

Спецификация ДЭМО РТ4 Физика Электромагнетизм.

Колебания и волны

#	Название модуля	Заданий	Балл
1	РТ4 Электромагнетизм. Колебания и волны.		
1.1	5.1.1. Объясняет физическое содержание природы магнитного поля и его основные свойства. Демонстрирует знание: источник магнитного поля – движущиеся заряды и токи; действия магнитного поля на движущиеся заряды и токи; молекулярных токов в магнитах.	1	1,00
1.2	5.1.2. Распознаёт картины силовых линий полей кругового витка с током, прямолинейного проводника с током, соленоидальной катушки и постоянного магнита. Определяет направления вектора индукции магнитного поля.	1	1,00
1.3	5.2.1. Распознаёт силу Ампера, действующую на проводник с током в магнитном поле. Определяет величину и направление силы Ампера, действующей на элемент проводника с током в однородном и неоднородном полях. Объясняет физическое содержание характеристики – индукция магнитного поля, используя силу Ампера. Использует векторную и координатную форму представления силы Ампера. Применяет метод расчета силы Ампера, действующей на проводник с током произвольной формы в магнитном поле.	1	1,00
1.4	5.3.1. Распознаёт закон Био-Савара-Лапласа. Применяет метод разбиения проводника на элементы; определяет величину и направление векторов индукции поля, созданного элементами тока проводника; определяет общий параметр (для всех физических величин), который изменяется при переходе от одного элемента к другому. Определяет индукцию результирующего поля, применяя принцип суперпозиции полей.	1	1,00
1.5	5.3.2. Демонстрирует знание перехода от анализа поля отрезка к полю бесконечно длинного прямолинейного проводника с током; от поля витка к полю соленоидальной катушки с током. Определяет индукцию магнитного поля, созданного проводником произвольной формы, опираясь на известные соотношения, полученные для полей проводников правильной геометрической формы.	1	1,00
1.6	5.4.1. Объясняет физическое содержание основных уравнений для описания магнитных полей, созданных постоянными потоками зарядов, и их применение. Распознаёт теорему Гаусса для магнитного поля и теорему о циркуляции вектора индукции (закон полного тока). Определяет поток вектора индукции через элементарную площадку dS и через замкнутую поверхность S и единицы его измерения. Определяет циркуляцию вектора индукции вдоль произвольной линии магнитной индукции (в том числе вдоль силовой линии). Определяет магнитный поток и циркуляцию вектора индукции для магнитного поля бесконечно длинного прямолинейного проводника с током. Делает вывод о свойствах магнитного поля.	1	1,00
1.7	5.4.2. Классифицирует и применяет записанные в дифференциальной форме уравнения магнитостатики для анализа характеристик магнитного поля. Демонстрирует на примерах отсутствие зарядов, на которых начинались бы и заканчивались линии индукции, т.е. замкнутость силовых линий магнитного поля; вихревой характер магнитного поля в пространстве с токами.	1	1,00
1.8	5.5.1. Объясняет и применяет метод определения направления силовых линий и величины вектора магнитной индукции в каждой точке пространства по ориентации пробной рамки с током в магнитном поле и (измеренной) величине действующего на неё вращательного момента. Определяет вращательный момент, действующий на многосвитковую рамку с током; зависимость угла кручения (в пределах упругой деформации) от силы тока; схему включения для измерения тока или напряжения.	1	1,00
1.9	5.5.2. Распознаёт равенство нулю равнодействующей всех сил, действующих на рамку в однородном магнитном поле; вращательный момент, действующий на контур с током, и связанную с ним энергию контура с током в магнитном поле. Определяет силу, втягивающую контур (виток) с током в область более сильного поля, если магнитный момент контура с током ориентирован по полю. Определяет результирующую силу, действующую на контур с током в неоднородном магнитном поле. Определяет работу, совершаемую при повороте контура с током в магнитном поле, и величину приобретаемой энергии. Определяет работу по перемещению проводника и контура с током в магнитном поле. Классифицирует, что магнитная энергия локализована в пространстве, где есть магнитное поле с объёмной плотностью. Определяет её, используя характеристики магнитного поля.	1	1,00

1.10	5.6.1. Распознаёт направление действия силы Лоренца на положительно и отрицательно заряженные частицы. Классифицирует роль силы Лоренца – как центростремительной силы. Классифицирует движение по окружности и спирали. Определяет характеристики движения: период обращения по окружности, радиус окружности, шаг спирали, составляющие скорости движения. Определяет ускорение, скорость, траекторию движения частиц при совместном действии электрического и магнитного полей. Приводит примеры движения частиц (протонов) в циклотроне и пучков электронов в кинескопе, ускоряемых электрическим полем и отклоняющихся под действием магнитного поля.	1	1,00
1.11	5.7.1. Объясняет и определяет величину разности потенциалов между противоположными точками на верхней и нижней гранях образца. Использует условие равенства электрической силы и силы Лоренца при установившемся токе в пластине. Распознаёт определение постоянной Холла R_H , природы проводимости по знаку R_H (электронная, дырочная), концентрации носителей заряд, средней длины свободного пробега электронов (для электронного проводника).	1	1,00
1.12	5.8.1. Классифицирует содержание опытов Арго и содержание опытов Фарадея (от опыта к опыту) и последовательную постановку вопросов. Определяет общую задачу опытов: обнаружение возникновения электрического тока под действием магнитного поля. Объясняет закон электромагнитной индукции и правило Ленца. Владеет способом применения закона электромагнитной индукции 1) для определения э.д.с., возникающей в замкнутом контуре, и 2) для определения разности потенциалов, возникающей на концах проводника, движущегося в магнитном поле.	1	1,00
1.13	5.8.2. Объясняет физическую природу электрического поля, возбуждаемого переменным магнитным полем в явлении электромагнитной индукции. Классифицирует это поле как вихревое; записывает выражение для циркуляции вектора напряжённости этого поля вдоль замкнутого контура. Определяет э.д.с. – как работу сторонних сил по перемещению единичного заряда по замкнутому контуру. Объясняет возникновение вихревых токов (токов Фуко); определяет их полезное применение (индукционный нагрев, гашение колебаний и т.п.); определяет методы борьбы с потерями энергии в магнитных цепях при протекании вихревых токов (в том числе, использование магнитодиэлектриков и ферритов). Объясняет принцип работы индукционного ускорителя электронов – бетатрона.	1	1,00
1.14	5.8.3. Владеет опытом расчёта э.д.с. для, наиболее часто встречающегося на практике, случая вращения плоского витка в однородном магнитном поле (ось вращения лежит в плоскости витка и перпендикулярна вектору магнитной индукции) (т.е. определяет э.д.с. индукции, изменяющуюся по гармоническому закону (генератор переменного тока)). Определяет величину заряда, проходящего через поперечное сечение витка вследствие существования в витке индукционного тока (принцип флюксметра).	1	1,00
1.15	5.9.1. Распознаёт особенность явления самоиндукции и магнитный поток самоиндукции. Определяет потокосцепление с витками катушки и э.д.с. самоиндукции. Распознаёт э.д.с. взаимной индукции, коэффициенты взаимной индукции для двух контуров; объясняет равенство взаимных индуктивностей двух контуров, находящихся в неферромагнитной среде. Определяет коэффициент трансформации трансформатора; Определяет энергию магнитного поля длинного соленоида при его заданной индуктивности L , определяет объёмную плотность энергии магнитного поля в объёме соленоида. Определяет токи замыкания и размыкания в цепи, содержащей катушку индуктивности. Графически отображает зависимость тока от времени при разных значениях параметров электрической цепи.	1	1,00
1.16	5.10.1. Классифицирует связь намагничения магнетика и токов, циркулирующих внутри атомов (вращение электронов и движение их в атоме). (Объясняет гипотезу Ампера о природе магнетизма – о циркуляции атомных токов). Определяет (в макроскопических задачах) намагничённость вещества как средний магнитный момент единицы объёма вещества. Распознаёт: орбитальный магнитный момент электрона и момент импульса; векторы орбитальных магнитного момента атома и момента импульса; оценивает магнитные моменты атомных ядер. Распознаёт закон полного тока для вектора индукции магнитного поля в вакууме и поля в магнетиках; использует понятие: молекулярные токи.	1	1,00
1.17	5.10.2. Отличает напряжённость магнитного поля, как характеристику, зависящую только от токов проводимости; отличает теорему о циркуляции вектора напряжённости магнитного поля. Объясняет физический смысл магнитной проницаемости, напряжённости и индукции магнитного поля в магнетике. Определяет связь этих характеристик в вакууме и в магнетике.	1	1,00

1.18	5.10.3. Объясняет природу магнитомеханических явлений (гиромангнитных). Классифицирует связь магнитных свойств вещества с орбитальными и спиновыми вращениями электронов в атомах (согласно квантовой теории). Распознаёт для опыта Эйнштейна: выполнение закона сохранения механического момента импульса электронов при намагничении магнетика; для опыта Барнетта: проводит аналогию с поворотом оси гироскопа для совпадения направлений собственного и принудительного вращения. Определяет собственный механический момент (спин) электрона и связанный с ним собственный (спиновый) магнитный момент. Распознаёт магнетон Бора – единицу измерения магнитного момента.	1	1,00
1.19	5.11.1. Распознаёт магнитную восприимчивость единицы объёма вещества и характер связи намагничённости и напряжённости для диамагнетиков, парамагнетиков и ферромагнетиков. Даёт объяснение диамагнетизма – возникновение магнитного момента, индуцированного прецессионным движением атомов (ларморовское вращение атомов в магнитном поле); парамагнетизма – наличие у атомов вещества собственного магнитного момента, ориентируемого внешним магнитным полем (теория Ланжевена) Классифицирует вещества: для диамагнетиков - магнетик выталкивается в область более слабого поля; для парамагнетиков - в сильных полях (или при низких температурах) имеет место насыщение (намагничённость не зависит от величины индукции).	1	1,00
1.20	5.11.2. Классифицирует ферромагнетики, диамагнетики и парамагнетики по их свойствам (магнитная восприимчивость, магнитная проницаемость, кривая намагничивания). Классифицирует применение ферромагнетиков по виду их петли гистерезиса: мягкие и жесткие магнитные материалы. Распознаёт (признаки) свойства ферромагнетиков: наличие областей спонтанного намагничивания (доменов), в которых магнитные моменты электронов выстраиваются параллельно друг другу. Классифицирует необратимые процессы: смещение границ доменов в слабых полях и поворот доменов в более сильных полях – как наличие петли гистерезиса в зависимости $B=f(H)$. Классифицирует: орбитальный магнитный момент в изолированном атоме ферромагнетика (железо); «замораживание» электронных орбит при образовании кристалла железа: связь магнитных свойств ферромагнитных веществ с не скомпенсированными спиновыми магнитными моментами небольшого числа электронов атома. Распознаёт: основную (нулевую) кривую намагничивания; частный цикл и максимальную петлю гистерезиса; физическое содержание: площади петли гистерезиса, остаточной индукции B_C и коэрцитивной силы H_C . Распознаёт на кривой намагничивания участки, соответствующие магнитному насыщению ($J = J_{нас} = const$); классифицирует отличие зависимости $B = f(H)$ в области насыщения. Оценивает магнитную проницаемость и намагничённость для решения практических задач по расчёту магнитных цепей. Распознаёт зависимость остаточной намагничённости от температуры.	1	1,00
1.21	5.12.1. Классифицирует теорию Максвелла (а) как обобщение законов электромагнетизма, установленных экспериментальным путём (распознаёт эти законы); б) теорию единого электромагнитного поля, создаваемого произвольной системой зарядов и токов; в) теорию, рассматривающую усреднённые электрическое и магнитное поля. Распознаёт величины, характеризующие электрические и магнитные свойства среды в феноменологической теории электромагнитного поля Максвелла. Определяет первое и второе уравнение Максвелла (в интегральной форме). Классифицирует связь значения вектора напряжённости электрического поля (или вектора напряжённости магнитного поля) вдоль некоторого контура со значением производной по времени от вектора электрического смещения (или, соответственно, от вектора магнитной индукции) в точках опирающейся на контур поверхности, т.е. в разных точках. Определяет взаимные превращения переменных электрических и магнитных полей, распространяющихся от точки к точке. Объясняет возможность возбуждения магнитного поля не только токами в проводниках, но и «токами смещения», порождаемыми переменными электрическими полями в диэлектриках и в вакууме (ток смещения – количественная характеристика «магнитного действия» переменного тока); распознаёт плотность тока смещения. Распознаёт циркуляцию вектора напряжённости электрического поля, порождаемого переменным магнитным полем.	1	1,00
1.22	5.12.2. Распознаёт различные формы записи теоремы Гаусса для магнитного и электрического полей. Распознаёт дополнительные уравнения, характеризующие электрические и магнитные свойства среды, в которой создано электромагнитное поле. Распознаёт и объясняет содержание уравнений Максвелла в дифференциальной форме. Классифицирует применение уравнений Максвелла в определённой форме для решения поставленной задачи. (Например, распространение электромагнитных возмущений в вакууме или в однородной среде, описываемой постоянными значениями диэлектрической и магнитной проницаемостей).	1	1,00

1.23	6.1.1. Распознаёт различные виды маятников и колебания физических величин в колебательном контуре. Распознаёт формы дифференциальных уравнений и их решения, например, определение частоты колебаний. Распознаёт дифференциальное уравнение, закон изменения заряда q на обкладках конденсатора, закон изменения силы тока в цепи и значение частоты колебаний.	1	1,00
1.24	6.1.2. Распознаёт уравнения гармонических колебаний и временную развёртку гармонического колебания с периодом T . Распознаёт закон изменения колеблющейся величины и характеристики колебаний в данной задаче, в том числе характеристики электромагнитных колебаний в колебательном контуре. Распознаёт ускорение, скорость, частоту, период колебаний, кинетическую и потенциальную энергию колебаний. Определяет полную энергию колебаний в колебательном контуре, энергию электрического поля конденсатора и энергию магнитного поля катушки индуктивности.	1	1,00
1.25	6.2.1. Распознаёт уравнение затухающих колебаний в общем виде. Определяет коэффициент затухания. Распознаёт временную развёртку затухающих колебаний. Распознаёт дифференциальное уравнение, описывающее затухающие колебания в контуре с активным сопротивлением, и его решение. Определяет коэффициент затухания. Определяет частоту, период, закон изменения амплитуды колебаний, декремент затухания, логарифмический декремент затухания, добротность колебательного контура.	1	1,00
1.26	6.3.1. Распознаёт способ компенсации потери энергии данной колеблющейся системы и потери энергии в электрическом колебательном контуре. Распознаёт решение уравнения вынужденных колебаний в стандартном виде (когда вынуждающая сила изменяется по гармоническому закону). Распознаёт условие резонанса, зависимость амплитуды колебаний от частоты вынуждающей силы (в виде графика), резонансную частоту и амплитуду колебаний в резонансе.	1	1,00
1.27	6.4.1. Распознаёт условие определения квазистационарных токов и условие их существования для периода T изменения величины силы тока и для длины электрической цепи. Распознаёт действующее значение тока и напряжения, мгновенное и среднее значение мощности в цепи переменного тока и способы её увеличения. Определяет закон изменения тока и напряжения в цепи, содержащей один из элементов (сопротивление R , индуктивность L или ёмкость C). С использованием векторной диаграммы определяет характеристики цепи, содержащей активное и реактивное сопротивления (элементы R , L , C , соединённые последовательно или параллельно), сдвиг фаз между током I и напряжением U . Распознаёт полное сопротивление цепи переменного тока и резонансные явления. Распознаёт резонанс токов и напряжений. Распознаёт значение сопротивления контура при резонансе токов. Оценивает добротность контура при резонансе напряжений.	1	1,00
1.28	6.5.1. Распознаёт волновое уравнение и его решения: а) общее решение для плоской волны; б) решение для монохроматической волны. Распознаёт длину волны и частоту монохроматической волны. Распознаёт фазовую и групповую скорость волны. Распознаёт скорость распространения звуковой волны в воздухе (при различных температурах), в стали, в воде. Распознаёт среднее значение плотности энергии и вектор плотности потока энергии, переносимой волной; интенсивность волны. Классифицирует результаты известных опытов.	1	1,00
1.29	6.6.1. Объясняет выводы теории электромагнетизма Максвелла. Распознаёт: взаимосвязь электрических и магнитных полей; объединение двух фундаментальных взаимодействий; существование единого распространяющегося в пространстве электромагнитного поля, в котором напряжённость электрического и индукция магнитного полей изменяются по периодическому закону, в виде электромагнитных волн, переносящих энергию. Объясняет волновое уравнение для электромагнитных волн для случая, когда отсутствуют электрические заряды и токи. Распознаёт физический смысл коэффициента при производной по времени в общей форме записи волнового уравнения. Распознаёт фазовую скорость волны и её связь с характеристиками однородной среды. Анализирует следствия из уравнений Максвелла, характеризующих электромагнитную волну: распознаёт соотношения для электромагнитной волны, содержащие характеристики поля и среды.	1	1,00

1.30	<p>6.6.2. Распознаёт уравнение плоской монохроматической электромагнитной волны (распространяющейся в направлении какой-либо оси). Для плоской волны, распространяющейся вдоль оси x, распознаёт: уравнение волны для векторов напряжённости электрического и магнитного полей; моментальную фотографию волны (колебания электрического и магнитного полей в плоской электромагнитной волне); волновой вектор. Определяет компоненты векторов напряжённости, их направления и значения. Распознаёт: поперечность электромагнитных волн и ориентацию плоскости колебаний векторов напряжённости относительно направления распространения волны. Определяет величину энергии и импульса электромагнитного поля, а также вектора плотности потока энергии (вектор Умова-Пойнтинга). Распознаёт объёмную плотность энергии электромагнитной волны, импульс волны, несущей энергию, связь вектора Умова - Пойнтинга с величиной напряжённости электрического и магнитного полей и связь интенсивности электромагнитной волны с характеристиками поля.</p>	1	1,00
	Итого :	30	30,00