

Методические указания преподавателю

Курс «Общая физика (дополнительные главы)» представляет собой последовательное изложение основных разделов общей физики: магнетизм, постоянный и переменный ток, электромагнитные волны, элементы волновой оптики, атомной и ядерной физики.

К сожалению, математический аппарат, которым владеют студенты, только что поступившие в Университет, не позволяет вести преподавание так, как излагается в учебных пособиях для физических факультетов. Поэтому на первых этапах необходимо терпеливо объяснять студентам некоторые математические понятия на примерах изучаемых физических явлений (в первом семестре это производные, интегралы, умножение векторов, градиент; позднее – циркуляция, криволинейные интегралы, дивергенция). Потраченное время не пропадет зря, поскольку изначальное приращение этим математическим понятиям явного физического смысла поможет студентам легче овладеть соответствующими дисциплинами.

В курсе лекций каждая новая тема начинается с исторического экскурса, включая краткое описание заблуждений и неверных теорий. Это делается для того, чтобы подчеркнуть постоянное развитие научных взглядов, приучить студентов к мысли, что имеющаяся сегодня научная картина мира не является окончательной, но будет бесконечно совершенствоваться, и что они сами смогут в будущем внести в нее свою лепту.

Во время лекций нельзя ограничиваться сухим изложением учебного материала, но по возможности демонстрировать слушателям описываемые явления, используя все доступные образцы и устройства (маятники, резисторы, конденсаторы, полупроводники, лампы, кварцевые резонаторы, фотоприемники, магниты, реле, трансформаторы, электронно-лучевой осциллограф, термодпары, поляроиды, лазеры, призмы, линзы, световоды и т. п.).

При проведении лабораторных работ студент заранее должен быть ознакомлен с предстоящими действиями и мерами безопасности, четко представлять себе цель работы и физические принципы, лежащие в основе исследуемого явления. Допуск к оборудованию осуществляется в присутствии и под надзором ответственного лица (преподавателя или ассистента).

На практических занятиях на простых и сложных примерах разбираются подходы к решению физических задач. В начале каждого занятия рекомендуется напомнить студентам основные формулы и понятия, используемые при решении конкретных примеров. Путем решения задач на практических занятиях студенты овладевают практическими методами теории. Для самостоятельной работы студенты используют общедоступные учебники. При этом достигается более глубокое понимание студентами конкретных разделов дисциплины.

Текущий контроль усвоения студентами полученных знаний осуществляется в виде опросов, контрольных работ, а также при решении задач у доски. Промежуточный контроль проводится в виде зачета и экзамена.

Методические указания студентам

При изучении курса «Общая физика (дополнительные главы)» студенты должны прослушать лекции, подготовиться к практическим занятиям, а также проделать необходимую самостоятельную работу. Для подготовки к практическим занятиям студенты используют лекционный курс, практические советы преподавателя, а также рекомендуемую литературу.

При проведении лабораторных работ студент заранее должен ознакомиться с предстоящими действиями и мерами безопасности, четко представлять себе цель работы и физические принципы, лежащие в основе исследуемого явления. После проведения работы студент обязан обработать полученные им данные и в оговоренный срок предоставить письменный отчет, в котором должны быть приведено краткое описание самого физического явления и использованной для его изучения аппаратуры, а также результаты работы с правильно определенной погрешностью.

1.1 Экзаменационные вопросы по дисциплине «Общая физика»:

1. Принцип относительности и другие постулаты Эйнштейна.
2. Преобразования Лоренца. Относительный характер одновременности событий и размеров тел. Сложение скоростей.
3. Распределение молекул идеального газа по скоростям.
4. Распределение Больцмана. Барометрическая формула.
5. Теплопроводность идеального газа.
6. Диффузия и внутреннее трение в газе.
7. Молекулярные явления в жидкостях. Поверхностное натяжение. Капиллярность.
8. Уравнение гармонического колебания.
9. Скорость, ускорение и энергия в процессе гармонического колебания.
10. Затухающие колебания.
11. Вынужденные колебания. Резонанс.
12. Сложение гармонических колебаний различных частот. Принцип суперпозиции. Гармоники. Анализ Фурье.
13. Продольные и поперечные волны. Волновой фронт. Принцип Гюйгенса
14. Уравнение волны. Суперпозиция волн. Когерентность. Явление интерференции. Стоячие волны.
15. Сложение колебаний вдоль разных осей. Принцип суперпозиции.
16. Энергия волны. Вектор Умова-Пойнтинга. Эффект Доплера.
17. Диполь в электрическом поле. Поляризация. Диэлектрическая проницаемость. Сегнетоэлектрики. Пьезоэффект.
18. Связь электро- и теплопроводности. Свободные электроны. Классическая и квантовая теории проводимости металлов.
19. Работа выхода. Контактная разность потенциалов. Термоэлектрические явления. Термопара. Эффект Пельтье. Электронная эмиссия.
20. Ток в электролитах. Законы Фарадея. Электролитическая диссоциация. Электролиз.
21. Электрический ток в газах. Виды газового разряда. Электронный ток в вакууме.
22. Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Энергия магнитного поля. Токи Фуко. Скин-эффект.
23. Колебательный контур. Электромагнитное поле. Уравнения Максвелла. Электромагнитные волны.
24. Интерференция. Дифракция. Интерферометр. Дифракционная решетка. Дифракция рентгеновских лучей на кристалле. Рентгеноструктурный анализ.
25. Поляризация. Угол Брюстера.
26. Квантовые свойства электромагнитного излучения и волновые свойства излучения корпускулярного. Волновая функция.
27. Боровские орбиты. Термы. Оптические переходы. Правила отбора. Характеристическое рентгеновское излучение. Оптическая спектроскопия. Лазерная спектроскопия.

28. Атомное ядро. Радиоактивность. α - β - γ -процессы. Закон радиоактивного распада.
29. Детекторы ядерных излучений: газовые счетчики, сцинтилляторы, ППД, магнитные спектрометры. Ядерные методы исследования материалов.

1.2 Задачи к билетам

1. Однородный стержень совершает малые колебания в вертикальной плоскости около горизонтальной оси, проходящей через его верхний конец. Длина стержня $L = 0,5$ м. Найти период колебаний стержня.
2. Чему равен логарифмический декремент затухания математического маятника, если за 1 мин амплитуда колебаний уменьшилась в 2 раза? Длина маятника 1 м.
3. Движение материальной точки дается уравнениями: $x = r \cos \omega t$ $y = r \sin \omega t$ $z = bt$. Найти модуль линейной скорости точки и модуль ее линейного ускорения.
4. Частица движется со скоростью $v = 0,8c$. Определите отношение полной энергии релятивистской частицы к ее энергии покоя.
5. Записать реакцию образования ядра ^{13}N из стабильного изотопа ^{10}B под воздействием α -частиц, а также его дальнейший распад в ^{13}C .
6. Выразить через постоянную распада λ и период полураспада $T_{1/2}$:
 - вероятность того, что ядро распадется за время от 0 до t ;
 - среднее время жизни ядра;
 - активность радиоактивного источника, состоящего из N ядер.
7. Период полураспада трития $T_{1/2} = 12,4$ года. Определить активность 1 мг трития.
8. Импульсный инфракрасный лазер генерирует излучение с длиной волны $\lambda = 1,055$ мкм. Мощность импульса $W = 100$ МВт, а его длительность $\tau = 1$ нс. Сколько фотонов при этом излучается?
9. Длина волны перехода $4d-2p$ в атоме водорода $\lambda = 486$ нм. Найти потенциал ионизации.
10. В эксперименте было установлено, что при напряжении в рентгеновской трубке $U = 10$ кВ коротковолновая граница тормозного рентгеновского спектра $\lambda_{\min} = 0,1243$ нм. Найти по этим данным постоянную Планка h .
11. Гамма-квант с энергией 3 МэВ, попав в детектор, комптоновски рассеялся назад. Какую энергию зарегистрировал детектор?
12. Интегрирующая RC -цепочка имеет следующие параметры: $R = 1$ кОм, $C = 1$ мкФ. На какой частоте f она будет подавлять сигнал в 2 раза?
13. Для некоторого катода длинноволновая граница, с которой начинается ток, обусловленный фотоэффектом, составляет $\lambda_{\max} = 5000$ Å. Определить работу выхода для материала, из которого изготовлен катод.

1.3 Задачи к зачету

1. Движение материальной точки дается уравнениями: $x = r \cos \omega t$, $y = r \sin \omega t$, $z = bt$. Найти модуль линейной скорости точки и модуль ее линейного ускорения.
2. На тонкую пленку ($n = 1,33$) падает параллельный пучок белого света. Угол падения $\alpha = 52^\circ$. При какой толщине пленки зеркально отраженный свет будет наиболее сильно окрашен в желтый цвет $\lambda = 0,6$ мкм?
3. Измерения показывают, что тепловой поток, идущий из недр Земли, у ее поверхности составляет в среднем $0,08$ Вт/м². Полагая, что Земля излучает как абсолютно черное тело, оценить температуру поверхности Земли, если бы она находилась очень далеко от Солнца.
4. Калий освещается монохроматическим светом с длиной волны 400 нм. Определите наименьшее задерживающее напряжение, при котором фототок прекратится. Работа выхода электронов из калия равна 2,2 эВ.
5. Монохроматический свет падает нормально на щель ширины $b = 11$ мкм. За щелью находится тонкая линза с фокусным расстоянием $f = 150$ мм, в фокальной плоскости которой расположен экран. Найти длину волны света, если расстояние между симметрично расположенными минимумами третьего порядка (на экране) равно $x = 50$ мм. Обратите внимание, что $f \sim x$

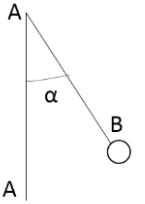
6. Считая, что тепловые потери обусловлены только излучением, определите, какую мощность необходимо подводить к медному шариком диаметром $d = 2$ см, чтобы при температуре окружающей среды $t_0 = -13$ °С поддерживать его температуру равной $t = 17$ °С. Примите поглощательную способность меди $A_m = 0,6$.
7. Найти постоянную Планка h , если известно, что электроны, вырываемые из металла светом с частотой $\nu_1 = 2,2 \cdot 10^{15}$ Гц, полностью задерживаются разностью потенциалов $U_1 = 6,6$ В, а вырываемые светом с частотой $\nu_2 = 4,6 \cdot 10^{15}$ Гц — разностью потенциалов $U_2 = 16,5$ В.
8. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно. Показатель преломления пластинки 1,5. Длина волны $6 \cdot 10^{-7}$ м. Какова толщина пластинки?
9. На какую длину волны приходится максимум спектральной плотности энергетической светимости абсолютно черного тела, имеющего температуру, равную, температуре спирали электрической лампочки $T = 3000$ К.
10. Найти потенциал ионизации U_i атома водорода.
11. Найти минимальную толщину пленки с показателем преломления 1,33, при которой свет с длиной волны 0,64 мкм испытывает максимальное отражение, а свет с длиной волны 0,4 мкм не отражается совсем. Угол падения света равен 30° .
12. При взрыве атомной бомбы через 10^{-7} с в объеме около 1 м^3 температура поднимается приблизительно до 10^7 К. Оценить длину волны, на которую приходится максимум интенсивности излучения.
13. Красная граница фотоэффекта для рубидия равна 5400 \AA . Определить работу выхода и максимальную скорость электронов при освещении поверхности металла светом с длиной волны 4000 \AA .

1.4 Варианты заданий домашних и аудиторных самостоятельных и контрольных работ

1. Два точечных заряда, находясь в воздухе на расстоянии $r_1 = 20$ см друг от друга, взаимодействуют с некоторой силой. На каком расстоянии r_2 нужно поместить эти заряды, чтобы получить ту же силу взаимодействия?
2. Во сколько раз сила гравитационного притяжения между двумя протонами меньше силы их электростатического отталкивания? Заряд протона равен по модулю и противоположен по знаку заряду электрона.
3. Два одинаковых проводящих шарика подвешены на нитях одинаковой длины $l = 1$ м, закрепленных в одной точке. После сообщения шарикам заряда $q_0 = 4 \cdot 10^{-7}$ Кл нити разошлись на угол $\alpha_1 = 60^\circ$. Определить силу тяжести, действующую на каждый шарик. Какова плотность материала шариков, если при погружении шариков в керосин угол расхождения нитей стал $\alpha_2 = 54^\circ$.
4. Электрическое поле создано двумя точечными зарядами $q_1 = 10$ нКл и $q_2 = -20$ нКл, находящимися на расстоянии $d = 20$ см друг от друга. Определить напряженность E поля в точке, удаленной от первого заряда на $r_1 = 30$ см и от второго на $r_2 = 50$ см.
5. Точки А и В находятся на расстояниях $r_1 = 4$ см и $r_2 = 12$ см от бесконечной плоскости, на которой равномерно распределен положительный заряд.

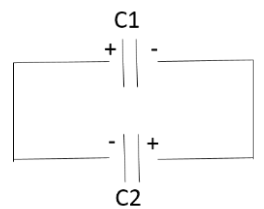
Разность потенциалов U между этими точками равно 1200 В. Найти поверхностную плотность заряда на плоскости.

6. На рисунке AA – заряженная бесконечная плоскость и B – одноименно заряженный шарик с массой $m = 0.4$ мг и зарядом $q = 667$ пКл. Сила натяжения нити, на которой висит шарик $T = 0.49$ мН. Найти поверхностную плотность заряда σ на плоскости AA.

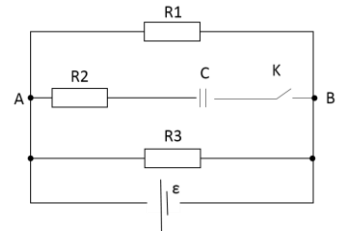


7. Два конденсатора одинаковой емкости зарядили до напряжений $U_1 = 100$ В и $U_2 = 200$ В соответственно, а затем одноименно заряженные обкладки конденсаторов соединили попарно. Какое установится напряжение между обкладками?

8. Два конденсатора C_1 и C_2 емкостями $C_1 = 2$ мкФ и $C_2 = 3$ мкФ имеют электрические заряды $q_1 = 4 \cdot 10^{-6}$ Кл и $q_2 = 9 \cdot 10^{-6}$ Кл. Разноименно заряженные обкладки конденсаторов соединили попарно. Определить заряд каждого конденсатора после соединения.



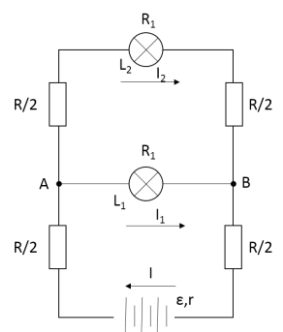
9. В цепи, схема которой приведена на рисунке, сопротивления резисторов R_1, R_2, R_3 – соответственно $R_1 = R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 5$ Ом, ЭДС источника $\varepsilon = 34$ В, его внутреннее сопротивление $r = 1$ Ом, емкость конденсатора $C = 20$ мкФ. Определить, какой заряд q пройдет через ключ K при его замыкании.



10. ЭДС источника тока $\varepsilon = 1.6$ В, его внутреннее сопротивление $r = 0.5$ Ом. Чему равен КПД источника при силе тока $I = 2.4$ А?

11. ЭДС батареи $\varepsilon = 12$ В. Наибольшая сила тока, которую может дать батарея, $I_m = 10$ А. Определить максимальную мощность, которая может выделяться во внешней цепи.

12. К разноименным полюсам батареи, ЭДС которой $\varepsilon = 120$ В и внутреннее сопротивление $r = 10$ Ом, подключены два провода с одинаковыми сопротивлениями $R = 20$ Ом. Свободные концы проводов и их середины соединены друг с другом через две лампочки сопротивлением $R_1 = 200$ Ом каждая. Найти силу тока, идущего через батарею, и силы токов, проходящих через лампочки.



13. По железному проводнику, диаметр d сечения которого равен 0.6 мм, течет ток 16 А. Определите среднюю скорость направленного движения электронов, считая, что концентрация n свободных электронов равна концентрации n' атомов проводника.

14. Сила тока в проводнике сопротивлением $R = 20$ Ом нарастает в течение времени $\Delta t = 2$ с по линейному закону от $I_0 = 0$ до $I_2 = 6$ А. Определите теплоту Q , выделившуюся в этом проводнике за вторую секунду.

15. Сколько атомов двухвалентного металла выделится на 1 см^2 поверхности электрода за время $t = 5$ мин при плотности тока $j = 10 \text{ А/м}^2$?

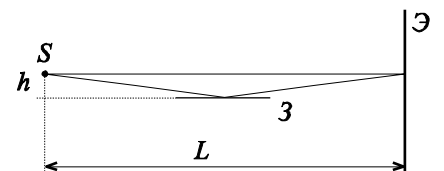
Контрольная работа по оптике

Вариант 1

1. Радиус кривизны вогнутого сферического зеркала 20 см. На расстоянии 30 см от зеркала поставлен предмет высотой 1 см. Найти положение и высоту изображения. Дать чертеж.
2. В 15 см от двояковыпуклой линзы, оптическая сила которой равна 10 диоптрий, поставлен перпендикулярно к оптической оси предмет высотой в 2 см. Найти положение и высоту изображения. Дать чертеж.
3. В опыте Юнга на пути одного из интерферирующих лучей помещалась тонкая стеклянная пластинка, вследствие чего центральная светлая полоса смещалась в положение, первоначально занятое пятой светлой полосой (не считая центральной). Луч падает на пластинку перпендикулярно. Показатель преломления пластинки 1,5. Длина волны $6 \cdot 10^{-7}$ м. Какова толщина пластинки?
4. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки. Чему должна быть равна постоянная дифракционной решетки, чтобы в направлении 41° ($\sin 41^\circ = 0,656$) совпадали максимумы двух линий $\lambda_1 = 656$ нм и $\lambda_2 = 410$ нм?
5. Интенсивность пучка неполяризованного света I_0 . На пути пучка устанавливают друг за другом два поляризатора, оси которых перпендикулярны направлению распространения света, а угол между их осями равен 45° . Какова интенсивность света за вторым поляризатором? Поглощением света пренебречь.

Вариант 2

1. В вогнутом сферическом зеркале, радиус кривизны которого 40 см, хотят получить действительное изображение в 0,5 натуральной величины предмета. Где нужно поставить предмет и где получится изображение? Дать чертеж.
2. Микроскоп состоит из объектива с фокусным расстоянием 2 мм и окуляра с фокусным расстоянием 40 мм. Расстояние между фокусами объектива и окуляра равно 18 см. Найти увеличение, даваемое микроскопом. Дать чертеж.
3. В схеме, предложенной Ллойдом, световая волна, падающая на экран Э непосредственно от светящейся щели S, интерферирует с волной, отразившейся от зеркала З (см. рис.) Пусть расстояние от щели до плоскости зеркала $h = 1$ мм, расстояние от щели до экрана $L = 1$ м, длина световой волны $\lambda = 500$ нм. Определить ширину интерференционных полос Δx .
4. На дифракционную решетку нормально падает пучок света от разрядной трубки, наполненной гелием. На какую линию в спектре третьего порядка накладывается красная линия гелия ($\lambda = 670$ нм) спектра второго порядка?
5. Чему равен угол между плоскостями поляризатора и анализатора, если интенсивность естественного света, прошедшего через поляризатор и анализатор уменьшается в четыре раза? Поглощением света пренебречь.



Домашняя работа по оптике

1. На стеклянную пластинку, показатель преломления которой 1,5, падает луч света. Найти угол падения луча, если угол между отраженным и преломленным лучами 90° .
2. Световой луч падает под углом $\alpha = 30^\circ$ на плоскопараллельную стеклянную пластинку толщиной $d = 10$ см. Определить смещение луча пластинкой, если она погружена в воду.

3. Фокусное расстояние объектива проекционного аппарата $F=0.25$ м. Какое увеличение диапозитива дает этот аппарат, если экран удален от объектива на расстояние $f=4$ м?
4. На дифракционную решетку нормально к ее поверхности падает монохроматический свет. Период решетки $d=2$ мкм. Какого наибольшего порядка дифракционный максимум дает эта решетка в случае красного ($\lambda_1=0.7$ мкм) и в случае фиолетового ($\lambda_2=0.41$ мкм) света?
5. Естественный луч света падает на полированную поверхность стеклянной пластины, погруженной в жидкость. Отраженный от пластины луч образует угол $\varphi=97^\circ$ с падающим лучом. Определить показатель преломления n_1 жидкости, если отраженный свет максимально поляризован.

Домашняя контрольная работа по атомной и ядерной физике

1. Длина волны, на которую приходится максимум энергии в спектре излучения абсолютно черного тела $\lambda_0=0.58$ мкм. Определить энергетическую светимость R_0 поверхности тела.
2. Максимальная кинетическая энергия электронов, вылетающих из рубидия при облучении его ультрафиолетовым светом с длиной волны $\lambda=3.7 \cdot 10^{-7}$ м, $E_k=2.84 \cdot 10^{-19}$ Дж. Определить работу выхода электрона и красную границу фотоэффекта для рубидия.
3. В результате эффекта Комптона фотон при соударении с электроном был рассеян на угол $\Theta=90^\circ$. Энергия рассеянного фотона $E_2=0.4$ МэВ. Определить энергия фотона E_1 до рассеяния.
4. Пользуясь теорией Бора, найти радиус n -ой электронной орбиты в атоме водорода, скорость и ускорение электрона на этой орбите.
5. Найти напряженность электрического поля на четвертой электронной орбите в атоме водорода.
6. Найти энергию связи ядра лития (${}^7_3\text{Li}$). Масса атома (${}^7_3\text{Li}$) $m_a=7.01601$ а.е.м., масса атома водорода и нейтрона – соответственно $m_H=1.00783$ а.е.м. и $m_n=1.00867$ а.е.м.
7. Определить начальную активность радиоактивного препарата магния ${}^{27}\text{Mg}$ массой $m=0.2$ мкг, а также его активность A через время $t=6$ ч. Период полураспада $T_{1/2}$ магния считать известным.
8. Найти энергию ядерной реакции ${}^9_4\text{Be}+{}^2_1\text{H}\rightarrow{}^{10}_5\text{B}+{}^1_0\text{n}$

2 Ресурсное обеспечение

1. Лекционная аудитория, оборудованная персональным компьютером, мультимедиапроектором и экраном.
2. Аудитория, оборудованная доской с маркером или мелом.
3. Специализированные аудитории оснащены оборудованием, предназначенным для проведения лабораторных практикумов. Все оборудование находится на балансе университета. Учебные пособия для выполнения работ лабораторного физического практикума имеются в достаточном количестве в библиотеке университета и физических кабинетах.

Специализированные лаборатории кафедры общей физики для проведения занятий Лабораторного физического практикума по разделам общей физики (лаборатория механики и молекулярной физики 1-315, лаборатория электромагнетизма 2-301, лаборатория оптики и квантовой физики 2-315, лаборатория ЭиЭ и ТОЭ 2-303) снабжены необходимым оборудованием и приборами. Учебно-методическая литература для проведения лабораторного практикума имеется в физических кабинетах, библиотеке университета и доступна через электронную библиотечную систему университета. Оборудование кабинетов физического лабораторного практикума предназначено для сбора установок и выполнения практических:

Лаборатория механики и молекулярной физики	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Маятник Поля 2. Регулируемый трансформатор DC: 20 В, 12 А / AC: 25 В, 12 А 3. Мостовой выпрямитель, 25V AC / 1A 4. Цифровой мультиметр 2005 5. Секундомер, цифровой, 1/100 сек 6. Соединительный шнур 	<p>Лабораторная работа Изучение законов вынужденных колебаний с помощью маятника Поля. - 2 шт.</p>
<ol style="list-style-type: none"> 1. Бипризма Френеля 2. Столик с держателем для бипризмы 3. Зеркало Френеля 4. Линза в оправе с фокусным расстоянием +20 мм 5. Линза в оправе, с фокусным расстоянием +300 мм, ахромат. 6. Держатель для линзы 7. Поворотный кронштейн 8. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 30 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм. 9. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 80 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм. 10. Оптическая скамья, длиной 1000 мм, материал сталь 11. Основание для оптической скамьи, регулируемое 12. Лазер He-Ne, мощность излучения 1,0 мВт, напряжение питания от сети 220 В переменного тока 13. Измерительная рулетка, длиной не менее 2 м 	<p>Лабораторная работа Лабораторная установка для Построение зон Френеля / зонные пластины. – 1 шт.</p>

Лаборатория электромагнетизма		
14. Цифровой мультиметр М-830В 15. Осциллограф С1-94 16. Монтажная плата 17. Соединительные провода	Лабораторная работа №18эм. Изучение р-п - перехода (полупроводниковый диод). - 3шт.	

Лаборатория оптики и квантовой физики		
1. Бинокулярный микроскоп МБС-10 2. Осветитель со светофильтром 3. Оправка с пластиной и плоско-выпуклой линзой	Лабораторная работа №4. Определение радиуса кривизны линзы в интерференционном опыте с кольцами Ньютона. – 3 шт.	
4. Конденсор для источника света с держателем для объектов 50x50 мм. Диаметр конденсора 60 мм, фокусное расстояние 50 мм. Дополнительно прилагаются 5 объектов. 5. Трансформатор 6В/12 В. Выходное напряжение: 6 В / 5 А и 12 В / 2,5 А через два 4 мм разъема. 6. Напряжение питания от сети 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность: 60 ВА, защита: защита от перегрева, габариты (ДхШхВ) 210x170x90 мм, масса 2,6 кг 7. Линза в оправе с фокусным расстоянием +50. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 50 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм 8. Линза в оправе с фокусным расстоянием +100. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 100 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм 9. Линза в оправе с фокусным расстоянием +150. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 150 мм, диаметр объектива 75 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм 10. Линза в оправе с фокусным расстоянием +200. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 200 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм 11. Линза в оправе с фокусным расстоянием +200. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное	Лабораторная работа Законы линз и оптических приборов. - 3 шт.	

<p>расстояние 200 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>12. Линза в оправе с фокусным расстоянием +500. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза собирающая, фокусное расстояние 500 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>13. Линза в оправе с фокусным расстоянием -100. На оправе указано фокусное расстояние линзы. Линза рассеивающая, фокусное расстояние 100 мм, диаметр объектива 40 мм, диаметр оправы: 130 мм, диаметр стержня 10 мм</p> <p>14. Масштабная линейка стеклянная, шкала до 5 см с ценой деления 1 мм</p> <p>15. Держатель для оптических объектов в оправе. Диаметр оправы 130 мм, диаметр стержня 10 мм. Размер окна 45x45 мм</p> <p>16. Плоское зеркало. Диаметр стержня 10 мм. Размеры зеркала 140x90 мм</p> <p>17. Экран 300x300 мм</p> <p>18. Оптическая скамья, длиной 1000 мм, материал алюминий</p> <p>19. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 65 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм.</p> <p>20. Рейтер для оптической скамьи со штоком. Высота штока 35 мм. Диаметр максимального фиксирующего стержня до 12 мм.</p> <p>21. Измерительная рулетка, длиной не менее 2 м</p> <p>22. Метр демонстрационный, длиной не менее 1000 мм</p> <p>23. Основание для штатива, цилиндрическое. Диаметр 60 мм, высота 55 мм, масса 750 г.</p>	
--	--

Лаборатория ЭиЭ и ТОЭ		
<ol style="list-style-type: none"> 1. Монтажная плата 2. Блок сопряжения установки с компьютером. 3. Компьютер 4. Соединительные провода 	<p>Лабораторная работа 16эм Изучение явления резонанса в колебательном контуре (на линии с РС). - 3шт.</p>	

2.1 Основная литература

1. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов: В 5 т. Т.2 : Термодинамика и молекулярная физика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 4-е изд., стер. - М.: Физматлит; : МФТИ, 2003. - 576с. - ISBN 5-9221-0226-5.
2. Иродов И.Е. Электромагнетизм: Основные законы: Учебное пособие для вузов / Иродов Игорь Евгеньевич. - 4-е изд., испр. - М.: Физматлит; : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 320с.: ил. - Прил.:с.311.-Предм.указ.:с.347. - ISBN 5-93208-109-0.
3. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.4 : Оптика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 3-е изд., стер. - М.: Физматлит; , 2013. - 792с.: ил. - Имен.указ.:с.780.-Предм.указ.:с.783. - ISBN 9785922107631.
4. Сивухин Д.В. Общий курс физики: Учебное пособие для вузов. Т.5 : Атомная и ядерная физика / Сивухин Дмитрий Васильевич. - 3-е изд., стер. - М.: Физматлит; : МФТИ, 2008. - 784с.: ил. - Табл.:с.766.-Имен.указ.:с.769.-Предм.указ.:с.773. - ISBN 9785922106450.
5. Иродов И.Е. Задачи по общей физике: Учебное пособие для студентов вузов / Иродов Игорь Евгеньевич. - 5-е изд., испр. - М.: Физматлит; : Лаборатория Базовых Знаний, 2002. - 432с. - Прил.:с.410. - ISBN 5-93208-128-7.

2.2 Дополнительная литература

1. Ремизов А.Н. Курс физики: Учебник для вузов / Ремизов Александр Николаевич, Потапенко Александр Яковлевич. - М.: Дрофа, 2002. - 720с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7107-4249-9.
2. Фриш С.Э. и Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.1. Физические основы механики. Молекулярная физика. Колебания и волны. - 13-е изд. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0663-0.
3. Фриш С.Э. и Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.2. Электрические и электромагнитические явления. - 12-е изд. - СПб.: Лань, 2008. - 528 с. - ISBN 978-5-8114-0664-7.
4. Фриш С.Э. и Тиморева А.В. Курс общей физики. В 3-х тт. Т.3. Оптика. Атомная физика. - 10-е изд. - СПб.: Лань, 2008. - 656 с. - ISBN 978-5-8114-0665-4.
5. Калитеевский Н.И. Волновая оптика / Калитеевский Николай Иванович. - 5-е изд. - СПб.: Лань, 2008. - 480 с. - ISBN 978-5-8114-0666-1.
6. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 1. Введение в атомную физику. - 8-е изд. - СПб.: Лань, 2010. - 560 с. - ISBN 978-5-8114-1005-7.
7. Шпольский Э.В. Атомная физика. Том 2. Основы квантовой механики и строение электронной оболочки атома. - 6-е изд. - СПб.: Лань, 2010. - 448 с. - ISBN 978-5-8114-1006-4.
8. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 1. Физика атомного ядра - 7-е изд, стер. - СПб.: Лань, 2009. - 384 с. - ISBN 978-5-8114-0738-5.
9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 2. Физика ядерных реакций. - 7-е изд, стер. - СПб.: Лань, 2009. - 326 с. - ISBN 978-5-8114-0738-5.
10. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. В 3-х тт. Т. 3. Физика элементарных частиц. - 6-е изд., испр. - СПб.: Лань, 2008. - 432 с. - ISBN 978-5-8114-0738-5.
11. Сборник задач по общему курсу физики. Кн.5 : Атомная физика. Физика ядра и элементарных частиц / Гинзбург Виталий Лазаревич, Левин Лев Михайлович, Рабинович Матвей Савельевич, Сивухин Дмитрий Васильевич; Под ред. Д.В.Сивухина. - 5-е изд., стер. - М.: Физматлит; СПб.: Лань, 2006. - 184с. - ISBN 9785922106061.

12. Савельев И.В. Курс физики: Учебное пособие для вузов: В 3 т. Т.2 :
Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика / Савельев Игорь
Владимирович. - 4-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2008. - 480с. - (Учебники для вузов.
Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-0686-9.