

Компонент ОПОП

Специальность:

26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики
наименование ОПОП

Специализация:

Эксплуатация электрооборудования и средств автоматики объектов водного транспорта

Б1.О.08.01
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

Физика

Разработчик (и):

Михайлюк А.В..

ФИО

доцент

должность

к.ф.н. .

ученая степень,

звание

Утверждено на заседании кафедры

Высшей математики и физики

наименование кафедры

протокол № 1 от 21.09.23 и/.

Заведующий кафедрой

Высшей математики и физики

подпись

Левитес В.В.

ФИО

Мурманск
2024

Пояснительная записка

Объем дисциплины 8 з.е.

1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций ⁱ	Результаты обучения по дисциплине (модулю)	Соответствие Кодексу ПДНВ ¹
ОПК-2. Способен применять естественнонаучные и инженерные знания, аналитические методы в профессиональной деятельности	ОПК-2.1. Применяет фундаментальные математические, естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности ОПК-2.2. Применяет методы теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности ОПК-2.3. Использует естественнонаучные и инженерные знания в профессиональной деятельности	Знать: - основные физические явления и основные законы физики, применение законов в важнейших практических приложениях; - основные физические величины и физические константы; их определение, смысл, способы и единицы измерения; - назначения и принципы действия основных физических приборов. Уметь: - решать типовые физические задачи теоретического, экспериментального и прикладного характера; - делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; - применять знания, полученные при изучении физики, в профессиональной деятельности.	Таблица АШ/6 «Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления»
ОПК-3. Способен проводить измерения и наблюдения, обрабатывать и представлять экспериментальные данные	ОПК-3.1. Использует основные методы и средства проведения экспериментальных исследований, системы стандартизации и сертификации ОПК-3.2. Выбирает способы и средства измерений и проводит экспериментальные исследования ОПК-3.3. Обрабатывает и представляет полученные данные и оценивает погрешности результатов измерений	Уметь: - решать типовые физические задачи теоретического, экспериментального и прикладного характера; - делать обобщения и выводы на основе полученных экспериментальных данных; - применять знания, полученные при изучении физики, в профессиональной деятельности.	Таблица АШ/6 «Наблюдение за эксплуатацией электрических и электронных систем, а также систем управления»
ПК-22 Способен разработать проекты объектов профессиональ-	ПК-22.1. Умеет разрабатывать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физи-	Владеть: - методами проведения физических из-	Таблица АШ/6 «Наблюдение за эксплуатацией электрических и

<p>ной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, эргономических, экологических и экономических требований</p>	<p>ко-технических требований; ПК-22.2. Умеет разрабатывать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом механико-технологических требований; ПК-22.3. Умеет разрабатывать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом эстетических, эргономических требований; ПК-22.4. Умеет разрабатывать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом экологических требований; ПК-22.5. Умеет разрабатывать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом экономических требований;</p>	<p>мерений; - основными приемами обработки экспериментальных данных; - методами расчета погрешности измерений.</p>	<p>электронных систем, а также систем управления»</p>
---	---	--	---

2. Содержание дисциплины (модуля)

Основные кинематические характеристики. Движение тела по окружности, нормальное и тангенциальное ускорение. Преобразование Галилея. Динамика, законы Ньютона. Виды сил. Работа, потенциальная и кинетическая энергия. Закон сохранения энергии. Первая и вторая космические скорости. Динамика системы материальных точек. Центр масс. Закон сохранения импульса. Вращение абсолютно твердого тела. Момент инерции, примеры расчета. Момент силы. Закон сохранения момента импульса. Гироскопы. Работа и кинетическая энергия при вращении тел. Колебание тела на пружине. Колебание тела на подвесе без трения, гармонические колебания. Затухающие колебания, логарифмический декремент затухания, добротность. Вынужденные колебания, резонанс. Неинерциальные системы отсчета, центробежная сила, влияние суточного вращения Земли на вес тела, сила Кориолиса, ее влияние на морские течения. Механика жидкостей, уравнение Бернулли, ламинарный и турбулентный режимы течения жидкости, методы определения вязкости, движение тел в жидкостях и газах, гидродинамический лаг. Приливообразующая сила, вычисление амплитуды прилива в рамках статической модели. Идеальный газ, уравнение состояния идеального газа, средняя энергия молекулы идеального газа, распределение молекул по скоростям. Явление переноса в газах, длина свободного пробега молекулы, коэффициенты диффузии и теплопроводности в газах. Первое начало термодинамики. Теплоемкость газов при постоянном объеме и постоянном давлении. Уравнение адиабаты. Скорость звука в газах. Тепловые машины, КПД, второе начало термодинамики, цикл Карно. Оценка КПД реальных циклов. Поверхностное натяжение жидкости. Капиллярные явления, смачивание. Реальные газы, уравнение Ван – дер-Ваальса, фазовые переходы, сжижение газов. Энтропия. Обратимые и необратимые процессы. Неравенство Клаузиуса. Электростатика, закон Кулона, закон сохранения заряда, напряженность электрического поля, теорема Гаусса. Диэлектрики, полярные и неполярные диэлектрики, диэлектрическая проницаемость, пьезоэлектрический эффект, сегнетоэлектрики. Потенциал электрического

поля, связь напряженности электрического поля и потенциала, электрическая емкость, емкость плоского конденсатора, последовательное и параллельное соединение конденсаторов, энергия электрического поля. Постоянный электрический ток, электродвижущая сила, закон сохранения энергии при протекании тока, закон Ома, правила Кирхгофа для электрической цепи, компенсационный метод измерения ЭДС, мостовая схема для измерения сопротивлений. Электрический ток в газах и электролитах, влияние солености морской воды на ее проводимость, солемеры, протекание тока в объемных проводниках. Основные характеристики магнитного поля, закон Био Саварра-Лапласа, магнитное поле около прямолинейного проводника с током, витка с током. Теорема Остроградского-Гаусса для магнитного поля, магнитное поле соленоида, магнитный момент витка с током. Действие магнитного поля на движущийся заряд (сила Лоренца), работа по перемещению проводника с током в магнитном поле. Закон электромагнитной индукции Фарадея, правило Ленца, генераторы электрического тока. Явление самоиндукции, вычисление индуктивности катушки. Магнитное поле в веществе, магнитная проницаемость, диамагнетизм, парамагнетизм. Ферромагнетизм, петля гистерезиса, техническое использование магнитного потока, трансформаторы переменного напряжения, индукционный лаг. Гармонические колебания, затухающие колебания в электрическом колебательном контуре, декремент затухания, добротность. Вынужденные колебания, резонанс, использование резонанса в электрических цепях. Уравнения Максвелла в интегральной форме, токи смещения. Продольные и поперечные волны, уравнение для плоской электромагнитной волны, шкала электромагнитных волн. Энергия электромагнитной волны, импульс электромагнитного поля. Излучение радиоволн, распространение радиоволн в атмосфере, прием радиоволн, радиолокация. Токи Фуко в массивных проводниках, скин-эффект. Постулаты специальной теории относительности, инерциальные системы отсчета, преобразования Лоренца. Следствия преобразований Лоренца, интервал между событиями, релятивистское сложение скоростей. Шкала электромагнитных волн, скорость света, показатель преломления среды, законы преломления и отражения света на границе раздела сред, принцип Ферма. Полное внутреннее отражение. Геометрическая оптика, формула тонкой линзы, построение изображений в линзе и в зеркале, предельная видимость на море с учетом рефракции. Волновая природа света. Понятие о временной и пространственной когерентности волн, зависимость амплитуды волны от разности фаз колебаний, интерференция света от двухточечных источников, методы наблюдения интерференции. Интерференция света в тонких пленках, полосы равного наклона и равной толщины, кольца Ньютона, интерферометры, методы контроля качества оптической поверхности, просветляющие покрытия, измерение солености воды с помощью интерферометров. Принцип Гюйгенса-Френеля. Дифракция света на круглом отверстии и круглом экране, предельная разрешающая способность приборов, зонная пластинка, дифракция по Фраунгоферу на щели и дифракционной решетке, разрешение решетки, голография. Взаимодействие света с веществом, дисперсия света, элементарная теория дисперсии, поглощение света, закон Бугера, рассеяние света. Поляризация света при отражении и преломлении, закон Малюса, двойное лучепреломление, вращение плоскости поляризации, определение концентрации растворов. Тепловое излучение, формула Планка, закон Стефана-Больцмана, закон смещения Вина, пирометрия, оценка температуры фотосферы Солнца, баланс тепловой энергии Земли, парниковый эффект. Квантовая природа света, энергия кванта, внешний фотоэффект, законы Столетова, уравнение Эйнштейна, масса и импульс фотона, эффект Комптона. Элементы квантовой механики, постулаты Бора, строение атома водорода по Бору, оценка радиуса стационарных орбит электрона. Волновая функция, соотношение неопределенностей Гейзенберга, уравнение Шредингера, квантование, частица в бесконечно глубокой одномерной яме, прохождение частицей потенциального барьера. Уравнение Шредингера для атома водорода, квантовые числа, правила отбора, спектр атома водорода, линейный гармонический осциллятор. Опыты Штерна-Герлаха, спин электрона, строение много электронных атомов, принцип Паули, понятие о строении молекул. Понятие о зонной теории твердого тела, собственная и примесная проводимость полупроводников, фотопроводимость, фотоэлектрические преобразователи, сверх-

проводимость, сверхтекучесть. Опыты Резерфорда, размер и состав атомных ядер, дефект массы и энергия связи ядра, радиоактивное излучение и его виды, закон радиоактивного распада, основы дозиметрии. Реакция деления ядра тяжелых атомов, цепная реакция делений, ядерная энергетика, синтез легких атомных ядер, проблема управляемого термоядерного синтеза. Физика элементарных частиц, космическое излучение, типы взаимодействия элементарных частиц, частицы и античастицы.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- методические указания к выполнению практических, самостоятельных, контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;

- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

1. В.С. Гнатюк, Н.Н. Морозов, О.Ю. Ярова. Лабораторный практикум по механике и молекулярной физике [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие по дисциплине «Физика» для студентов-бакалавров технических направлений и специальностей // Электрон. текст дан. (5,69 Мб). – Мурманск: МГТУ, 2013. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» № 0321301748, 191 с. Регистр. св-во от 30 июля 2013г. № 31046.

2. В.С. Гнатюк, З.Ф. Мурашова. Лабораторный практикум по электричеству и магнетизму [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие по дисциплине «Физика» для студентов-бакалавров технических направлений и специальностей // Электрон. текст дан. (2,19 Мб). – Мурманск: МГТУ, 2014. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – Гос. рег. НТЦ «Информрегистр» №0321401444, 200 с. Регистр. св-во от 15 октября 2014г. № 35974.

3. В.С. Гнатюк, А.В. Михайлюк, О.М. Сорокин, Л.П. Правашинская Методические указания к лабораторным работам. Часть III «Физика: колебания и волны, оптика, атомная физика». Под редакцией д.ф.н., проф. каф. общей и прикладной физики В.С. Гнатюка (для студентов всех направлений подготовки и специальностей МГТУ).- Мурманск : электрон. издание МГТУ, 2020. Заказ № 2622.

4. В.С. Гнатюк, Н.Н. Морозов, З.Ф. Мурашова. Опорный конспект лекций по механике, молекулярной физике и термодинамике. Учеб. пособие по дисциплине «Физика» для студентов естественно - научных и технических направлений подготовки и специальностей // Мурманск, МГТУ, 2018 – 244 с.

5. В.С. Гнатюк. Оптика. Конспект лекций (электр. изд.) // Мурманск, МГТУ, 2019 – 282 с. Зак. № 2511.

6. А.В. Михайлюк. Методические указания к лабораторному практикуму по дисциплине «Физика» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

7. А.В. Михайлюк. Методические указания к расчетно-графическим работам по дисциплине «Физика» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

8. А.В. Михайлюк. Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине «Физика» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики».

9. А.В. Михайлюк. Методические указания к практическим занятиям по «Физическим основам механики» для студентов и курсантов, обучающимся по инженерным специальностям и направлениям МГТУ. - Мурманск : электрон. издание МГТУ, 2019. Заказ № 2573

10. А.В. Михайлюк. Методические указания к выполнению контрольных работ по дисциплине «Физика» для специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и

средств автоматики».

11. А.В. Михайлюк. Комплекс заданий по физике для проверки компетенций студентов и курсантов, обучающихся по специальностям 26.05.05 Судовождение; 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики; 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок. Мурманск : электрон. издание МГТУ, 2019. Заказ № 2572.

12. ФИЗИКА. Программа и методические указания к расчетно-графическим и контрольным работам для студентов заочной формы, обучающихся по специальностям 26.05.05 Судовождение, 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок, 26.05.07 Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики. Мурманск : электрон. издание МГТУ, 2019. Заказ № 2604

13. О.М. Сорокин, М.А. Волков, А.В. Михайлюк. Введение в электромагнетизм. Электронный учебно-методический комплекс для студентов и курсантов, обучающихся по специальности «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» 26.05.07 // Мурманск : электрон. изд-ние МГТУ, 2019. - Заказ № 2526.

4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

Основная литература

1. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 19-е и другие ранние изд., стер. - Москва: Академия, 2012, 2010, 2008 - 2004. - 557, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование).

2. Курс физики: учеб. пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 4-е изд., испр. - Москва: Высш. шк., 2002. - 718 с.: ил.

3. Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 1. Механика. Молекулярная физика [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2017. - 356 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95163>. - Загл. с экрана.

4. Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 2. Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / И.В. Савельев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 468 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100927>. - Загл. с экрана.

5. Савельев, И.В. Курс физики (в 3 тт.). Том 3. Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: Учебное пособие [Электронный ресурс]: учеб. пособие - Электрон. дан. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 308 с. Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/98247>. - Загл. с экрана.

6. Задачник по физике: учеб. пособие для вузов / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - Изд. 8-е, 7-е перераб. и доп. - Москва: Физматлит, 2009, 2006, 2005, 2003, 2001. - 640 с.

Дополнительная литература

7. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов / В. С. Волькенштейн. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург: Кн. мир, 2005. - 327 с.

8. Савельев, И.В. Сборник вопросов и задач по общей физике [Электронный ресурс]: учеб.

пособие / И.В. Савельев. - Электрон. дан. - Санкт-Петербург: Лань, 2018. - 292 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/103195>. - Загл. с экрана.

Справочные системы

[Электронно-библиотечная система "Издательство "Лань"](http://e.lanbook.com)

<http://e.lanbook.com>

[Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн"](http://biblioclub.ru)

<http://biblioclub.ru>

[Электронная библиотечная система "Консультант студента"](http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976518940.html)

<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785976518940.html>

[Электронно-библиотечная система "БиблиоРоссия"](http://www.bibliorossica.com)

<http://www.bibliorossica.com>

[Электронно-библиотечная система "ibooks.ru"](http://ibooks.ru)

<http://ibooks.ru>

[Электронно-библиотечная система "КнигаФонд"](http://www.knigafund.ru)

<http://www.knigafund.ru>

7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

1. Программные продукты Microsoft (подписка на образовательные лицензии, сетевые версии), участие в академической программе Microsoft Azure Dev Tools for Teaching (с февраля 2019 г., ранее Microsoft Imagine, ранее Microsoft DreamSpark, ранее Microsoft MSDN Academic Alliance). Подписки действительны по 10.12.2019 (счет-фактура №IM22116 от 12.11.2018, счет №9552401799 от 10.12.2018);
2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор №32/224 от 14.07.2009);
3. MathWorks MATLAB 2010 (сетевая версия) License Number 619865 от 11.12.2009 (договор №32/356 от 10.12.2009);
4. PascalABC.NET версия 2.2, сборка 903 (23.04.2015) бесплатная некоммерческая лицензия;
5. Lazarus 1.2.6, версия FPC 2.6.4, ревизия SVN 46529, Лицензия: GNU GPL v.2.0/GNU LGPL v. 2.1;
6. Scilab-5.5.2 GNU General Public License (GPL) v.2.0;
7. КОМПАС-3D LT V12, бесплатная некоммерческая версия.

8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Перечень лабораторных работ

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
Первый семестр	
Раздел 1. Механика	
<i>Из приведенного ниже списка по указанию преподавателя выполняется 1 работа</i>	
1.	Расчет погрешностей эксперимента и представление экспериментальных данных. Определение объема параллелепипеда
2.	Определение момента инерции твердых тел по периоду крутильных колебаний
3.	Определение модуля Юнга
4.	Определение момента инерции маховика
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	
<i>Из приведенного ниже списка по указанию преподавателя выполняется 1 работа</i>	
1.	Определение коэффициента вязкости жидкости по методу Стокса
2.	Определение отношения C_p/C_v теплоемкостей газа
Раздел 3. Электричество	
<i>Из приведенного ниже списка по указанию преподавателя выполняется 1 работа</i>	
1.	Градуировка гальванометра и различные схемы его включения
2.	Исследование полезной мощности и КПД источника тока
3.	Измерение сопротивления при помощи моста Уитстона
Второй семестр	
Раздел 4. Электромагнетизм	
<i>Из приведенного ниже списка по указанию преподавателя выполняются 2 работы для очной формы обучения и 1 работа - для заочной</i>	
1.	Изучение распределения магнитного поля соленоида и определение его индуктивности
2.	Определение горизонтальной составляющей магнитного поля Земли
3.	Определение отношения заряда электрона к его массе методом магнетрона
Раздел 5. Колебания и волны. Основы СТО	
1.	Изучение явления стоячих звуковых волн и определение скорости звука в воздухе
Третий семестр:	
Раздел 6. Оптика	
<i>Из приведенного ниже списка по указанию преподавателя выполняются 2 работы для очной формы обучения и 1 работа - для заочной</i>	
1.	Определение радиуса кривизны линзы с помощью колец Ньютона
2.	Изучение явления дифракции с помощью лазерного излучения
3.	Изучение закона Малюса
4.	Законы теплового излучения
5.	Изучение явления фотоэффекта с помощью вакуумного фотоэлемента
Раздел 7. Атомная и ядерная физика	
<i>Из приведенного ниже списка по указанию преподавателя выполняется 1 работа</i>	
1.	Качественный спектральный анализ
2.	Определение массы электрона и радиуса первой боровской орбиты атома водорода

Перечень практических занятий по формам обучения

№	Темы практических работ
Первый семестр	
Раздел 1. Механика	
1.	Кинематика поступательного и вращательного движений
2.	Динамика поступательного движения. Законы Ньютона.
3.	Динамика вращательного движения
4.	Законы сохранения
5.	Элементы механики сплошных сред
Раздел 2. Молекулярная физика и термодинамика	
6.	Молекулярно-кинетическая теория. Уравнение состояния идеального газа
7.	Статистические распределения
8.	Явления переноса
9.	Законы термодинамики. Циклы
Раздел 3. Электричество	
10.	Закон Кулона. Расчет электрических полей
11.	Работа и потенциал электростатического поля
12.	Конденсаторы
13.	Расчет цепей постоянного тока
Второй семестр	
Раздел 4. Электромагнетизм	
1.	Магнитное поле постоянного тока. Закон Био – Савара - Лапласа
2.	Сила Лоренца. Закон Ампера
3.	Работа по перемещению проводника с током в магнитном поле.
4.	Электромагнитная индукция
5.	Энергия магнитного поля
6.	Магнитное поле в веществе. Уравнения Максвелла
Раздел 5. Колебания и волны. Основы СТО	
7.	Гармонические колебания
8.	Затухающие и вынужденные колебания. Декремент затухания. Добротность. резонанс
9.	Электромагнитные волны. Энергия и импульс волны
10.	Релятивистская механика
Третий семестр	
Раздел 6. Оптика	
1.	Электромагнитные волны
2.	Геометрическая оптика
3.	Интерференция света
4.	Дифракция света
5.	Дисперсия света. Закон Бугера
6.	Поляризация света
7.	Законы теплового излучения
8.	Квантовая природа излучения
Раздел 7. Атомная и ядерная физика	
9.	Строение атома водорода по Бору
10.	Волновые свойства частиц. Принцип неопределенности.
11.	Простейшие случаи движения частиц. Уравнение Шредингера для электрона в атоме

	водорода
12.	Атомное ядро. Закон радиоактивного распада
13.	Ядерные реакции
