

Программа учебной дисциплины «Общая физика»

Утверждена

Академическим советом ООП
Протокол №2 от «27» июня 2018 г.

Автор	Д.ф.-м.н., профессор О.Н. Савина, osavina@hse.ru
Число кредитов	8
Контактная работа (час.)	96
Самостоятельная работа (час.)	208
Курс	4
Формат изучения дисциплины	без использования онлайн курса

I. ЦЕЛЬ, РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И ПРЕРЕКВИЗИТЫ

Целями освоения дисциплины «Общая физика» являются овладение студентами основными концепциями естествознания в области физики, приобретение знаний физических законов и представлений об их проявлении в окружающем мире, овладение навыками решения физических задач методами высшей математики.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать:

- основные законы классической и современной физики, границы их применимости применять законы в важнейших практических приложениях;
- методы физического исследования, назначение и принципы действия важнейших физических приборов;
- фундаментальные физические опыты и их роль в развитии науки;
- основные физические величины, их определение, смысл, способы и единицы измерения.

уметь:

- формулировать математическую модель физического явления и обосновывать полученные при решении модельных задач результаты
- применять физические законы для объяснения природных и техногенных явлений;
- оценивать степень достоверности результатов, полученных с помощью экспериментальных или математических методов исследования;
- толковать смысл физических величин и понятий, указать, какие законы описывают данное явление или эффект;
- определять возможности применения теоретических положений дифференциальных уравнений для постановки и решения конкретных физических задач;
- ориентироваться в потоке научной информации для использования новых физических принципов в тех областях техники, в которых он специализируется;

владеть:

- навыками использования общезначимых законов в важнейших практических приложениях;
- навыками обработки и интерпретации результатов эксперимента;
- методами теоретического исследования физических явлений и процессов;

-навыками применения основных методов физико-математического анализа для решения естественнонаучных задач;

-навыками использования стандартных методов и моделей математического анализа, аналитической геометрии и векторной алгебры, также и их применением к решению конкретных физических задач.

Изучение дисциплины «Общая физика» базируется на следующих дисциплинах:

- физика в объеме средней школы.

- математические дисциплины образовательной программы:

математический анализ,

алгебра,

геометрия,

дифференциальные уравнения и динамические системы,

теория поля.

Для освоения учебной дисциплины студенты должны владеть следующими знаниями и компетенциями:

- знать основные законы классической и современной физики;
- знать простейшие методы решения физических задач;
- обладать навыками проведения теоретического исследования физических явлений.

Основные положения дисциплины могут быть использованы в проектной и исследовательской работе студента, а также в будущей научно-исследовательской и педагогической деятельности выпускника.

II. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Тема 1. Кинематика и динамика материальной точки

Кинематика материальной точки. Система отсчета, траектория, перемещение, скорость и ускорение. Угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение. Понятие о силе и массе. Виды взаимодействий и силы. Гравитационная сила. Сила Кулона. Сила Лоренца. Закон Гука. Сила трения. Законы механики Ньютона. Решение уравнения движения.

Тема 2. Законы сохранения в механике

Система материальных точек. Закон сохранения импульса. Момент импульса и момент силы. Уравнение моментов. Закон сохранения момента импульса. Работа, мощность, энергия. Кинетическая энергия. Векторные и скалярные поля. Потенциальная энергия. Связь между силой и потенциальной энергией. Закон сохранения энергии. Столкновения упругие и неупругие. Упругое рассеяние. Рассеяние двух частиц с электростатическим взаимодействием. Сечение рассеяния. Опыт Резерфорда.

Тема 3. Элементы термодинамики

Равновесные и неравновесные процессы. Первое начало термодинамики. Теплоемкость. Адиабатический процесс. Обратимые и необратимые процессы. Температура как интегрирующий делитель. Энтропия. Второе начало термодинамики. Термодинамические функции. Фазовое равновесие и фазовые переходы. Уравнения переноса.

Тема 4. Уравнения Максвелла

Электрическое и магнитное поле в веществе. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации и электростатической индукции. Магнитный диполь в поле. Вектор

намагниченности. Напряженность магнитного поля. Магнитная восприимчивость пара- и диамагнитного газа. Электромагнитная индукция. Закон Фарадея. Энергия электрического и магнитного поля. Ток смещения. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла.

Тема 5. Введение в теорию колебаний и волновых процессов

Периодические процессы. Гармонический осциллятор. Векторные диаграммы. Сложение колебаний. Энергия колебаний. Затухающие и вынужденные колебания. Волновые процессы. Интерференция. Условия максимума и минимума интерференции.

Тема 6. Элементы квантовой механики

Волновые свойства частиц. Гипотеза де Бройля. Статистическая интерпретация волновых функций. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Уравнение Шредингера. Движение свободной частицы. Частица в одномерной потенциальной яме. Потенциальные барьеры и тунелирование. Квантование водородоподобного атома.

При реализации учебной работы предполагается разбор теоретических вопросов и практических задач в рамках теоретических и практических занятий.

III. ОЦЕНИВАНИЕ

Студент должен продемонстрировать хорошее владение определениями и основными теоремами геометрии, а также умение доказывать теоремы и решать типовые задачи. Оценки по всем формам текущего контроля выставляются по 10-ти балльной шкале. При проведении контролей осуществляется выдача индивидуальных заданий.

Для любого из оговоренных в пункте выше видов контроля требования к отчетности соотнесены с указанными в пункте 3 компетенциями. Результатом проверки работы является оценка, выставляемая по 10-ти балльной шкале в соответствии со следующими критериями:

высшая оценка в 10 баллов выставляется при отличном выполнении задания, то есть при наличии полных (с детальными пояснениями и культурой выкладок), оригинальных и правильных решений задач, дополненных при необходимости документами, полученными в результате реализации (проверки) решения в компьютерной вычислительной среде, верных ответов и высококачественного оформления работы.

оценка в 7-8-9 баллов выставляется при наличии решений задач и правильных ответов, но при отсутствии какого-либо из выше перечисленных отличительных признаков, как, например: детальных выкладок или пояснений, качественного оформления, представления алгоритма или последовательности решения задач.

Оценка в 6 баллов выставляется при наличии отдельных неточностей в ответах (включая грамматические ошибки) или неточностях в решении задач непринципиального характера (описки и случайные ошибки арифметического характера).

Оценка в 5 баллов выставляется в случаях, когда в ответах и в решениях задач имеются неточности и ошибки, свидетельствующие о недостаточном

понимании вопросов и требующие дополнительного обращения к тематическим материалам.

Оценка в 4 балла выставляется при наличии серьезных ошибок и пробелов в знаниях по контролируемой тематике.

Оценка в 3 балла выставляется при наличии лишь отдельных положительных моментов в представленной работе.

Оценка в 2 балла выставляется при полном отсутствии положительных моментов в представленной работе.

Оценка в 1 или 0 баллов выставляется в случаях, когда небрежные записи, неправильные ответы и решения, кроме того, сопровождаются какими-либо демонстративными проявлениями безграмотности или неэтичного отношения к изучаемой теме и предмету в целом.

Порядок формирования оценок по дисциплине

Накопленная оценка за 1-2 модуль учитывает результаты студента по текущему контролю следующим образом:

$$O_{\text{накопл.1}} = 0,8 \cdot O_{\text{к/р}} + 0,2 \cdot O_{\text{аудит.1}}$$

Оценка результатов промежуточного контроля в 1-2 модуле вычисляется по формуле:

$$O_{\text{промеж.}} = 0,8 \cdot O_{\text{экзамен промеж.}} + 0,2 \cdot O_{\text{накопл.1}}$$

Накопленная оценка за 3 модуль определяется оценкой за аудиторную работу:

$$O_{\text{накопл.2}} = O_{\text{аудит.2}}$$

Итоговая накопленная оценка рассчитывается по формуле:

$$O_{\text{накопл.итог}} = 0,8 \cdot O_{\text{промеж.}} + 0,2 \cdot O_{\text{накопл.2}}$$

Результирующая оценка за дисциплину (выставляется в диплом) в равных долях определяется оценкой за итоговый экзамен и итоговой накопленной оценкой:

$$O_{\text{дисциплина}} = 0,5 \cdot O_{\text{экзамен итог.}} + 0,5 \cdot O_{\text{накопл.итог}}$$

Способ округления оценок – арифметический.

В зависимости от уровня подготовленности потока студентов коэффициенты в указанных формулах могут быть изменены.

Полученный после округления этой величины до целого значения результат и **выставляется как результирующая оценка по 10-балльной шкале** по учебной дисциплине в экзаменационную ведомость.

IV. ПРИМЕРЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Перечень вопросов к экзамену по всему курсу полностью определяется приведенным выше содержанием курса.

Оценочные средства для текущего контроля студента

Примерные задания для контрольной работы:

Теоретические вопросы :

1. Какие способы описания движения материальной точки Вы знаете?
2. Радиус вектор, скорость, ускорение. Зависит ли радиус вектор от выбора системы координат?
3. Чему равно число степеней свободы в различных случаях движения абсолютно твердого тела?
4. Можно ли применить закон сохранения импульса к неизолированной системе материальных точек? (Необходимо сформулировать закон, дать понятия системы материальных точек, импульса м.т. и системы.)
5. Можно ли применить закон сохранения момента импульса к неизолированной системе материальных точек (При ответе сформулировать закон и дать основные понятия.)
6. Какое свойство сил, действующих на заряд со стороны магнитного поля, обуславливает неизменность значения скорости заряда? Может ли заряд в постоянных электрическом и магнитном полях двигаться вдоль прямой(двигаться в одной плоскости)?.
7. Почему отсутствует сила трения качения для абсолютно твердых тел?
8. Можно ли утверждать, что I закон Ньютона является следствием 2-го. Сформулируйте прямую и обратную задачу механики.
9. Покажите, что третий закон Ньютона можно сформулировать как требование сохранения суммы импульсов взаимодействующих тел, если нет никаких других внешних сил.
10. Как доказывается независимость момента силы, действующего на систему материальных точек от внутренних сил.
11. Как определяется импульс системы материальных точек (два способа) и сила, действующая на нее. Чему равен импульс системы частиц в системе отсчета, связанной с ее центром масс?
12. Выведите формулы для нормального и тангенциального ускорения.
13. Пусть известна зависимость радиуса вектора от времени. Как определить путь, пройденный точкой за заданный промежуток времени.
14. Пусть известна зависимость от времени силы, действующей на материальную точку массой М. Как определить радиус вектор материальной точки в любой момент времени. Какую дополнительную информацию нужно еще для этого знать?
15. Трение сухое и вязкое. Закон Амантона-Кулона, его физический смысл.
16. Показать, что работа силы тяготения не зависит от формы пути.
17. Как по зависимости потенциальной энергии от координаты найти силу. Привести пример.
18. Рассчитать момент инерции диска заданных размеров и массы относительно оси, проходящей через центр симметрии (по указанию преподавателя выбирается ориентация оси: либо в плоскости диска, либо перпендикулярно ей).
19. Доказать теорему Штейнера.
20. Сформулируйте закон сохранения механической энергии.

Механическая энергия системы материальных точек. Может ли механическая энергия сохраняться в незамкнутой системе.

21. Какие уравнения необходимы для описания движения абсолютно твердого тела. Напишите их.

22. Получите формулу для кинетической энергии твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси.

23. Получите уравнение динамики твердого тела, вращающегося относительно неподвижной оси.

Образец варианта контрольной работы.

1. Теоретический вопрос.

Сформулируйте закон сохранения механической энергии. Механическая энергия системы материальных точек. Может ли механическая энергия сохраняться в незамкнутой системе.

2. Задача 1.

Небольшому телу сообщили начальную скорость 3 м/с, в результате чего оно начинает двигаться поступательно без трения вверх по наклонной плоскости, которая образует угол с горизонтом 30° . Определить, на какую высоту поднимется тело.

3. Задача 2.

Тонкий диск массы M и радиуса R может вращаться вокруг вертикальной оси, проходящей через его середину в плоскости диска. В диск на расстоянии L от оси попадает шарик массы m , летящий перпендикулярно плоскости диска со скоростью v и прилипает к нему. Определить угловую скорость, с которой начинает вращаться диск и момент импульса диска. Можно считать массу диска много больше массы шарика.

Примеры заданий итогового контроля

В экзаменационный билет включены: теория и задачи. Студент письменно излагает ответ на вопрос теории, алгоритм решения задачи, интерпретирует полученные результаты. Обсуждение результатов проводится в устной беседе с экзаменатором.

Примеры задач промежуточного и итогового экзамена.

1. Частица, имеющая массу m и заряд e , влетает в однородное стационарное электрическое поле E со скоростью v_0 , перпендикулярной к направлению поля. Определить траекторию движения частицы, считая что на частицу действует еще и сила сопротивления, пропорциональная первой степени скорости: $F = -\alpha v$.
2. Определить период одномерного движения частицы массы m с энергией E в потенциальном поле вида $U = U_0 \operatorname{tg}^2 ax$.
3. Определить закон движения однородного цилиндра радиуса r , катящегося по внутренней стороне цилиндрической поверхности радиуса R .
4. Вычислить изменение энтропии при смешении одноатомного идеального газа массы m_1 , имеющего начальную температуру T_1 и давление p_1 , и двухатомного идеального газа массы m_2 , имеющего начальную температуру T_1 и давление p_1 . Молярные массы газов известны.

5. В равномерно заряженном шаре с объемной плотностью заряда ρ имеется шарообразная полость, центр которой расположен на расстоянии a от центра шара. Найти напряженность электрического поля внутри полости, внутри шара и снаружи шара. Радиусы шара и полости равны соответственно R и R' .
6. Определить вид эквипотенциальных поверхностей и силовые линии при заданном потенциале.
7. Вычислить силу, с которой взаимодействуют два бесконечных параллельных провода, находящихся на расстоянии d друг от друга, по которым текут токи i_1 и i_2 . Магнитная проницаемость среды μ .
8. Две плоские монохроматические линейно поляризованные во взаимно перпендикулярных направлениях волны, имеющие одинаковую частоту, распространяются в одном направлении. Амплитуды первой и второй волн равны E_{01} и E_{02} соответственно. Разность фаз волн φ_0 . Определить поляризацию результирующей волны.
9. Среда состоит из упруго связанных заряженных частиц, коэффициенты упругости которых различны в трех направлениях. Концентрация частиц N . Найти тензор диэлектрической проницаемости среды.
10. Свободная частица находится в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками, расположенными при $x = 0$ и $x = a$ (одномерная задача). Определить уровни энергии частицы, пользуясь постулатом Бора—Зоммерфельда.
11. Для частицы, состояние которой описывается функцией $\Psi(x) = Ae^{-\frac{x^2}{a^2} - ik_0 x}$, найти средние координату и импульс.

V. РЕСУРСЫ

1. Основная литература

1. Никеров В.А. Физика [Электронный ресурс]: учебник и практикум для академического бакалавриата, М.: Юрайт, 2019. - 415 с. - Режим доступа: -978-5-9916-4820-2— <https://www.biblio-online.ru/book/fizika-432881> – Загл. с экрана.
2. Ерофеева Г. В., Крючков Ю. Ю., Склярова Е. А., Чернов И. П. Практические занятия по общему курсу физики [Электронный ресурс]: учебник для бакалавриата и магистратуры, М.: Юрайт, 2019. - 492с. - Режим доступа: 978-5-534-09399-5— <https://www.biblio-online.ru/book/prakticheskie-zanyatiya-po-obshchemu-kursu-fiziki-433822> – Загл. с экрана.

2. Дополнительная литература

1. Бондарев Б. В., Калашников Н. П., Спириг Г. Г. Курс общей физики в 3 кн. Книга 1: Механика [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров, М.: Юрайт, 2019. - 353 с. - 978-5-9916-1753-6, 978-5-9916-2321-6. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/kurs-obschey-fiziki-v-3-kn-kniga-1-mehanika-425487> – Загл. с экрана.
2. Бондарев Б. В., Калашников Н. П., Спириг Г. Г. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: Электромагнетизм, оптика, квантовая физика [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров, М.: Юрайт, 2019. -441 с. -978-5-9916-1754-3, 978-5-9916-2321-6. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/kurs-obschey-fiziki-v-3-kn-kniga-2-elektromagnetizm-optika-kvantovaya-fizika-425490> – Загл. с экрана.

3. Бондарев Б. В., Калашников Н. П., Спирин Г. Г. Курс общей физики в 3 кн. Книга 2: Термодинамика, статистическая физика, строение вещества [Электронный ресурс]: Учебник для бакалавров, М.: Юрайт, 2019. -978-5-9916-1755-0, 978-5-9916-2321-6. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/kurs-obschey-fiziki-v-3-kn-kniga-3-termodinamika-statisticheskaya-fizika-stroenie-veschestva-425491> – Загл. с экрана.

3. Программное обеспечение

№ п/п	Наименование	Условия доступа
1.	Microsoft Windows 8.1 Professional RUS	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>
2.	MS Office Professional Plus 2013	<i>Из внутренней сети университета (договор)</i>

4. Профессиональные базы данных, информационные справочные системы, интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)

№ п/п	Наименование	Условия доступа
	<i>Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы</i>	
1	Электронные библиотечные ресурсы НИУ ВШЭ (электронные образовательные ресурсы)	<i>договор</i>
	<i>Интернет-ресурсы (электронные образовательные ресурсы)</i>	
1.	Открытое образование	URL: https://openedu.ru/

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для лекционных и практических занятий по дисциплине обеспечивают использование и демонстрацию тематических иллюстраций, соответствующих программе дисциплины в составе:

– ПЭВМ с доступом в Интернет (операционная система, офисные программы, антивирусные программы);

– мультимедийный проектор с дистанционным управлением.

Учебные аудитории для самостоятельных занятий по дисциплине имеют возможность подключения к сети Интернет и доступ к электронной информационно-образовательной среде НИУ ВШЭ.