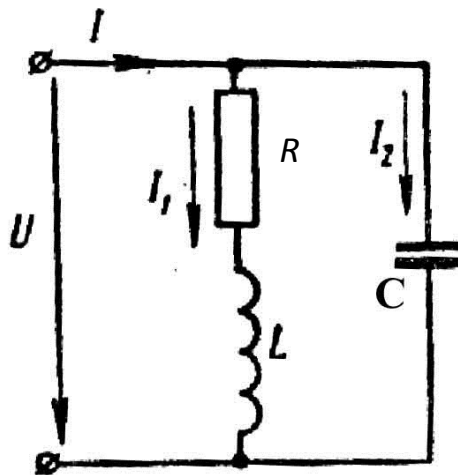


Рис.3.

Построить векторную диаграмму.

Решение:

1. Индуктивное сопротивление катушки

$$X_L = \omega L = 2\pi f L = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 0.0637 = 20\text{ Ом}.$$

2. Емкостное сопротивление конденсатора

$$X_C = \frac{10^6}{\omega \cdot C} = \frac{10^6}{2\pi f C} = \frac{10^6}{2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 65} = 49\text{ Ом}.$$

3. Токи в ветвях

$$I_1 = \frac{U}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{100}{\sqrt{20^2 + 20^2}} = 100/28.4 = 3.5\text{ А}; \quad I_2 = U / X_C = 100/49 = 2.04\text{ А}.$$

4. Коэффициенты мощности ветвей

$$\cos \varphi_1 = \frac{R}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{20}{28.4} = 0.707; \quad \varphi_1 = 45^\circ \text{ (отстающий)}$$

$\cos \varphi_2 = 0$; $\varphi_2 = 90^\circ$. (опережающий).

5. Активные и реактивные составляющие токов ветвей

$$I_{R1} = I_1 \cos \varphi_1 = 3.5 \cdot 0.707 = 2.5 A; I_{P1} = I_1 \sin \varphi_1 = 3.5 \cdot 0.707 = 2.5 A;$$

$$I_{R2}=0; I_{P2}=2.04 \cdot 1.0=2.04 A.$$

6. Ток в неразветвленной части цепи

$$I = \sqrt{(I_{R1} + I_{R2})^2 + (I_{P1} - I_{P2})^2} = \sqrt{(2.5 + 0)^2 + (2.5 - 2.04)^2} = 2.54 A.$$

Реактивные токи ветвей должны вычитаться, так как реактивный ток ветви с емкостью принимается отрицательным.

7. Коэффициент мощности всей цепи

$$\cos \varphi = \frac{I_{R1} + I_{R2}}{I} = \frac{2.5}{2.54} = 0.985$$

8. Активные мощности ветвей

$$P_1 = I_1^2 R = 3.5^2 \cdot 20 = 250 \text{ Вт}; P_2=0$$

Построение векторной диаграммы начинаем с вектора напряжения U (рис. 4). Под углом φ_1 к вектору напряжения (в сторону отставания) откладываем вектор тока I_1 , под углом φ_2 (в сторону опережения) - вектор тока I_2 . Геометрическая сумма этих векторов представляет ток I в неразветвленной части цепи. Проекции токов ветвей на вектор напряжения являются активными составляющими I_{R1} и I_{R2} ; проекции этих токов на вектор, перпендикулярный вектору напряжения, - реактивными составляющими I_{P1} и I_{P2} .

9. При резонансе токов ток I совпадает на фазе с напряжением, что возможно при равенстве реактивных токов ветвей $I_{P1}=I_{P2}$ (см. векторную диаграмму (рис.5)).

Тогда емкостное сопротивление этой ветви

$$X_C = \frac{U}{I_{P2}} = \frac{100}{2.5} = 40 \text{ Ом},$$

отсюда

$$C = \frac{10^6}{2\pi \cdot f \cdot X_C} = \frac{10^6}{2 \cdot 3.14 \cdot 50 \cdot 40} = 79.5 \text{ мкФ}.$$

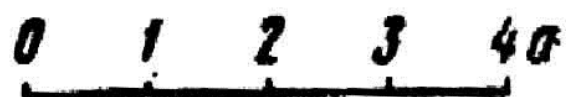
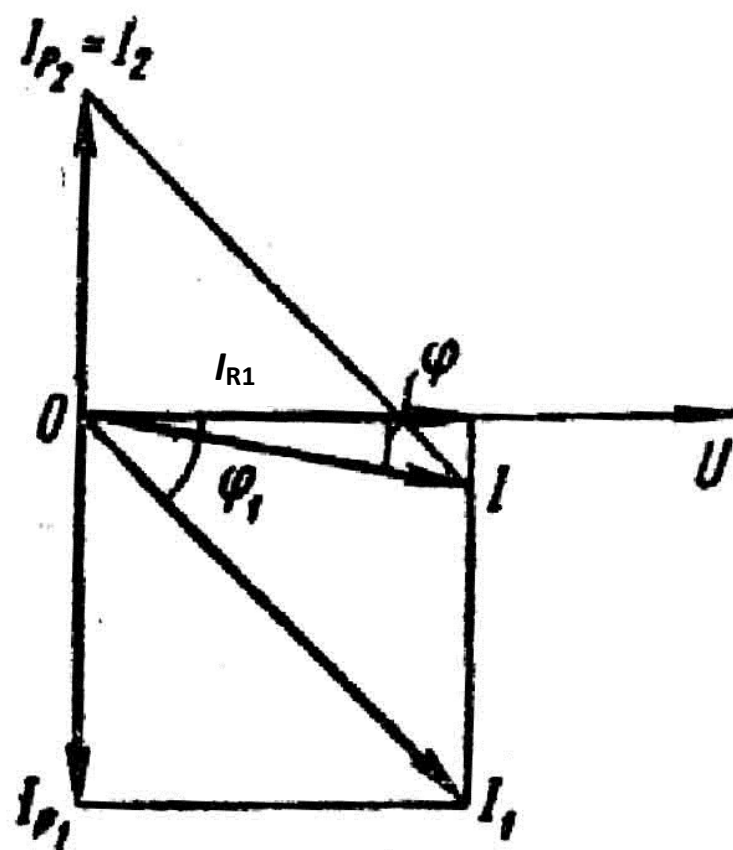


Рис. 5.

Пример решения задачи на расчет трехфазной цепи соединенной звездой.

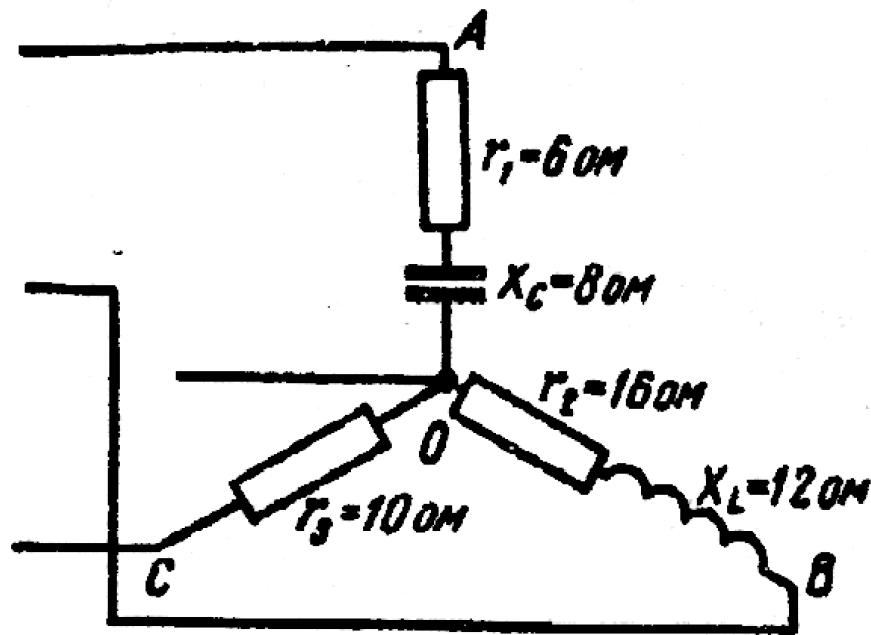


Рис. 6.

Задача: В каждую фазу трехфазной четырехпроводной сети включили сопротивления так, как показано на рис. 6. Величины сопротивлений даны на рисунке. Линейное напряжение сети $U=380В$. Определить: линейные токи, углы сдвига фаз, ток в нулевом проводе, активную, реактивную и полную мощности трех фаз. Построить в масштабе векторную диаграмму.

Решение. 1. Полные сопротивления фаз:

$$Z_A = \sqrt{r_1^2 + X_C^2} = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ Ом};$$

$$Z_B = \sqrt{r_2^2 + X_L^2} = \sqrt{16^2 + 12^2} = 20 \text{ Ом}; \quad Z_C = r_3 = 10 \text{ Ом}.$$

2. Углы сдвига фаз:

$$\cos \varphi_A = \frac{r_1}{Z_A} = \frac{6}{10} = 0.6; \quad \varphi_A = 53^\circ \text{ (опережающий);}$$

$$\cos \varphi_B = \frac{r_2}{Z_B} = \frac{16}{20} = 0.8; \quad \varphi_B = 37^\circ \text{ (отстающий);}$$

$$\cos \varphi_C = 1.0; \quad \varphi_C = 0.$$

3. Фазное напряжение

$$U_\phi = \frac{U}{\sqrt{3}} = \frac{380}{1.73} = 220 \text{ В}.$$

4. Линейные (фазные) токи:

$$I_A = \frac{U_\phi}{Z_A} = \frac{220}{10} = 22A;$$

$$I_B = \frac{U_\phi}{Z_B} = \frac{220}{20} = 11A;$$

$$I_C = \frac{U_\phi}{Z_C} = \frac{220}{10} = 22A;$$

5. Активная мощность потребляется только активными сопротивлениями. Поэтому активная мощность трех фаз

$$P = I_A^2 r_1 + I_B^2 r_2 + I_C^2 r_3 = 22^2 \cdot 6 + 11^2 \cdot 16 + 22^2 \cdot 10 = 9685 \text{ Вт} = 9,685 \text{ кВт}.$$

6. Реактивная мощность потребляется только реактивными сопротивлениями. Поэтому реактивная мощность трех фаз

$$Q = -I_A^2 X_C + I_B^2 X_L = -22^2 \cdot 8 + 11^2 \cdot 12 = -2430 \text{ Вар} = -2,43 \text{ кВар}$$

Знак «минус» показывает, что реактивная мощность системы носит емкостный характер.

7. Полная мощность трех фаз:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{9.685^2 + 2.43^2} = 9.97 \text{ кВА}.$$

8. Построение векторной диаграммы начинаем с векторов фазных напряжений.

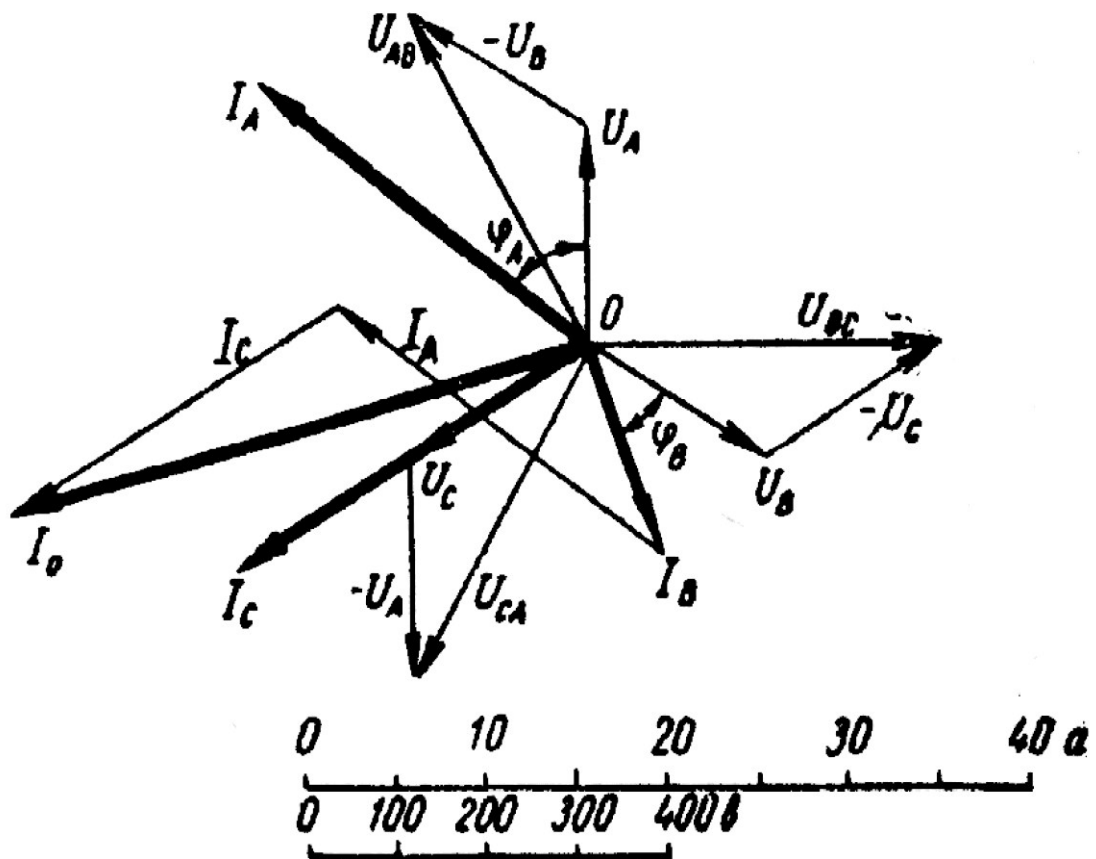


Рис. 7.

Из точки О (рис. 7) в принятом масштабе напряжений проводим три вектора фазных напряжений $\vec{U}_A$, $\vec{U}_B$ и $\vec{U}_C$, углы между которыми составляют 120° . Затем строим векторы линейных напряжений $\vec{U}_{AB}$, $\vec{U}_{BC}$ и $\vec{U}_{CA}$, согласно уравнениям:

$$\vec{U}_{AB} = \vec{U}_A - \vec{U}_B = \vec{U}_A + (-\vec{U}_B);$$

$$\vec{U}_{BC} = \vec{U}_B - \vec{U}_C = \vec{U}_B + (-\vec{U}_C);$$

$$\vec{U}_{CA} = \vec{U}_C - \vec{U}_A = \vec{U}_C + (-\vec{U}_A)$$

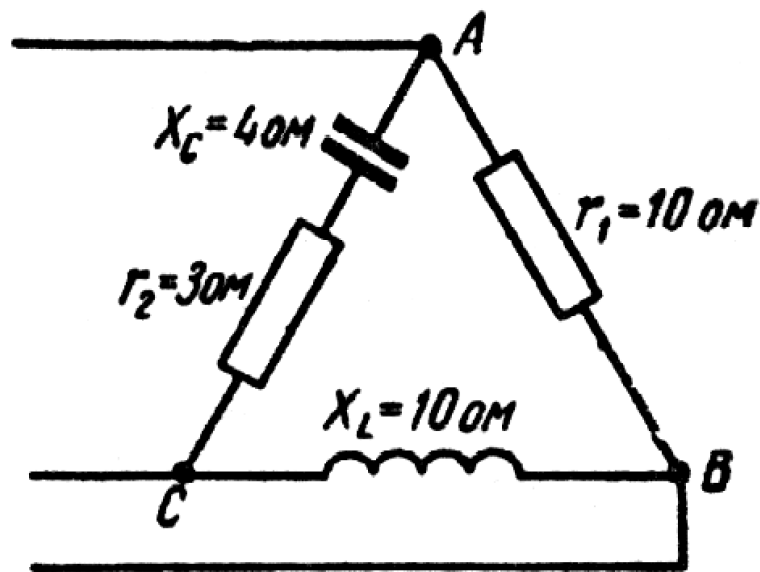
Черточки над буквами показывают, что векторы должны вычитаться и складываться геометрически. Например, для построения линейного напряжения $\vec{U}_{AB}$ к вектору $\vec{U}_A$ нужно геометрически прибавить обратный по направлению вектор $\vec{U}_B$.

Под углом $\varphi_A = 53^\circ$ в сторону опережения вектора фазного напряжения $\vec{U}_A$ откладываем в принятом масштабе токов вектор тока $\vec{I}_A$; под углом $\varphi_B = 37^\circ$ в сторону отставания от вектора фазного напряжения $\vec{U}_B$ откладываем вектор тока $\vec{I}_B$.

Вектор тока $\vec{I}_C$ совпадает по направлению с вектором фазного напряжения $\vec{U}_C$ так как $\varphi_C=0$.

Для определения тока в нулевом проводе I_0 складываем геометрически векторы токов $\vec{U}_A$, $\vec{U}_B$ и $\vec{U}_C$. Из векторной диаграммы, пользуясь масштабом для токов, находим ток $I_0=34A$.

Пример 2: В каждую фазу трехфазной сети включили сопротивления так, как показано на рис. 8. Величины сопротивлений даны на рисунке. Линейное напряжение сети U



$=220V$.

Рис. 8.

Определить: фазные и линейные токи, углы сдвига фаз, активную, реактивную и полную мощности трех фаз. Построить в масштабе векторную диаграмму.

Решение 1. Полные сопротивления фаз:

$$Z_{AB} = r_1 = 10 \text{ Ом}; \quad Z_{BC} = X_L = 10 \text{ Ом};$$

$$Z_{CA} = \sqrt{r_2^2 + X_C^2} = \sqrt{3^2 + 4^2} = 5 \text{ Ом}.$$

2. Углы сдвига фаз:

$$\cos \varphi_{AB} = 1.0; \varphi_{AB} = 0; \cos \varphi_{BC} = 0; \varphi_{BC} = 90^\circ; \text{ (отстающий);}$$

$$\cos \varphi_{AB} = \frac{r_2}{Z_{CA}} = \frac{3}{5} = 0.6; \varphi_{AB} = 53^\circ; \text{ (опережающий).}$$

3. Фазные токи:

$$I_{AB} = \frac{U}{Z_{AB}} = \frac{220}{10} = 22 A;$$

$$I_{BC} = \frac{U}{Z_{BC}} = \frac{220}{10} = 22 A;$$

$$I_{CA} = \frac{U}{Z_{CA}} = \frac{220}{5} = 44 A.$$

4. Активная мощность потребляется только активными сопротивлениями. Поэтому активная мощность трех фаз

$$P = I_{AB}^2 r_1 + I_{CA}^2 r_2 = 22^2 \cdot 10 + 44^2 \cdot 3 = 10660 \text{ Вт} = 10.66 \text{ кВт}.$$

5. Реактивная мощность потребляется только реактивными сопротивлениями. Поэтому реактивная мощность трех фаз

$$Q = I_{BC}^2 X_L - I_{CA}^2 X_C = 22^2 \cdot 10 - 44^2 \cdot 4 = -2900 \text{ Вар} = -2.9 \text{ кВар}.$$

6. Полная мощность трех фаз

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{10.66^2 + 2.9^2} = 11 \text{ кВА}.$$

7. Для определения линейных токов строим векторную диаграмму (рис. 4). Построение _начинаем с векторов фазных (линейных) напряжений $\overrightarrow{U_{AB}}$, $\overrightarrow{U_{BC}}$ и $\overrightarrow{U_{CA}}$.

Вектор тока $\overrightarrow{I_{AB}}$ совпадает с вектором фазного напряжения $\overrightarrow{U_{AB}}$, так как $\varphi_{AB}=0$.

Вектор тока $\overrightarrow{I_{BC}}$ отстает от вектора $\overrightarrow{U_{BC}}$ на угол $\varphi_{BC}=90^\circ$, а вектор тока $\overrightarrow{I_{CA}}$ опережает вектор $\overrightarrow{U_{CA}}$ на угол $\varphi_{BC}=53^\circ$.

Линейные токи $\overrightarrow{I_A}$, $\overrightarrow{I_B}$ и $\overrightarrow{I_C}$ на диаграмме равны геометрической разности соответствующих фазных токов. Например, $\overrightarrow{I_A} = \overrightarrow{I_{AB}} - \overrightarrow{I_{CA}} = \overrightarrow{I_{AB}} + (-\overrightarrow{I_{CA}})$, т.е. ток в линейном проводе А равен геометрической сумме вектора фазного тока $\overrightarrow{I_{AB}}$ и обратного вектора фазного тока $\overrightarrow{I_{CA}}$.

Из векторной диаграммы графически, пользуясь масштабом, определяем линейные токи:
 $I_A=66A$; $I_B=43A$; $I_C=25A$.

Примеры тем лабораторных работ

Лабораторная работа Техника безопасности при работе с электрическими цепями
Лабораторная работа Правила сборки электрических цепей. Электроизмерительные приборы
Лабораторная работа Определение емкости конденсатора баллистическим гальванометром
Лабораторная работа Последовательное и параллельное соединение проводников
Лабораторная работа Измерение сопротивления с помощью моста Уит-стона
Лабораторная работа Изучение зависимости сопротивления лампы накаливания от температуры
Лабораторная работа 16 Полупроводниковые выпрямители
Лабораторная работа 17 Определение индукции магнитного поля постоянного магнита
Лабораторная работа 18 Электромагнитные колебания и волны

Пример тем и перечень вопросов практических занятий

Практическое занятие Электростатика

1. Электрический заряд, его свойства.
2. Закон Кулона.
3. Напряженность и потенциал электростатического поля.
4. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей.

Практическое занятие Электрическое поле в различных средах

1. Проводники в электрическом поле.
2. Равновесие зарядов в проводнике.
3. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками.
4. Электростатическая защита.
5. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.
6. Диэлектрики в электрическом поле.
7. Электрическое поле диполя.
8. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков.
9. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации.
10. Диэлектрическая проницаемость вещества.

Практическое занятие Постоянный электрический ток

1. Сила и плотность тока.
2. Уравнение непрерывности для плотности тока.
3. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.
4. Закон Джоуля-Ленца.
5. Закон Видемана-Франца.
6. Электродвижущая сила источника тока.
7. Правила Кирхгофа.

Практическое занятие Магнитостатика

1. Магнитное взаимодействие постоянных токов.
2. Вектор магнитной индукции.
3. Закон Ампера.
4. Сила Лоренца.
5. Движение зарядов в электрических и магнитных полях.
6. Закон Био-Савара-Лапласа.
7. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

Практическое занятие Магнитное поле в веществе

1. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока.
2. Намагничивание магнетиков.
3. Напряженность магнитного поля.
4. Магнитная проницаемость.
5. Классификация магнетиков.

Практическое занятие Электромагнитная индукция

1. Феноменология электромагнитной индукции.
2. Правило Ленца.
3. Уравнение электромагнитной индукции.
4. Самоиндукция.
5. Индуктивность соленоида.
6. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.
7. Энергия магнитного поля.

Практическое занятие Уравнения Максвелла

1. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
2. Физический смысл уравнений, входящих в систему уравнений Максвелла.
3. Ток смещения.

Практическое занятие Электромагнитные колебания

1. Колебательный контур.
2. Свободные колебания в колебательном контуре.
3. Затухающие колебания в колебательном контуре.
4. Вынужденные колебания в колебательном контуре.

Билеты на экзамен

Билет №1

1. Электрический заряд, его свойства.

2. Закон Кулона.

3. Напряженность и потенциал электростатического поля.

Билет №2

1. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей.

2. Проводники в электрическом поле.

3. Равновесие зарядов в проводнике.

Билет №3

1. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками.

2. Электростатическая защита.

3. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.

Билет №4

1. Диэлектрики в электрическом поле.

2. Электрическое поле диполя.

3. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков.

Билет №5

1. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации.

2. Диэлектрическая проницаемость вещества.

3. Сила и плотность тока.

Билет №6

1. Уравнение непрерывности для плотности тока.

2. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.

3. Закон Джоуля-Ленца.

Билет №7

1. Закон Видемана-Франца.

2. Электродвижущая сила источника тока.

3. Правила Кирхгофа.

Билет №8

1. Магнитное взаимодействие постоянных токов.

2. Вектор магнитной индукции.

3. Закон Ампера.

Билет №9

1. Сила Лоренца.

2. Движение зарядов в электрических и магнитных полях.

3. Закон Био-Савара-Лапласа.

Билет №10

1. Теорема о циркуляции (закон полного тока).

2. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока.

3. Намагничивание магнетиков.

Билет №11

1. Напряженность магнитного поля.

2. Магнитная проницаемость.

3. Классификация магнетиков.

Билет №12

1. Феноменология электромагнитной индукции.

2. Правило Ленца.
3. Уравнение электромагнитной индукции.

Билет №13

1. Самоиндукция.
2. Индуктивность соленоида.
3. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.

Билет №14

1. Энергия магнитного поля.
2. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
3. Физический смысл уравнений, входящих в систему уравнений Максвелла. Ток смещения.

Билет №15

1. Колебательный контур.
2. Свободные колебания в колебательном контуре.
3. Затухающие колебания в колебательном контуре. Вынужденные колебания в колебательном контуре.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

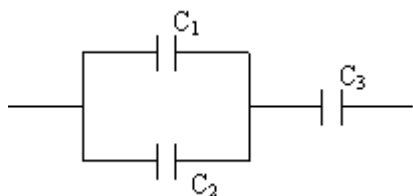
Контрольные вопросы

1. Электрический заряд, его свойства.
2. Закон Кулона.
3. Напряженность и потенциал электростатического поля.
4. Теорема Гаусса в интегральной форме и ее применение для расчета электрических полей.
5. Проводники в электрическом поле.
6. Равновесие зарядов в проводнике.
7. Эквипотенциальные поверхности и силовые линии электростатического поля между проводниками.
8. Электростатическая защита.
9. Емкость проводников и конденсаторов. Энергия заряженного конденсатора.
10. Диэлектрики в электрическом поле.
11. Электрическое поле диполя.
12. Диполь во внешнем электрическом поле. Поляризация диэлектриков.
13. Ориентационный и деформационный механизмы поляризации.
14. Диэлектрическая проницаемость вещества.
15. Сила и плотность тока.
16. Уравнение непрерывности для плотности тока.
17. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах.
18. Закон Джоуля-Ленца.
19. Закон Видемана-Франца.
20. Электродвижущая сила источника тока.
21. Правила Кирхгофа.
22. Магнитное взаимодействие постоянных токов.
23. Вектор магнитной индукции.
24. Закон Ампера.
25. Сила Лоренца.
26. Движение зарядов в электрических и магнитных полях.
27. Закон Био-Савара-Лапласа.
28. Теорема о циркуляции (закон полного тока).
29. Магнитное поле и магнитный дипольный момент кругового тока.

30. Намагничивание магнетиков.
31. Напряженность магнитного поля.
32. Магнитная проницаемость.
33. Классификация магнетиков.
34. Феноменология электромагнитной индукции.
35. Правило Ленца.
36. Уравнение электромагнитной индукции.
37. Самоиндукция.
38. Индуктивность соленоида.
39. Работа по перемещению контура с током в магнитном поле.
40. Энергия магнитного поля.
41. Система уравнений Максвелла в интегральной форме.
42. Физический смысл уравнений, входящих в систему уравнений Максвелла.
43. Ток смещения.
44. Колебательный контур.
45. Свободные колебания в колебательном контуре.
46. Затухающие колебания в колебательном контуре.
47. Вынужденные колебания в колебательном контуре.

Задания для проведения текущего контроля успеваемости

1. При увеличении расстояния между двумя точечными зарядами в 3 раза сила взаимодействия между ними:
 - а) Уменьшилась в 9 раз;
 - б) Уменьшилась в 3 раза;
 - в) Увеличилась в 9 раз;
 - г) Увеличилась в 3 раза.
2. В четырехвалентный кремний добавили первый раз трехвалентный индий, а во второй раз пятивалентный фосфор. Каким типом проводимости в основном будет обладать полупроводник в каждом случае? а) В I - дырочной, во II – электронной; б) В I - электронной, во II – дырочной; в) В обоих случаях электронной; г) В обоих случаях дырочной.
3. Сила взаимодействия электрических зарядов не зависит:
 - а) от расстояния между зарядами;
 - б) от массы зарядов;
 - в) от величины зарядов;
 - г) от среды.
4. Понятие напряжённости электрического поля в данной точке определяет формула:
 - а) qA ; б) Uq ; в) qF ; г) $q\Phi$
5. Тело в ходе электризации приобрело заряд q равный $-3,2 \cdot 10^{-19}$ Кл. Сколько электронов приобрело или потеряло тело? Заряд электрона - $1,6 \cdot 10^{-19}$ Кл.
 - а) приобрело 1;
 - б) потеряло 1;
 - в) приобрело 2;
 - г) потеряло 4.
6. Ёмкость плоского конденсатора определяется формулой:
7. В некоторой точке поля на заряд 4 нКл действует сила 0,4 мкН. Напряжённость поля в этой точке равна:
 - а) 10^{-3} Н/Кл; б) $0,5 \cdot 10^2$ Н/Кл; в) 100 Н/Кл; г) 50 Н/Кл.
8. Две капли имеющие заряды $+5q$ и $-3q$ соединились вместе. Каким стал заряд капли.
 - а) $8q$; б) $-2q$; в) $+2q$; г) $-8q$.
9. Дано: $C_1 = 2$ мкф; $C_2 = 4$ мкф; $C_3 = 3$ мкф. Общая ёмкость батареи конденсаторов представленной на рисунке равна:



а) $9 \cdot 10^{-6}$ Ф; б) $0,5 \cdot 10^{-6}$ Ф; в) $2 \cdot 10^{-6}$ Ф; г) $5 \cdot 10^{-6}$ Ф.

10. Сила тока определяется формулой?

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Примерные вопросы экзамену:

1. Перемещение, скорость, ускорение материальной точки. Законы Ньютона.
2. Законы изменения и сохранения импульса, кинетического момента и энергии материальной точки, системы материальных точек.
3. Одномерное движение. Пример колебаний плоского математического маятника.
4. Интегралы движения материальной точки в центрально-симметричном поле.
5. Вектор Лапласа-Рунге-Ленца.
6. Инфинитные траектории при движении материальной точки в кулоновском поле.

7. Финитные траектории при движении материальной точки в кулоновском поле.
8. Траектория и закон движения материальной точки в центрально-симметричном поле.
9. Точки поворота траектории.
10. Третий закон Кеплера.
11. Основные закономерности движения материальной точки в центрально-симметричном поле.
12. Условие падения частицы на центр.
13. Коррекция траектории движения космических аппаратов.
14. Задача двух тел. Понятие приведенной массы.
15. Система центра масс двух материальных точек.
16. Постановка задачи о рассеянии частиц.
17. Дифференциальное эффективное сечение рассеяния.
18. Рассеяние частиц в кулоновском поле. Формула Резерфорда.
19. Классификация связей. Идеальные, голономные связи.
20. Действительное, возможное, виртуальное перемещение материальной точки.
21. Основная задача механики системы N материальных точек с k идеальными голономными связями.
22. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
23. Уравнения Лагранжа 1 рода (с реакциями связей).
24. Дифференциальный вариационный принцип Даламбера-Лагранжа (основное уравнение механики).
25. Понятие независимых обобщенных координат.
26. Уравнения Лагранжа 2 рода (в независимых обобщенных координатах).
27. Структура кинетической энергии в независимых обобщенных координатах.
28. Структура обобщенно-потенциальной энергии в независимых обобщенных координатах.
29. Сила Лоренца – пример обобщенно-потенциальной силы.
30. Структура диссипативной функции Рэлея в независимых обобщенных координатах.
31. Принцип виртуальных перемещений.
32. Функция Лагранжа. Система уравнений Лагранжа 2 рода для обобщенно-потенциальных механических систем.
33. Понятие обобщенной силы.
34. Понятие обобщенного импульса, обобщенной энергии.
35. Законы изменения и сохранения обобщенного импульса и обобщенной энергии.
36. Структура обобщенного импульса, обобщенной энергии, функции Лагранжа в обобщенных координатах.
37. Функция Лагранжа линейного гармонического осциллятора.

38. Функция Лагранжа электрического заряда в электромагнитном поле, задаваемом потенциалами A, Φ .
39. Принцип наименьшего действия Гамильтона-Остроградского.
40. Принцип наименьшего действия Мопертюи-Лагранжа для обобщенно-консервативных систем.
41. Теорема Нетер. Однородность времени. Однородность и изотропность пространства.
42. Функция Гамильтона. Канонические уравнения Гамильтона.
43. Функция Гамильтона линейного гармонического осциллятора.
44. Функция Гамильтона электрического заряда в электромагнитном поле, задаваемом потенциалами A, Φ .
45. Функция Рауса. Уравнения Рауса.
46. Метод Рауса для систем с циклическими координатами.
47. Фазовое пространство, фазовая траектория. Теорема Лиувилля.
48. Скобка Пуассона, свойства скобки Пуассона.
49. Теорема Якоби-Пуассона.
50. Фазовый портрет линейного гармонического осциллятора.
51. Фазовый портрет математического маятника.
52. Особые точки динамических систем.
53. Особые точки гамильтоновых систем. Сепаратриса.
54. Фазовый портрет осциллятора с затуханием.
55. Метод фазовых портретов в механике (решение задачи о движении материальной точки в кулоновском поле).
56. Метод каноических преобразований (КП).
57. Производящая функция канонического преобразования.
58. Метод КП в задаче о линейном гармоническом осцилляторе.
59. Интегральные инварианты Пуанкаре.
60. Скобка Лагранжа.
61. Теорема о связи скобок Лагранжа и Пуассона.
62. Фундаментальные скобки Пуассона.
63. Метод уравнения Гамильтона-Якоби.
64. Полный интеграл уравнения Гамильтона-Якоби.
65. Уравнение Гамильтона-Якоби для линейного гармонического осциллятора.
66. Уравнение Гамильтона-Якоби для материальной точки, движущейся в центрально-симметричном поле.
67. Физический смысл полного интеграла.
68. Метод разделения переменных для уравнения Гамильтона-Якоби.
69. Определение полного интеграла для обобщенно-консервативных систем, для систем с циклическими координатами.
70. Оптико-механическая аналогия Гамильтона.
71. Переменные действие-угол.
72. Адиабатический инвариант механической системы.
73. Углы Эйлера.

74. Теорема Эйлера о движении твердого тела с одной неподвижной точкой.
75. Кинематические формулы Эйлера.
76. Связь между скоростями материальной точки относительно двух произвольных систем отсчета.
77. Уравнения движения материальной точки относительно неинерциальной системы отсчета.
78. Законы изменения импульса, кинетического момента и энергии твердого тела.
79. Кинетическая энергия вращения.
80. Тензор инерции.
81. Главные оси инерции.
82. Динамические уравнения Эйлера.
83. Положение равновесия механической системы.
84. Собственные одномерные колебания.
85. Положение устойчивого равновесия системы с s степенями свободы.
86. Система уравнений Лагранжа для механической системы с s степенями свободы в окрестности положения устойчивого равновесия.
87. Нормальные координаты и нормальные колебания.
88. Вынужденные колебания, резонанс.
89. Физически бесконечно малая частица. Тензоры деформаций и скоро-стей деформаций.
90. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности.
91. Поверхностные и объемные силы, тензор напряжения.
92. Закон изменения импульса, закон изменения момента импульса и симметрия тензора напряжений.
93. Уравнение изменения кинетической энергии.
94. Фундаментальная система уравнений сплошной среды.
95. Идеальная жидкость. Уравнения движения идеальной жидкости, уравнение Эйлера.
96. Интегралы Бернулли и Коши. Сохранение циркуляции скорости. Потенциальное течение.
97. Потоки импульса и энергии.
98. Звуковые волны. Волновое уравнение.
99. Ударные волны.
100. Вязкая жидкость. Тензор напряжений и уравнения движения. Уравнение Навье-Стокса.
101. Тензор напряжений твердого тела.
102. Модуль сдвига, модуль объемного сжатия.
103. Упругие волны в твердом теле.
5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература:

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.1 Механика, М., Физматлит, 2007.- 224 с. Имеется в ЭБС "Лань" http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=2231
2. Тазюков, Ф.Х., Тазюков, Б.Ф. Задания по курсу "Теоретическая механика. Динамика точки и механической системы". Учебно-методическое пособие / Казан. федер. ун-т, Мех.-мат. фак.; —Казань: [Казанский университет], 2011.-27 с.
3. 2. Никитин Н.Н. Курс теоретической механики. Лань, 2011, 720 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=1807

5.2 Дополнительная литература:

1. Стрелков С.П. Механика. Лань, 2005, 560 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=589
2. Сборник коротких задач по теоретической механике. Под ред. Кепе О.Э., Издательство: Лань, ISBN:978-5-8114-0826-9, 3-е изд., стер., 2009, 368 стр. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=183
3. Нигматулин Р.И. Механика сплошной среды, Кинематика. Динамика. Термодинамика. Статистическая динамика: учебник для студентов высших учебных заведений. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014.— 639 с

5.3. Периодические издания:

1. Вестник СПбГУ.Серия: Математика. Механика. Астрономия
2. Журнал прикладной механики и технической физики
3. Журнал технической физики
4. Журнал экспериментальной и теоретической физики
5. Известия ВУЗов.Серия: Физика
6. Инженерная физика
7. Письма в журнал технической физики
8. Прикладная механика
9. Прикладная механика и техническая физика
10. Теоретическая и математическая физика
11. Успехи механики
12. Успехи физических наук
13. Ученые записки Казанского государственного университета: серия: Физико-математические науки

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

<http://www.kubsu.ru/node/1145> Электронные ресурсы библиотеки КубГУ

eLIBRARY – Научная электронная библиотека <http://elibrary.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Зачет проводится в конце семестра. На зачете оцениваются полученные теоретические и практические знания, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение синтезировать полученные знания и применять их.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)

8.1 Перечень необходимого программного обеспечения

Не требуется

8.2 Перечень необходимых информационных справочных систем

<http://elibrary.ru/> eLIBRARY – Научная электронная библиотека.

<http://www.edu.ru> - Каталог образовательных интернет-ресурсов.

<http://ru.wikipedia.org> - сетевая энциклопедия «Википедия».

<http://www.college.ru> - сайт, содержащий открытые учебники по естественнонаучным дисциплинам.

<http://www.edu.ru> - Российское образование - Федеральный портал.

<http://www.elementy.ru> - сайт, содержащий информацию по всем разделам дисциплины.

<http://www.krugosvet.ru> - сетевая энциклопедия «Кругосвет».

<http://www.naturalscience.ru> - сайт, посвященный вопросам естествознания.

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционная аудитория с мультимедийным оборудованием, лекционная аудитория.