Программа учебной дисциплины «Физика»

Утверждена

Академический руководитель
А.Г. Тоневицкий

«23» августа 2019 г.

Разработчик	Шарыкин Иван Николаевич
Число кредитов	4
Контактная работа (час.)	64
Самостоятельная работа (час.)	88
Курс, Образовательная программа	1-й курс бакалавриата, 06.03.01 «Биология», образовательная программа «Клеточная и молекулярная биотехнология»
Формат изучения дисциплины	Без использования онлайн курса

1. Цель, результаты освоения дисциплины и пререквизиты

Настоящая программа учебной дисциплины устанавливает требования к образовательным результатам и результатам обучения студента и определяет содержание и виды учебных занятий и отчетности.

Программа предназначена для преподавателей, ведущих дисциплину «Физика», учебных ассистентов и студентов направления подготовки 06.03.01 Биология, обучающихся по образовательной программе «Клеточная и молекулярная биотехнология».

Программа учебной дисциплины разработана в соответствии с:

Образовательным стандартом НИУ ВШЭ по направлению 06.03.01 Биология;

Образовательной программой «Клеточная и молекулярная биотехнология» и объединенным учебным планом по образовательной программе «Клеточная и молекулярная биотехнология».

Данная учебная дисциплина включена в раздел «Базовая часть» Учебного плана 06.03.01 Биология и относится к базовой части.

Осваивается на 1 курсе в 1-2 модуле. Изучение данной дисциплины базируется на знаниях средней школы. Поэтому, во многом, чтение курса предполагает повторение и укрепление школьных знаний по физике. Однако в некоторых разделах курс выходит за переделы стандартной школьной программы с целью изучения тем (например, явления переноса, ур. Максвелла и т.д.) необходимых для освоения специальных дисциплин и более целостного понимания фундаментальных законов физики.

Основные положения дисциплины «Физика» будут использоваться при прохождении дисциплин «Биофизика», Экология и биоэкология», «Клеточные технологии и инженерия», «Нанобиотехнологии», «Процессы и аппараты биотехнологии» образовательной программы «Клеточная и молекулярная биотехнология».

Целью изучения данной дисциплины является:

1) Создание необходимой базы знаний для овладения последующих специальных дисциплин учебного плана.

2) Освоение физико-математических методов решения задач.

3) Научить студентов пользоваться математическим аппаратом для создания простейших моделей физических явлений.

В результате освоения дисциплины студент должен:

- знать основные законы классической физики, которые составляют базу необходимую для дальнейшего понимания физических процессов, происходящих в живых системах и в используемом лабораторном оборудовании.
- уметь оперировать основными терминами и понятиями в области классической физики
- владеть начальными навыками построения математических моделей физических явлений, происходящих в природе и в повседневной жизни.

2. Содержание учебной дисциплины

Разделы / темы дисциплины	Объем в часах		Планируемые результаты обучения (ПРО), подлежащие контролю	Формы контроля
Тема 1. Механика. Введение: Кинематика. Силы. Законы Ньютона. Закон сохранения. Механические колебания.	лк	8	Усвоение основных законов механики, умение решать задачи.	тест
	см	8		
	ср	48		
Тема 2. Термодинамика и элементы статической физики. Микроскопическое и макроскопическое описание термодинамической системы. Первое начало термодинамики. Тепловые машины. Фазовые переходы. Насыщенный пар. Второе начало термодинамики. Элементы статистической физики. Явления переноса. Механика жидкости. Поверхностное натяжение.	лк	12	Знание курса термодинамики и статической физики. Понимание основных законов раздела и умение решать задачи	тест
	см	12		
	ср	48		
Тема 3. Электричество и магнетизм Электростатика в вакууме. Электрический ток.	лк	12	Владение знаниями об основных законах и понятиях электричества и магнетизма. Умение решать задачи.	Тест и Итоговая контрольная работа
	см	12		
	ср	56		

Электрический ток в различных средах. Магнетизм. Магнитное поле в вакууме. Электромагнитная индукция. Переходные процессы в цепях постоянного тока. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны.				
Часов по видам учебных занятий:	лк	**32**		
	см	**32**		
	ср	**108**		
Итого часов:	**152**			

<u>Содержание тем дисциплины:</u>

Тема.1 Механика.

1) Введение. Кинематика. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Введение. Эксперимент в физике. Система СИ и СГС. Размерность. Погрешности в эксперименте. Скалярные и векторные величины.
- Кинематика. Простейшие понятия. Путь и перемещение. Мгновенная и средняя скорости. Ускорение.
- Кинематика. Простейшие случаи движения. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Равномерное движение тел по окружности.
- Системы отсчета. Относительность движения. Принцип относительности. Преобразования Галилея.

2) Силы. Законы Ньютона. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Равнодействующая сила.
- Силы в природе. Закон всемирного тяготения. Первая и вторая космические скорости. Сила упругости пружины. Сила реакции опоры. Сила трения (покоя и скольжения).
- Гидростатика. Давление. Закон Паскаля. Давление столба жидкости. Сила Архимеда.
- Момент силы. Условия равновесия твердого тела.

3) Законы сохранения. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Импульс. Закон сохранения и изменения импульса. Центр масс. Закон движения центра масс. Упругие и неупругие соударения.
- Кинетическая энергия. Потенциальная энергия в поле силы тяжести. Потенциальная энергия пружины. Закон сохранения механической энергии.
- Механическая работа. Мощность. Закон изменения механической энергии. Консервативные и неконсервативные силы.

4) Механические колебания. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Колебательные процессы в природе. Гармонические колебания. Период и частота колебаний. Длина волны. Уравнение гармонических колебаний.

- Математический маятник. Пружинный маятник.
- Затухание маятника, логарифмический декремент затухания, добротность.
- Явление резонанса.

Тема. 2 Термодинамика и элементы статистической физики

5) Микроскопическое и макроскопическое описание термодинамической системы. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа)

- Строение вещества. Микроскопические параметры термодинамической системы.
- Макроскопические параметры термодинамической системы. Температура. Давление. Закон Дальтона.
- Модель идеального газа. Связь давления и температуры идеального газа с кинетической энергией его молекул.
- Изотермический, изобарный и изохорный процессы. Уравнение состояния идеального газа.

6) Первое начало термодинамики. Тепловые машины. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Термодинамическая работа. Внутренняя энергия идеального газа. Теплота. Первое начало термодинамики. Вечный двигатель 1-го рода.
- Теплоемкость. Молярная теплоемкость. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Молярные теплоемкости при постоянном объеме и давлении. Соотношение Майера. Зависимость теплоемкости от температуры.
- Адиабатический и политропический процессы. Уравнение адиабаты и политропы идеального газа.
- Тепловые машины. Коэффициент полезного действия (КПД). Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теоремы Карно.

7) Фазовые переходы. Насыщенный пар. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Агрегатные состояния вещества. Удельная теплота фазового перехода.
- Испарение. Фазовое равновесие жидкость-пар, насыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Изотермы реального газа. Влажность воздуха. Кипение.
- Твердые тела. Плавление. Кристаллизация. Фазовые диаграммы твердое-тело-жидкость-пар. Тройная точка. Критическая точка.

8) Второе начало термодинамики. Элементы статистической физики. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Второе начало термодинамики. Энтропия (Термодинамическое определение). Неравенство Клаузиса. Вечный двигатель 2-го рода. Обратимые и необратимые процессы. Закон возрастания энтропии. Энтропия идеального газа. Третье начало термодинамики.
- Микро- и макро-состояния. Статистический вес. Стат. определение энтропии и температуры. Обратимые и необратимые процессы (статистическое рассмотрение).
- Распределение Максвелла. Наиболее вероятная средняя, средняя и среднеквадратичная скорости.

9) Явления переноса. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Частота столкновения молекул между собой.
- Явления переноса. Диффузия. Теплопроводность. Вязкость.

- Закон Эйнштейна-Смолуховского. Броуновское движение.

10) Механика жидкости. Поверхностное натяжение. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли.
- Стационарное ламинарное течение вязкой жидкости. Число Рейнольдса.
- Поверхностное натяжение и поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения, краевой угол. Смачивание и несмачивание. Формула Лапласа. Капиллярный эффект.

Тема 3. Электричество и магнетизм

11) Электростатика в вакууме. Электрический ток. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Элементарный заряд. Свободные заряды. Закон сохранения заряда.
- Теорема Гаусса. Примеры применения теоремы Гаусса.
- Потенциал электрического поля. Связь потенциала с напряженностью электрического поля. Теорема о циркуляции электрического поля.
- Проводники в электрическом поле. Электростатическая индукция. Условия на поверхности и в объеме проводника. Заземление.
- Электрическая емкость проводников. Плоский конденсатор. Энергия электрического поля плоского конденсатора.
- Условия существования электрического тока. Сила и плотность тока.

12) Электрический ток в различных средах. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Электрический ток в проводниках. Сопротивление. Закон Ома в интегральной и дифференциальной формах. Тепловое действие электрического тока и закон Джоуля-Ленца.
- Химические источники электрического тока. Сторонние силы и ЭДС. Правила Кирхгофа.
- Электрический ток в электролитах. Законы Фарадея.
- Электрический ток в газах. Самостоятельная и не самостоятельная проводимость газов. Пробой и искровой разряд.

13) Магнетизм. Магнитное поле в вакууме. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Магнитное поле постоянного электрического тока. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа.
- Сила Ампера. Магнитный момент рамки с током. Действие магнитного поля на рамку с током.
- Теорема о циркуляции магнитного поля в вакууме. Магнитное поле соленоида. Теорема Гаусса для магнитного поля.
- Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле. Циклотронная частота.

14) Электромагнитная индукция. Переходные процессы в цепях постоянного тока. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Электромагнитная индукция. Правило Ленца. ЭМ индукция в движущихся и покоящихся проводниках. Вихревое электрическое поле.
- Магнитный поток. Коэффициент самоиндукции. Индуктивность соленоида. Магнитная энергия тока.
- Переходные процессы. Установление тока в цепи, содержащей индуктивность. Конденсатор в цепи постоянного электрического тока.

- Переменное электрическое поле и его магнитное действие.

15) Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. 1 лекция (2 часа). 1 семинар (2 часа).

- Уравнения Максвелла (в интегральной форме) для электромагнитного поля в вакууме.
- Электромагнитные волны. Поперечность ЭМ волн. Скорость распространения ЭМ волн.
- Электрическое поле в диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость.
- Магнитное поле в веществе. Магнитная проницаемость.

16) Контрольная работа (4 часа) по всем разделам курса

3. Оценивание

Оценки по всем формам контроля проводятся по 10-балльной шкале
Оценка по дисциплине складывается из оценки на экзамене и оценки Текущего контроля в ходе обучения, по формуле:

$$O_{итоговая} = 0{,}6\ O_{текущий\ контроль} + 0{,}4\ O_{экзаменационная}$$

$$O_{текущий\ контроль} = O_{текущая} + O_{контрольная}$$

$O_{текущая}$= (Т1+Т2+Т3+Т4)/4 (Средняя оценка за четыре теста)
Если $O_{текущий\ контоль}$ оказывается в диапазоне от 8 до 10, то студент может себе зачесть ее как итоговую оценку.
Округление оценки текущего контроля и экзаменационной оценки происходит по арифметическому методу.
Экзамен по дисциплине проводится в письменной форме, описание экзамена приводится в следующем разделе. Экзаменационный билет содержит вопросы из разных тем курса и задачи. Оценивается владение знаниями дисциплины и умение решать задачи.

Критерии оценивания:

Критерии оценивания текущей работы студента

8-10 баллов: глубокое и прочное усвоение программного материала, полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы.

6-7 баллов: грамотное изложение, без существенных неточностей, правильное применение знаний.

4-5 баллов: при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении.

Ниже 4: незнание программного материала, при ответе возникают ошибки.

Критерии оценивания экзамена

8-10 баллов: вопросы раскрыты полностью, что отражает глубокие знания материала. Материал изложен четко, грамотно, последовательно, с применением профессиональной терминологии. Предложенные задачи решены.

6-7 баллов: вопросы раскрыты полностью, что отражает знание материала. Имеются незначительные замечания по логической последовательности изложения и решению задачи.

4-5 баллов: вопросы раскрыты недостаточно, но минимальные знания материала имеются. Есть существенные замечания к решению задачи.

Ниже 4: вопросы не раскрыты, отсутствуют минимальные знания программного материала.

4. Примеры оценочных средств

- **<u>Примеры вопросов для текущего контроля (примеры задач для тестов и контрольных):</u>**

Тема 1. Механика

1) Кинематика. Равномерное и равнопеременное движение. Движение по окружности. Относительность движения.

- Первую треть времени точка движется со скоростью v1, вторую треть — со скоростью v2, последнюю — со скоростью v3. Найдите среднюю скорость точки за все время движения.
- По графику ax(t) (см. рисунок) постройте графики vx(t), x(t) и s(t), если начальные условия следующие: …
- Тело, двигаясь равноускоренно, за первые 5 с своего движения прошло путь L1 = 100 м, а за первые 10 с - L2 = 300 м. Определите начальную скорость тела.
- Точка 1 движется согласно уравнениям x1(t) = 2t; y1(t) = 5t, а точка 2 — согласно уравнениям x2(t) = t + 1; y2(t) = t2 + 4. Встретятся ли эти точки?
- При увеличении в 4 раза радиуса круговой орбиты искусственного спутника Земли период его обращения увеличивается в 8 раз. Во сколько раз изменяется при этом скорость движения спутника по орбите?
- Точка движется по окружности с постоянной скоростью v = 0,5 м/с. Вектор скорости изменяет направление на dф = 30° за время dt = 2 с. Каково нормальное ускорение точки an?
- Капли дождя на окнах неподвижного трамвая оставляют полосы, наклоненные под углом a = 30° к вертикали. При движении трамвая со скоростью u = 18 км/ч полосы от дождя вертикальны. Найдите скорость капель дождя v в безветренную погоду и скорость ветра vB.

2) Силы в природе. Законы Ньютона. Статика. Гидростатика.

- Тело массой m = 0,5 кг начинает падать с высоты h = 39,2 м и в последнюю секунду проходит 36 % всего пути. Определите силу Fc сопротивления воздуха, считая ее постоянной. Начальная скорость тела равна нулю.
- Скорость лифта при подъеме изменяется в соответствии с графиком, представленным на рисунке. Масса кабины лифта с пассажирами m = 1500 кг. Найдите силу T натяжения каната, удерживающего кабину лифта в начале, середине и конце подъема.
- На наклонную плоскость, составляющую угол a с горизонтом, поместили брусок массы m. Коэффициент трения между бруском и поверхность наклонной плоскость равен mu. Найти критический угол a, при котором брусок начнет соскальзывать.
- Самолет делает «мертвую петлю» радиуса R = 500 м с постоянной скоростью v = 360 км/ч. Найти вес летчика (массы m = 70 кг) в нижней и верхней точках петли.
- Радиус Луны Rл примерно в 3,7 раза меньше радиуса Земли Rз. Масса Луны mл в 81 раз меньше массы Земли mз. Найдите ускорение свободного падения gл у поверхности Луны.
- До какой высоты h нужно налить жидкость в цилиндрическое ведро радиуса R, чтобы сила F, с которой жидкость давит на боковую поверхность сосуда, была равна силе давления на дно?
- Однородный стержень с прикрепленным на одном из его концов грузом массы m = 1,2 кг находится в равновесии в горизонтальном положении, если его подпереть на расстоянии 1/5 длины стержня от груза (см. рисунок). Найдите массу стержня M.

3) Законы сохранения импульса и энергии. Механическая работа и мощность.

- Какова средняя сила давления F на плечо при стрельбе из автомата, если масса пули m = 10 г, а скорость пули при вылете из ствола v = 300 м/с? Автомат производит n = 50 выстрелов в секунду.
- Снаряд массы m = 20 кг, летевший горизонтально со скоростью v = 50 м/с, попадает в платформу с песком и застревает в песке. С какой скоростью u начнет двигаться платформа, если ее масса M = 10000 кг?
- Человек массы m = 60 кг переходит с носа на корму лодки. На какое расстояние s переместится лодка длины L = 3 м, если ее масса M = 120 кг, и первоначально лодка с человеком покоилась относительно воды? Трением пренебречь.
- Под каким углом а разлетаются после абсолютно упругого соударения два одинаковых абсолютно гладких шара, если до соударения один из них покоился, а другой летел со скоростью v0, направленной под углом b#0 к прямой, соединяющей их центры в момент соударения?
- Сила F = 0,50 Н действует на тело массы m = 10 кг в течение времени т = 2,0 с. Найдите конечную кинетическую энергию К тела, если начальная скорость тела была равна нулю. Трение отсутствует.
- Санки съезжают с горы и движутся дальше по горизонтальному участку. Причем начальная скорость на горизонтальном участке равна v. Коэффициент трения на всем пути одинаков и равен ц. Найдите расстояние s, которое пройдут санки, двигаясь по горизонтальному участку, до полной остановки. Длиной полозьев санок по сравнению с размерами траектории пренебречь.
- Автомобиль массы m = 1 т трогается с места и, двигаясь равноускоренно, проходит путь s = 20 м за время т = 2 с. Какую мощность W должен развить мотор этого автомобиля?

4) Механические колебания.

- Материальная точка движется вдоль оси Ox по закону x(t) = 4п sin(п/2 t + п/3), где t измеряется в секундах, x — в метрах. Определите максимальное значение проекции скорости точки vx; значение проекции скорости точки vx в момент времени t = 0; максимальное значение проекции ускорения точки ax; значение проекции ускорения точки ax в момент времени t = 0.
- Определите, на какую часть от первоначальной длины должна быть укорочена нить математического маятника, чтобы при подъеме на высоту h = 10 км над поверхностью Земли период его колебаний не изменился.
- Определите период T малых колебаний математического маятника длины L = 20 см, если он находится в жидкости с плотностью в n = 3 раза меньшей плотности материала шарика. Сопротивление жидкости пренебрежимо мало.
- Амплитуда затухающих колебаний маятника за время t1 = 5 мин уменьшилась в n1 = 2 раза. За какое время t2 амплитуда уменьшится в n2 = 8 раз?
- Логарифмический декремент затухания маятника равен L = 3,0*10^-3. Определите число N полных колебаний, которые должен совершить маятник, чтобы амплитуда его колебаний уменьшилась в n = 2 раза.
- Вагон массы m = 80 т имеет n = 4 рессоры жесткости k = 500 кН/м каждая. При какой скорости v вагон начнет сильно раскачиваться под действием толчков на стыках рельсов, если длина рельса L = 12,8 м?

Тема 2. Термодинамика и элементы статической физики

1) Микроскопическое и макроскопическое описание термодинамической системы.

- Какое число N молекул содержится в объеме V = 1,0 см3 воды? Какова масса m одной молекулы воды? Каков приблизительно ее диаметр d? Известна молярная масса и плотность воды.
- В озеро средней глубины h = 10 м и площади S = 10 км2 бросили кристаллик поваренной соли NaCl массой m = 0,01 г. Какое число N ионов хлора оказалось бы в наперстке воды объемом V = 2,0 см3, взятом из озера, если считать, что соль, растворившись, равномерно распределилась в воде?
- Газ, находящийся в баллоне объема V = 10 л, создает давление p = 1,0 МПа. Определите массу m газа в баллоне, если средняя квадратичная скорость молекул газа равна v = 600 м/с.
- В сосуде находится смесь трех газов с массами m1, m2, m3 и с известными молярными массами ц1, ц2, ц3. Определите плотность p смеси, если ее давление p и температура T известны.
- Какое давление газа установилось в цилиндре двигателя внутреннего сгорания, если к концу такта сжатия температура повысилась с 47°C до 367°C, а объем уменьшился с V1 = 1,8 до V2 = 0,3 л? Первоначальное давление равно p1 = 1,0*10^5 Па.
- На рисунке представлен график «прямоугольного» процесса в идеальном газе в координатах p, T. Изобразите графики этого процесса в координатах p, V и V, T.
- Объем пузырька воздуха по мере его подъема со дна озера на поверхность увеличивается в n раз. Какова глубина озера? Изменением температуры с глубиной пренебречь. Атмосферное давление p0.

2) Первое начало термодинамики. Тепловые машины

- Кислород массы m = 10 г находится под давлением p = 3,0*10^5 Па при температуре t = 10°C. После изобарного нагревания газ занял объем V2 = 10 л. Найдите изменение внутренней энергии газа dU и совершенную им работу A.
- На рисунке представлен график линейного процесса, происходящего в идеальном газе. Состояние 1 характеризуется объемом V0 и давлением 2p0, состояние 2 — объемом 2V0 и давлением p0. Найдите количество теплоты dQ, которое было сообщено газу.
- В изотермическом процессе газ совершает работу dA = 1000 Дж. Чему будет равно изменение внутренней энергии газа dU, если ему сообщить количество теплоты вдвое большее, чем в первом случае, а процесс проводить при постоянном объеме?
- Некоторое количество идеального газа с двухатомными жесткими молекулами перешло адиабатно из состояния, характеризуемого параметрами T1 = 350 K, p1 = 1,0*10^5 Па, V1 = 50 дм3 в состояние с температурой T2 = 300 K. Какую работу A при этом совершает газ?
- В ходе цикла Карно рабочее вещество получает от нагревателя количество теплоты Qн = 300 кДж. Температуры нагревателя и холодильника равны соответственно Tн = 450 K и Tх = 280 K. Определите работу A, совершаемую рабочим веществом за цикл.
- В каком случае КПД цикла Карно возрастет больше: при увеличении температуры нагревателя на dT или при уменьшении температуры холодильника на такую же величину?

3) Фазовые переходы. Насыщенный пар.

- В сосуд, содержащий воду массы m1 = 2 кг при температуре t1 = 5°C, положили кусок льда массы m2 = 5 кг при температуре t2 = -40°C. Найдите температуру и объем смеси после установления равновесия. Плотность льда рл = 0,916*10^3 кг/м3.
- В кастрюлю налили холодной воды (температура tв = 10°C) и поставили на плиту. Через время τ1 = 10 мин вода закипела. Через какое время τ она полностью испарится?

- В откачанном герметически закрытом сосуде объема V = 10 л находится открытая колбочка, содержащая m = 10 г воды. Сосуд прогревают при температуре t = 100°C. Какая масса воды dm испарится?
- Температура воздуха в комнате t1 = 20°C. Относительная влажность составляет f = 60 %. При какой температуре t2 воздуха за окном начнут запотевать оконные стекла?
- В комнате объема V = 150 м3 температура поддерживается равной T1 = 293 К. Влажность воздуха такова, что точка росы T2 = 283 К. Определите относительную влажность воздуха f и массу mп водяных паров, содержащихся в комнате.
- Насыщенный водяной пар находится при температуре 100 гр. Цельсия в цилиндрическом сосуде. При медленном вдвигании поршня небольшая часть пара массы m = 0,7 гр. Сконденсировалась. Какая работа была совершена над газом?

4) Второе начало термодинамики. Элементы статистической физики.

- Найти в расчете на один моль приращение энтропии углекислого газа при увеличении его термодинамической температуры в два раза, если процесс нагревания: а) изохорический, б) изобарический.
- При очень низких температурах теплоемкость кристаллов C = aT^3, где a – постоянная. Найти энтропию кристалла как функцию температуры в этой области.
- N атомов газообразного гелия находятся при комнатной температуре в кубическом сосуде объемом 1 см^3. Найти вероятность того, что все атомы соберутся в одной половине сосуда.
- Найти статистический вес наиболее вероятного распределения N=10 одинаковых молекул по двум одинаковым половинам сосуда. Определить вероятность такого распределения.
- Один моль идеального одноатомного газа находится в сосуде при температуре T = 300 К. Как и во сколько раз изменится статистический вес этой системы если ее нагреть изохорически на dT = 1 К.
- Вычислить наиболее вероятную, среднюю и среднюю квадратичную скорости молекул газа, у которого при нормальном атмосферном давлении плотность ro=1 г/л.

5) Явления переноса

- Вычислить какая часть молекул газа пролетает без столкновения расстояния, превышающие среднюю длину свободного пробега, и имеет длины свободного пробега в интервале L и 2L.
- Азот находится при нормальных условиях. Найти: а) число столкновений, испытываемых в среднем каждой молекулой за одну секунду; б) число столкновений между молекулами в 1 см3.
- Как зависит средняя длина свободного пробега и число столкновений каждой молекулы в диницу времени от температуры T идеального газа в следующих процессах: а) изохорическом; б) изобарическом.
- В результате некоторого процесса вязкость идеального газа увеличилась в a=2 раза, а коэффициент диффузии в b=4 раза. Как и во сколько раз изменилось давление газа?
- Как изменится коэффициент диффузии и вязкость идеального газа, если его объем увеличить в n раз: а) изотермически; б) изобарически.
- Найти показатель политропы n процесса, совершаемого идеальным газом, при котором остается неизменным: а) коэффициент диффузии; б) вязкость; в) теплопроводность.
- Один конец стержня, заключенного в теплоизолирующую оболочку, поддерживается при температуре T1, а другой конец при температуре T2. Сам стержень состоит из двух частей, длины которых l1 и l2 и теплопроводности хи1 и хи2. Найти температуру поверхности соприкосновения этих стержня.

- Найти распределение температур в в-ве, находящемся между двумя параллельными пластинами, если последние поддерживают при температурах T1 и T2, расстояние между ними равно l и коэффициент теплопроводности вещества x = a*T^(1/2).

6) Механика жидкости. Поверхностное натяжение.

- На поршень шприца площади S действует сила F. С какой скоростью v должна вытекать в горизонтальном направлении струя из отверстия иглы площади s? Плотность жидкости равна p. Трением пренебречь.
- Свинцовый шарик равномерно опускается в глицирине, вязкость которого равна Mu = 1,39 Па*с. При каком наибольшем диаметре шарика его обтекание еще останется ламинарном? Известно, что переход к турбулентному обтеканию соответствует числу Re = 0,5 (характерный размер взят как диаметр шарика).
- Мыльная вода вытекает из капилляра по каплям. В момент отрыва диаметр шейки капли равен d = 1,0 мм. Масса капли m = 0,0129 г. Найдите коэффициент поверхностного натяжения s.
- Определите разность уровней жидкости dh в двух опущенных в жидкость вертикальных капиллярах с радиусами r1 и r2, если известны плотность жидкости p, коэффициент ее поверхностного натяжения s и краевой угол смачивания Q, 0 < Q < 180°
- Под каким давлением p находится воздух внутри мыльного пузырька диаметра d = 4,0 мм? Атмосферное давление p0 = 1,013*10^5 Па, коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора s = 0,04 Н/м. Чему равно добавочное давление dp?
- В одну большую каплю слились n = 8 капель ртути диаметром d0 = 1 мм каждая. Какое количество теплоты dQ при этом выделится? Коэффициент поверхностного натяжения ртути s = 0,47 Н/м.

Тема 3. Электричество и магнетизм

1) Электростатика в вакууме. Электрический ток.

- Четыре одинаковых заряда q размещены в вершинах квадрата. Какой заряд Q следует поместить в центр квадрата, чтобы система находилась в равновесии?
- Два одинаковых заряженных шарика массы m каждый, подвешенных в одной точке на нитях длины L, разошлись так, что угол между нитями стал прямым (см. рисунок). Определите заряд q шариков.
- Определите напряженность E электрического поля, созданного равномерно заряженным бесконечно длинным цилиндром радиуса R, на расстоянии r от оси цилиндра. Объемная плотность заряда внутри цилиндра равна p. Изобразите график зависимости E(r).
- Точечные заряды +q, -2q, +3q расположены в вершинах правильного треугольника со стороной a. Какова потенциальная энергия W этой системы?
- Неподвижный точечный заряд Q создает в некоторой точке A электрическое поле напряженности Ea, а в точке B — электрическое поле напряженности Eв. Определите работу A, необходимую для перемещения заряда q из точки A в точку B.
- Шарик массы m, несущий заряд q, перемещается из точки 1, потенциал которой равен ф, в точку 2, потенциал которой равен нулю. Определите скорость v1 шарика в точке 1, если в точке 2 она стала равной v2.
- Две металлические пластины, имеющие заряды q1 и q2, расположены параллельно одна другой на расстоянии d. Площадь пластин S. Определите разность потенциалов dф между пластинами.

- Проводник емкости C1 заряжен до потенциала ф1, а проводник емкости C2 — до потенциала ф2. Проводники удалены на очень большое расстояние друг от друга. Каким станет потенциал ф этих проводников, если соединить их тонкой проволочкой?
- По проводу течет ток силы I = 10 А. Найдите массу электронов, проходящих через поперечное сечение этого провода за время t = 1 ч.

2) Электрический ток в различных средах.

- Моток медной проволоки имеет массу m = 300 г и электрическое сопротивление R = 57 Ом. Определите длину проволоки L и площадь ее поперечного сечения S. Плотность меди D = 8900 кг/м3, ее удельное сопротивление p = 1,7*10^-8 Ом*м.
- Определите среднюю скорость v упорядоченного движения электронов в медном проводе при плотности постоянного тока j = 6 А/мм2, если считать, что на каждый атом меди приходится один свободный электрон. Какое количество теплоты q выделится при этом в единице объема провода в единицу времени? Молярная масса меди ц = 63,5*10^-3 кг/моль, плотность меди D = 8,9*10^3 кг/м3, удельное сопротивление меди p = 1,7*10^-8 Ом*м.
- В сеть с напряжением U = 24 В подключили два последовательно соединенных резистора. При этом сила тока стала равной I1 = 0,6 А. Когда резисторы подключили параллельно, суммарная сила тока стала равной I2 = 3,2 А. Определите сопротивление резисторов.
- Какую массу m расплавленной окиси алюминия AI2O3 разлагает ток силы I = 3,0 А в течение времени t = 1,0 ч?
- Потенциал ионизации атомов неона ф = 21,5 В. Какой наименьшей скоростью v должен обладать электрон, чтобы он мог ионизовать неподвижный атом неона? При какой абсолютной температуре T средняя кинетическая энергия движения атомов неона станет равной энергии, необходимой для ионизации этих атомов?
- В ионизационной камере объемом 0,5 л ток насыщения равен 0,02 мкА. Определить концентрацию ионов, возникающих ежесекундно.

3) Магнетизм. Магнитное поле в вакууме.

- По двум длинным прямолинейным проводникам, находящимся на расстоянии r = 5 см друг от друга в воздухе, текут токи силы I = 10 А каждый. Определите магнитную индукцию B поля, создаваемого токами в точке A, находящейся посередине между проводниками, для случаев: а) проводники параллельны, токи текут в одном направлении; б) проводники параллельны, токи текут в противоположных направлениях; в) проводники скрещиваются таким образом, что токи текут во взаимно перпендикулярных направлениях, а точка A находится на общем перпендикуляре к проводникам.
- Определить магнитную индукцию в точке O, если проводник с током I имеет вид, показанный: а) на рис. а; б) на рис. б; в) на рис. В. Радиус изогнутой части проводника равен R, прямолинейные участки проводника очень длинные (см. Иродов 2001, 3.229).
- Проводник, изготовленный из материала плотности p и имеющий площадь поперечного сечения s, подвешен на двух невесомых нерастяжимых нитях в однородном магнитном поле индукции B. При какой силе тока I в проводнике нити не будут испытывать натяжения, если вектор магнитной индукции поля перпендикулярен плоскости подвеса проводника?
- В области пространства создано однородное электрическое поле с напряженностью 1 МВ/м и однородное магнитное поле с индукцией 10^-2 Тл. Вектор напряженности электрического поля перпендикулярен вектору индукции магнитного поля. Перпендикулярно обоим векторам движется пучок мюонов, который при совместном действии полей не отклоняется. Какова скорость частиц? Можно ли с помощью данного эксперимента определить заряд частицы и ее знак?

- Электрон движется в однородном магнитном поле по винтовой линии радиуса R = 40 мм и шагом L = 200 мм. Индукция магнитного поля B = 5,0*10^-3 Тл. Определите скорость v электрона.

4) Электромагнитная индукция. Переходные процессы в цепях постоянного тока, содержащих индуктивность и конденсатор.

- В однородном магнитном поле с индукцией B с постоянной частотой v вращается рамка площади S. Ось вращения лежит в плоскости рамки и перпендикулярна к линиям индукции (см. рисунок). Определите максимальную ЭДС индукции Емакс, возникающую в рамке.
- Катушка диаметра d, состоящая из N витков, находится в магнитном поле, вектор индукции которого параллелен оси катушки. Определите среднее значение ЭДС индукции Еср, возникающей в катушке за промежуток времени dt, в течение которого магнитная индукция увеличивается от B1 до B2.
- Энергия магнитного поля в катушке уменьшилась за счет изменения тока в ней в n = 4 раза в течение dt = 0,20 с. Индуктивность катушки L = 0,16 Гн, первоначальный ток в катушке l0 = 8,0 А. Определите ЭДС самоиндукции E в катушке, считая, что сила тока зависит от времени линейно.
- Катушка 1 индуктивности L1, состоящая из N витков площади S каждый, находится в однородном магнитном поле. Вектор индукции поля B направлен вдоль оси катушки. Вне поля расположена катушка 2 индуктивности L2, соединенная с первой. Определите силу тока I, возникающего в катушках после выключения поля. Сопротивление соединительных проводников и проводов катушек пренебрежимо мало.
- Катушка индуктивности L = 2,0 мкГн и сопротивления R0 = 1,0 Ом подключена к источнику постоянного тока с ЭДС E = 3,0 В. Параллельно катушке включен резистор с сопротивлением R = 2,0 Ом. Ключ К первоначально замкнут. После того, как в катушке устанавливается постоянный ток, источник тока отключают, размыкая ключ. Определите количество теплоты Q, выделившееся в системе после размыкания ключа. Сопротивление источника тока и соединительных проводов пренебрежимо мало.
- Найти установившийся и начальный электрический ток в электрической цепи, содержащей конденсатор.

5) Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны. Электрическое и магнитное поле в средах.

- Пространство между обкладками плоского конденсатора, имеющими форму круглых дисков, заполнено однородной слабо проводящей средой с удельной проводимостью сигма и диэлектрической проницаемостью E. Расстояние между обкладками d. Пренебрегая краевыми эффектами, найти напряженность магнитного поля между обкладками конденсатора на расстоянии r от их оси, если на конденсатор подано переменное напряжение U = Um*cos(wt).
- Определите длину волны L, излучаемую в воздухе передатчиком, работающим на частоте v = 60 МГц.
- Электромагнитная волна частоты v = 3,0 МГц переходит из вакуума в немагнитную среду с диэлектрической проницаемостью e = 4,0. Определите приращение dL ее длины волны.
- Почему увеличение дальности радиосвязи с космическими кораблями в n = 2 раза требует увеличения мощности передатчика в 4 раза, а увеличение дальности радиолокации в n = 2 раза требует увеличения мощности передатчика в 16 раз? Размеры излучателя радиоволн и объекта локации малы по сравнению с расстоянием между ними, поглощение энергии средой пренебрежимо мало.

- Два точечных заряда, находясь в воздухе на расстоянии r0 = 20 см друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой F. На каком расстоянии r друг от друга нужно поместить эти заряды в масле с диэлектрической проницаемостью e = 5, чтобы они взаимодействовали с той же силой?
- Прямой бесконечно длинный провод с током I лежит в плоскости раздела двух непроводящих сред с магнитными проницаемостями мю1 и мю2. Найти модуль вектора индукции магнитного поля во всем пр-ве в зависимости от расстояний r до провода. Иметь в виду, что линии вектора B являются окружностями с центром на оси проводника.

Ниже приводятся примеры билетов для устного экзамена и примерных задач для тестовых и контрольных работ. Причем тестовые задания будут состоять как из достаточно простых вопросов (которые будут формироваться на основе задач) с выбором ответа, так и обычных задач с предоставлением решения.

<u>Примеры билетов к устному экзамену:</u>

Механика:

1. Мгновенная и средняя скорость. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение. Равномерное движение тел по окружности.
2. Инерциальные и неинерциальные системы отсчета. Законы Ньютона. Равнодействующая сила. Сила тяжести. Сила трения.
3. Импульс. Закон сохранения и изменения импульса. Закон движения центра масс. Упругие и неупругие соударения.
4. Кинетическая энергия. Потенциальная энергия в поле силы тяжести. Закон сохранения и изменения механической энергии. Механическая работа. Мощность.
5. Гармонические колебания. Период и частота колебаний. Длина волны. Уравнение гармонических колебаний. Математический маятник.

Термодинамика и элементы статистической физики:

1. Микроскопические и макроскопические параметры термодинамической системы. Модель идеального газа. Связь давления и температуры идеального газа с кинетической энергией его молекул. Уравнение состояния идеального газа (уравнение Менделеева-Клайперона).
2. Термодинамическая работа. Внутренняя энергия идеального газа. Теплота. Первое начало термодинамики. Коэффициент полезного действия (КПД) тепловой машины. Цикл Карно. КПД цикла Карно. Теоремы Карно.
3. Фазовое равновесие жидкость-пар, насыщенный пар. Зависимость давления насыщенного пара от температуры. Влажность воздуха. Изотермы реального газа (качественно). Критическая точка.
4. Столкновения. Эффективное газокинетическое сечение. Длина свободного пробега. Частота столкновения молекул между собой. Броуновское движение.
5. Течение идеальной жидкости. Уравнение Бернулли. Вязкость. Число Рейнольдса.
6. Поверхностное натяжение и поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения, краевой угол. Формула Лапласа.

Электричество и магнетизм:

1. Заряды. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Принцип суперпозиции. Потенциал электрического поля. Связь потенциала с напряженностью электрического поля.

2. Теорема Гаусса. Пример применения теоремы Гаусса. Теорема о циркуляции электрического поля. Электростатическая индукция.
3. Магнитное поле постоянного электрического тока. Вектор магнитной индукции. Принцип суперпозиции. Закон Био-Савара-Лапласа. Сила Ампера.
4. Теорема о циркуляции магнитного поля в вакууме. Магнитное поле соленоида. Теорема Гаусса для магнитного поля.
5. Вихревое электрическое поле. Электромагнитная индукция. Правило Ленца. ЭМ индукция в движущихся и покоящихся проводниках.

5. Ресурсы

5.1. Рекомендуемая основная литература

п/п	Наименование
1	Яворский, Б. М. Основы физики: уч. пособие : в 2 т. / Б. М. Яворский, А. А. Пинский. – 3-е изд., перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1981.
2	Ландау, Л. Д. Механика и молекулярная физика в курсе общей физики / Л. Д. Ландау, А. И. Ахиезер, Е. М. Лифшиц. – 5-е изд. – Долгопрудный: ИНТЕЛЛЕКТ, 2017.
3	Савельев, И. В. Курс общей физики: в 3 т. / И. В. Савельев. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988.
4	Иродов, И. Е. Задачи по общей физике: учебное пособие для вузов / И. Е. Иродов. – 10-е изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 431 с.
5	Иродов, И. Е. Сборник задач по общей физике / И. Е. Иродов, И. В. Савельев, О. И. Замша. – изд. 2-е, перераб. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1972. – 255 с.
6	Савельев, И. В. Сборник вопросов и задач по общей физике: уч. пособие / И. В. Савельев. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. – 288 с.

5.2. Рекомендуемая дополнительная литература

п/п	Наименование
1	Савельев, И. В. Курс общей физики: учеб. пособие для втузов / И. В. Савельев. – М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1977.
2	Фейнман, Р. Дюжина лекций: шесть попроще и шесть посложнее / Р. Фейнман; Пер. с англ. Е. В. Фалева, В. А. Носенко. – 7-е изд. – М.: Лаборатория Знаний, 2017. – 318 с.
3	Фейнман, Р. Задачи к фейнмановским лекциям по физике / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Под ред. М. А. Готтлиба, Р. Пфайффера; Пер. с англ. С. А. Иванова; Пер. с англ. под ред. И. Я. Ицхоки. – Новое перераб. и доп. изд. – М.: Лаборатория Знаний, 2016. – 399 с.
4	Фейнман, Р. Фейнмановские лекции по физике: задачи и упражнения с ответами и решениями к вып. 1-4 / Р. Фейнман, Р. Лейтон, М. Сэндс; Пер. с англ. Ю. В. Конобеева[и др.]; Под ред. и с предисл. А. П. Леванюка. – Изд. 10-е. – М.: УРСС: Книжный дом "Либроком", 2016. – 278 с.

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

п/п	Наименование	Условия доступа/скачивания
1	Знаниум	https://znanium.com
2	Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru/defaultx.asp

5.4. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Освоение дисциплины «Физика» предполагает использование следующего материально-технического обеспечения:

1. Лекционная аудитория, оснащенная мультимедийной техникой.
2. Аудитории для проведения семинаров, оснащенная мультимедийной техникой и компьютерами для каждого студента с доступом в Интернет.

6. Особенности организации обучения для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида, могут предлагаться следующие варианты восприятия учебной информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей, в том числе с применением электронного обучения и дистанционных технологий:

6.1. *для лиц с нарушениями зрения:* в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.2. *для лиц с нарушениями слуха*: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации.

6.3. *для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата*: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.