

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:48
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»

Утверждаю:

Руководитель ООП



[Handwritten signature]

Б.Б.Педько «

«28» июня 2022 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Электродинамика

Направление подготовки

03.03.03 Физика

профиль

Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств

Для студентов

3 курса, очной формы обучения

Составитель: к.ф.-м.н., доцент Сдобняков Н.Ю.

[Handwritten signature]

Тверь, 2022

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Электродинамика

2. Цель и задачи дисциплины

Целью курса «**Электродинамика**» является изучение и освоение студентами основных теоретических методов описания и исследования электромагнитных явлений и приобретение навыков самостоятельной постановки и решения задач классической электродинамики. Данная дисциплина представляет собой один из важнейших разделов профессионального цикла «Теоретическая физика». Знание ее необходимо для специалиста, работающего в области физики. Электродинамике принадлежит одно из важнейших мест в ряду других разделов физики не только из-за ее весьма значительного прикладного значения, но и благодаря ее исключительной роли в познании природы, в том числе в формировании квантовой теории и теории относительности. В связи с этим первой задачей курса «Электродинамика» является формирование у студентов единой, логически непротиворечивой физической картины, связывающей все изучаемые явления, теории и модели их описания. При этом решается задача формирования научного мировоззрения и современного физического мышления. Изучение курса должно происходить последовательно, не ограничиваясь только понятийным аппаратом, со строгим математическим и логическим обоснованием всех получаемых результатов в рамках используемых теоретических моделей. В результате изучения курса студенты должны усвоить фундаментальную базу теоретических знаний по электродинамике, а также получить систему практических навыков использования этих знаний для постановки математической задачи описания любого явления или процесса, связанного с законами электромагнетизма, и последовательного решения этой задачи.

Программа курса строится на основе с утвержденными стандартами на дисциплины «Электродинамика» и «Электродинамика сплошных сред». Объединение в одном курсе этих дисциплин обеспечивает единую методологическую основу для их углубленного изучения и для широкого использования в последующих базовых учебных курсах, а также в специальных курсах, изучаемых на физико-техническом факультете. Кроме того, это позволяет избежать излишнего дублирования в условиях общего дефицита аудиторных учебных часов. Курс содержит 26 разделов, в том числе основные уравнения электродинамики и теории электромагнетизма, электромагнитные поля и волны заданных источников, электромагнитные поля и волны заданных

источников, взаимодействие электромагнитного поля с зарядами, релятивистская электродинамика.

Задачами курса являются:

- изучение принципа релятивистской инвариантности законов электродинамики;
- принципа суперпозиции полей;
- принципа калибровочной инвариантности;
- приложений методов математической физики для решения основных задач электродинамики:
 - а) движение точечных зарядов в электромагнитном поле;
 - б) описание полей создаваемых системами зарядов;
 - в) распространение электромагнитных полей в вакууме и веществе.

Методика преподавания курса идеологически соответствует содержанию курса теоретической физики Л.Д.Ландау и Е.М. Лифшица [4,5] и лекций по физике Р.Фейнмана [6], которые представляют признанные стандарты преподавания теоретической физики.

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «**Электродинамика**» относится к дисциплинам базовой части учебного плана. Содержательно она связана с дисциплинами «Теоретическая механика» и «Квантовая теория», «Экспериментальные и теоретические методы в физике конденсированного состояния», учебной, производственной и научно-исследовательской практик, в процессе которых формируются навыки преподавания, научно-исследовательской и инженерной деятельности. Учебная дисциплина непосредственно связана с дисциплинами «Квантовая механика», «Математический анализ», «Аналитическая геометрия», «Линейная алгебра», «Векторный и тензорный анализ», «Теория функций комплексного переменного», «Методы математической физики».

4. Объем дисциплины:

5 зачетные единицы, 180 академических часов, **в том числе**

контактная работа: лекции 66 часов, практические занятия 51 час, **самостоятельная работа:** 63 часа.

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Формируемые компетенции	Требования к результатам обучения В результате изучения дисциплины студент должен:
ОПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые	Знать: основы электродинамики, электродинамики сплошных сред и специальной теории

естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)	относительности; Уметь: ясно излагать и аргументировать собственную точку зрения, использовать базовые теоретические знания по данному разделу теоретической физики для решения профессиональных задач, в частности, для решения типовых задач по электродинамике; Владеть: не предусмотрено.
ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей	Знать: основные направления применения электродинамики в радиофизике и электронике; Уметь: решать задачи, связанные с применением радиотехнических систем и устройств; Владеть: не предусмотрено.

1. Формы промежуточного контроля:

Зачет в 5 семестр, экзамен в 6 семестр.

7. Язык преподавания: русский.

II. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

1. Для студентов очной формы обучения

Наименование разделов и тем	Всего	Контактная работа			Самостоятельная работа
		К	Ц	Р	
1	2	3	4	5	
1. Введение. Основные понятия векторного и тензорного анализа. Предмет электродинамики. История - основные этапы эволюции, современное состояние, перспективы развития. Роль электродинамики в современной физической картине мира. Связь с другими дисциплинами.	4	2	1	1	
2. Принцип относительности. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время. Преобразование Лоренца. Преобразование скорости. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость.	6	3	2	1	

3. Релятивистская механика. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс. Преобразование функции распределения. Распад частиц ¹ . <u>Инвариантное сечение</u> ² . Упругие столкновения частиц. Момент импульса.	7	3	3	1
4. Заряд в электромагнитном поле. Элементарные частицы в теории относительности. Четырехмерный потенциал поля. Уравнение движения заряда в поле. Калибровочная инвариантность. Постоянное электромагнитное поле. Движение в постоянном однородном электрическом поле. Движение в постоянном однородном магнитном поле. Движение заряда в постоянных однородных электрическом и магнитном полях. Тензор электромагнитного поля. <u>Преобразование Лоренца для поля.</u> Инварианты поля.	8	4	2	2
5. Уравнения электромагнитного поля. Первая пара уравнений Максвелла. Действие для электромагнитного поля. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности. Вторая пара уравнений Максвелла. Плотность и поток энергии. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии - импульса электромагнитного поля. <u>Теорема вириала.</u> <u>Тензор энергии-импульса макроскопических тел.</u>	7	4	2	1
6. Постоянное электромагнитное поле. Закон Кулона. Электростатическая энергия зарядов. Поле равномерно движущегося заряда. Движение в кулоновском поле. Дипольный момент. Мультипольные моменты. Система зарядов во внешнем поле. Постоянное магнитное поле. <u>Магнитный момент.</u> Теорема Лармора.	5	2	2	1
7. Электромагнитные волны. Волновое уравнение. Плоские волны. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение. Частично поляризованный свет. Разложение электростатического поля. Собственные колебания поля.	5	2	2	1
8. Распространение света. Геометрическая оптика. Интенсивность. Угловой эйконал. Тонкие пучки лучей. Отображение широкими пучками лучей. Пределы геометрической оптики. Дифракция. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера	1	-	-	1
9. Поле движущихся зарядов. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара - Вихерта. Спектральное разложение запаздывающих потенциалов. Функция Лагранжа с точностью до членов второго порядка	5	2	2	1
10. Излучение электромагнитных волн. Поле системы зарядов на далеких расстояниях. Дипольное излучение. Дипольное излучение при столкновениях. Тормозное излучение малых частот. Излучение при кулоновском взаимодействии. Квадрупольное и магнито-дипольное излучения. Поле излучения на близких расстояниях. Излучение быстро движущегося заряда. Магнито- тормозное излучение. Торможение излучением. Торможение излучением в релятивистском случае. Спектральное разложение излучения в ультрарелятивистском случае. Рассеяние свободными зарядами. Рассеяние волн с малыми частотами. Рассеяние волн с большими частотами.	8	4	3	1
11. Электростатика проводников. Электростатическое поле проводников. Энергия электростатического поля проводников. <u>Методы решения электростатических задач.</u> Сила, действующая на проводник.	8	4	3	1
12. Электростатика диэлектриков. Электростатическое поле в	8	4	3	1

¹ Вопросы для самостоятельного изучения.

² Вопросы для изучения только на семинарских занятиях.

диэлектриках. Диэлектрическая проницаемость. Термодинамические соотношения для диэлектриков в электрическом поле. Полная свободная энергия диэлектрического тела. Электрострикция изотропных диэлектриков. Пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики.				
13. Постоянный электрический ток. Плотность тока и проводимость. Эффект Холла. Контактная разность потенциалов. Гальванический элемент. Термоэлектрические явления. Термогальваномагнитные явления.	7	4	2	1
14. Постоянное магнитное поле. Постоянное магнитное поле. Магнитное поле постоянных токов. Термодинамические соотношения в магнитном поле. Полная энергия магнетика. Энергия системы токов. Самоиндукция линейных проводников. Силы в магнитном поле. <u>Гирромагнитные явления.</u>	8	4	3	1
15. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм. Магнитная симметрия кристаллов. Ферромагнетик вблизи точки Кюри. Магнитострикция ферромагнетиков. Антиферромагнетик вблизи точки Кюри.	5	2	2	1
16. Сверхпроводимость. Магнитные свойства сверхпроводников. Сверхпроводящий ток Критическое поле. Промежуточное состояние и его структура.	5	2	2	1
17. Квазистационарное электромагнитное поле. Уравнение квазистационарного поля. Глубина проникновения магнитного поля в проводник. Скин-эффект. <u>Комплексное сопротивление.</u> <u>Емкость в цепи квазистационарного тока.</u> <u>Движение проводника в магнитном поле.</u>	6	2	3	1
18. Магнитная гидродинамика. Уравнение движения жидкости в магнитном поле. диссипативные процессы в магнитной гидродинамике. Магнитодинамические волны. Ударные волны. Условие эволюционности ударных волн.	5	2	2	1
19. Уравнения электромагнитных волн. Уравнения поля в диэлектриках в отсутствии дисперсии. Электродинамика движущихся диэлектриков. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость при очень больших частотах. Дисперсия магнитной проницаемости. Энергия поля диспергирующих средах. Аналитические свойства функции $\varepsilon(\omega)$. Плоская монохроматическая волна. Прозрачные среды.	8	4	3	1
20. Распространение электромагнитных волн. Геометрическая оптика. Отражение и преломление волн. Поверхностных импеданс металлов. Распространение волн в неоднородной среде. Принцип взаимности. Электромагнитные колебания волн в полых резонаторах. Распространение электромагнитных волн в волноводах. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн на малых частицах. Дифракция на клине и плоском экране.	1	-	-	1
21. Электромагнитные волны в анизотропных средах. Диэлектрическая проницаемость кристаллов. Плоская волна в анизотропной среде. Оптические свойства одноосных кристаллов. Двуосные кристаллы.	5	2	2	1
22. Пространственная дисперсия. Пространственная дисперсия. Естественная оптическая активность. Пространственная дисперсия оптически неактивных средах. Пространственная дисперсия вблизи линии поглощения.	5	2	2	1

23. Нелинейная оптика. Преобразование частот в нелинейных средах. Нелинейная проницаемость. Генерация второй гармоники. Сильные электромагнитные волны. Вынужденное комбинационное рассеяние.	4	2	1	1
24. Прохождение быстрых частиц через вещество. Ионизационные потери быстрых частиц в веществе. Излучение Черенкова.	4	2	1	1
25. Рассеяние электромагнитных волн. Принцип детального равновесия при рассеянии. Рассеяние с малым изменением частоты. Релеевское рассеяние в газах и жидкостях.	6	3	2	1
26. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.	3	1	1	1
Экзамен:	36			36
Итого:	180	66	51	63

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- планы практических (семинарских) занятий;
- сборники задач;
- методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов;
- требования к рейтинг-контролю.

IV Фонды оценочных средств.

Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Электродинамика» могут сдать зачет/экзамен по итогам рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет/экзамен сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

ОПК-1: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые естественнонаучные знания, включая знания о предмете и объектах изучения, методах исследования, современных концепциях, достижениях и ограничениях естественных наук (прежде всего химии, биологии, экологии, наук о земле и человеке)

Этап формирования компетенции, в котором участвует	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
--	--	--

дисциплина				
	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>	<i>Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)</i>	<i>Средний уровень (2 балла по каждому критерию)</i>	<i>Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)</i>
	Найти закон преобразования плотности энергии, плотности потока энергии и компонент тензора напряжений при преобразовании Лоренца.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает преобразование Лоренца для произвольных компонент 4-х мерного вектора. Применяя их находит решение. Анализирует его.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает преобразование Лоренца для произвольных компонент 4-х мерного вектора. Применяя их находит решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает преобразование Лоренца для произвольных компонент 4-х мерного вектора. Не с первой попытки применяет их, а только после наводящих вопросов.
	Найти закон преломления линий тока на плоской поверхности раздела двух сред с проводимостями σ_1 и σ_2 .	Делает чертеж. Записывает ГУ для плоской поверхности раздела двух сред. Применяя его находит решение. Анализирует его.	Делает чертеж. Записывает ГУ для плоской поверхности раздела двух сред. Применяя его находит решение.	Делает чертеж. Записывает ГУ для на плоской поверхности раздела двух сред. Не с первой попытки применяет его, а только после наводящих вопросов.
	Получить закон Джоуля-Ленца в дифференциальной форме	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Применяя математические навыки находит	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Применяя математические навыки находит	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Испытывает затруднения в применении математическ

		решение. Анализирует его.	решение.	их навыков находит решение.
--	--	---------------------------------	----------	-----------------------------------

ОПК-2: способностью использовать в профессиональной деятельности базовые знания фундаментальных разделов математики, создавать математические модели типовых профессиональных задач и интерпретировать полученные результаты с учетом границ применимости моделей

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания		
		Высокий уровень (3 балла по каждому критерию)	Средний уровень (2 балла по каждому критерию)	Низкий уровень (1 балл по каждому критерию)
	<i>Задания для проверки сформированности умений:</i>			
	Определить дифракцию Фраунгофера при нормальном падении плоской волны на бесконечную щель ширины $2a$ с параллельными краями, прорезанную в непрозрачном экране.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает основное уравнение для дифракции Фраунгофера. Геометрически описывает задачу. Применяя данные знания находит решение. Анализирует его.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает основное уравнение для дифракции Фраунгофера. Геометрически описывает задачу. Применяя данные знания находит решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает основное уравнение для дифракции Фраунгофера. Геометрически и описывает задачу. Не с первой попытки находит решение, а только после наводящих вопросов.
	Разложить поле равномерно и прямолинейно движущегося заряда на плоские волны.	Записывает соотношение для потенциала поля. Находит	Записывает соотношение для потенциала поля. Находит	Записывает соотношение для потенциала поля. Находит

		напряженнос ть поля. Записывает правило разложения на плоские волны. Применяя его находит решение. Анализирует его.	напряженнос ть поля. Записывает правило разложения на плоские волны. Применяя его находит решение.	напряженнос ть поля. Записывает правило разложения на плоские волны. Не с первой попытки применяет его, а только после наводящих вопросов.
	Определить собственные частоты электрических колебаний в двух индуктивно связанных контурах, содержащих самоиндукции L_1 и L_2 , емкости C_1 и C_2 .	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает определитель импедансов. Применяя математические навыки находит решение. Анализирует его.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает определитель импедансов. Применяя математические навыки находит решение.	Понимает физику явления, указанного в условии задачи. Записывает определитель импедансов. Испытывает затруднения в применении математических навыков находит решение.

Промежуточная аттестация

Вопросы № (ОПК-1 – 1-28; 50-58, ОПК-2 – 29-49; 59-110).

1. Предмет электродинамики.
2. Скорость распространения взаимодействий. Интервал. Собственное время.
3. Преобразование Лоренца.
4. Четырехмерные векторы. Четырехмерная скорость и ускорение.
5. Принцип наименьшего действия. Энергия и импульс.
6. Преобразование функции распределения.
7. Распад частиц. Инвариантное сечение.
8. Упругие столкновения частиц.
9. Момент импульса.
10. Элементарные частицы в теории относительности.
11. Четырехмерный потенциал поля. Уравнение движения заряда в поле.
12. Калибровочная инвариантность.
13. Постоянное электромагнитное поле.

14. Движение в постоянном однородном электрическом поле.
15. Движение в постоянном однородном магнитном поле.
16. Движение заряда в постоянных однородных электрических и магнитных полях.
17. Тензор электромагнитного поля.
18. Преобразования Лоренца для поля. Инварианты поля.
19. Первая пара уравнений Максвелла. Действие для электромагнитного поля.
20. Четырехмерный вектор тока. Уравнение непрерывности.
21. Вторая пара уравнений Максвелла. Плотность и поток энергии.
22. Тензор энергии-импульса. Тензор энергии- импульса электромагнитного поля.
23. Теорема Вириалла. Тензор энергии-импульса макроскопических тел.
24. Закон Кулона. Электростатическая энергия зарядов.
25. Поле равномерно движущегося заряда. Движение в кулоновском поле.
26. Дипольный момент. Мультипольные моменты.
27. Система зарядов во внешнем поле.
28. Постоянное магнитное поле. Магнитный момент. Теорема Лармора.
29. Волновое уравнение. Плоские волны.
30. Монохроматическая плоская волна. Спектральное разложение.
31. Частично поляризованный свет. Разложение электростатического поля.
32. Собственные колебания поля.
33. Геометрическая оптика. Интенсивность.
34. Угловой эйконал.
35. Тонкие пучки лучей. Отображение широкими пучками лучей. Пределы геометрической оптики.
36. Дифракция. Дифракция Френеля. Дифракция Фраунгофера.
37. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта.
38. Спектральное разложение запаздывающих потенциалов.
39. Функция Лагранжа с точностью до членов второго порядка.
40. Поле системы зарядов на далеких расстояниях.
41. Дипольное излучение. Дипольное излучение при столкновениях.
42. Тормозное излучение малых частот.
43. Излучение при кулоновском взаимодействии.
44. Квадрупольное и магнито-дипольное излучения.
45. Поле излучения на близких расстояниях. Излучение быстро движущегося заряда.
46. Магнито-тормозное излучение.
47. Торможение излучением. Торможение излучением в релятивистском случае.
48. Спектральное разложение излучения в ультрарелятивистском случае.
49. Рассеяние свободными зарядами. Рассеяние волн с малыми частотами. Рассеяние волн с большими частотами.

50. Электростатическое поле проводников. Энергия электростатического поля проводников.
51. Методы решения электростатических задач.
52. Сила, действующая на проводник.
53. Электростатическое поле в диэлектриках.
54. Диэлектрическая проницаемость. Диэлектрическая проницаемость смеси.
55. Сила, действующая на диэлектрик.
56. Термодинамические соотношения для диэлектриков в электрическом поле. Полная свободная энергия диэлектрического тела.
57. Электрострикция изотропных диэлектриков. Пьезоэлектрики и сегнетоэлектрики.
58. Плотность тока и проводимость.
59. Эффект Холла.
60. Контактная разность потенциалов. Гальванический элемент
61. Термоэлектрические явления. Термогальваномагнитные явления.
62. Постоянное магнитное поле. Магнитное поле постоянных токов.
63. Термодинамические соотношения в магнитном поле. Полная энергия магнетика.
64. Энергия системы токов.
65. Самоиндукция линейных проводников.
66. Силы в магнитном поле.
67. Гиромагнитные явления.
68. Магнитная симметрия кристаллов.
69. Ферромагнетик вблизи точки Кюри.
70. Антиферромагнетик вблизи точки Кюри.
71. Магнитные свойства сверхпроводников.
72. Сверхпроводящий ток.
73. Критическое поле.
74. Промежуточное состояние и его структура.
75. Уравнение квазистационарного поля.
76. Глубина проникновения магнитного поля в проводник. Скин-эффект.
77. Комплексное сопротивление. Емкость в цепи квазистационарного тока.
78. Движение проводника в магнитном поле. Возбуждение тока ускорением.
79. Уравнение движения жидкости в магнитном поле.
80. Диссипативные процессы в магнитной гидродинамике.
81. Уравнения поля в диэлектриках в отсутствие дисперсии.
82. Дисперсия диэлектрической проницаемости. Диэлектрическая проницаемость при очень больших частотах.
83. Дисперсия магнитной проницаемости.
84. Энергия поля в диспергирующих средах.

85. Аналитические свойства функции $\varepsilon(w)$.
86. Плоская монохроматическая волна. Теорема Крамерса–Кронига. Прозрачные среды.
87. Геометрическая оптика. Отражение и преломление волн.
88. Поверхностный импеданс металлов.
89. Распространение волн в неоднородной среде. Принцип взаимности.
90. Электромагнитные колебания волн в полых резонаторах.
91. Распространение электромагнитных волн в волноводах.
92. Рассеяние и поглощение электромагнитных волн на малых частицах.
93. Дифракция на клине и плоском экране.
94. Диэлектрическая проницаемость кристаллов.
95. Плоская волна в анизотропной среде.
96. Оптические свойства одноосных кристаллов. Эффект Керра.
97. Двуосные кристаллы.
98. Магнитооптические эффекты.
99. Пространственная дисперсия.
100. Естественная оптическая активность.
101. Пространственная дисперсия в оптически неактивных средах.
102. Пространственная дисперсия вблизи линии поглощения.
103. Нелинейное взаимодействие волн.
104. Преобразование частот в нелинейных средах.
105. Нелинейная проницаемость.
106. Ионизационные потери быстрых частиц в веществе.
107. Излучение Черенкова.
108. Принцип детального равновесия при рассеянии.
109. Рассеяние с малым изменением частоты. Релеевское рассеяние в газах и жидкостях.
110. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.

Задачи для проверки умений при освоении дисциплины.

- 1.1. Найти производную скалярного поля $U = \ln(xy + xz + yz)$ в точке $M_0(0,1,1)$ по направлению окружности: $x = \cos t$, $y = \sin t$, $z = 1$ в направлении возрастания t .
- 2.1. На плоскую поверхность стола под углом φ падает параллельный пучок солнечных лучей. Перпендикулярно столу перемещается со скоростью v карандаш (вдоль своей длины). Какова скорость тени карандаша? Может ли она быть больше скорости света?

3.2. Докажите, что выражение релятивистского импульса $p = \frac{\sqrt{T(T + 2mc^2)}}{c}$ при небольших скоростях $v \ll c$ переходит в соответствующее выражение классической механики.

4.1. Доказать, что запаздывающие электромагнитные потенциалы

$$A(\bar{\mathbf{r}}, t) = \frac{1}{c} \int \frac{\mathbf{j}\left(\bar{\mathbf{r}}', t - \frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}{c}\right)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dV, \quad \varphi(\bar{\mathbf{r}}, t) = \int \frac{\rho\left(\bar{\mathbf{r}}', t - \frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}{c}\right)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dV$$

удовлетворяют условию

Лоренца $\operatorname{div} \mathbf{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$. Предполагается, что написанные объектные интегралы сходятся.

5.2. В цилиндрических координатах компоненты вектора напряженности магнитного поля в свободном пространстве имеют вид $H_r = H_\psi = 0$, $H_z = H(r, t)$, где функция $\mathbf{H}(\mathbf{r}, t)$ и ее производные ограничены. Определить вектор напряженности \mathbf{E} вихревого электрического поля, индуцированного данным магнитным.

6.1. Определить магнитное поле \mathbf{H} в цилиндрической полости, вырезанной в бесконечном длинном цилиндрическом проводнике. Радиусы полости и проводника соответственно равны a и b , расстояние между их параллельными осями d ($b > a + d$). Ток J распределен равномерно по сечению.

7.1. Как известно, электромагнитное поле можно представить в виде суперпозиции плоских поперечных гармоник. В произвольный момент времени

поле описывается разложением Фурье $E(x, t) = \int_{-\infty}^{+\infty} E_0(k) e^{i(kx - \omega t)} dk$, где

$dk = dk_x dk_y dk_z$. Найти коэффициент Фурье

8.3. Определить дифракцию Фраунгофера при нормальном падении плоской волны на бесконечную щель ширины $2a$ с параллельными краями, прорезанную в непрозрачном экране.

9.2. Заряд e движется с малой скоростью \mathbf{v} и ускорением \mathbf{w} в ограниченной области. Найти приближенные выражения электромагнитного поля \mathbf{E} , \mathbf{H} частицы в точках, расстояние r до которых от частицы велико по сравнению с размерами области движения заряда. Определить положение границы квазистационарной и волновой зон.

10.5. Перпендикулярно однородному постоянному магнитному полю с напряженностью \mathbf{H} движется электрон с массой m и зарядом e . В начальный момент времени $t_0 = 0$ энергия электрона – E_0 , а его скорость v_0 по порядку

величины равна скорости света. Найти закон убывания энергии E электрона, обусловленный излучением. В полученной формуле сделать предельный переход к малой начальной скорости электрона $v_0^2 \ll c^2$.

11.3 Выразить компоненты обратного тензора σ_{ik}^{-1} через компоненты S_{ik} и \mathbf{a} .

12.1. Плоскопараллельную пластинку с диэлектрической проницаемостью ε внесли в электростатическое поле перпендикулярно вектору \mathbf{D} . Вследствие поляризации на пластинке возникнут поверхностные связанные заряды, создающие дополнительное поле. Определить влияние поляризации вещества на напряженность поля.

13.3. Через сечение медной пластинки толщиной $d = 0,2 \text{ мм}$ пропускается ток $I = 6 \text{ А}$. Пластинка помещается в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$, перпендикулярное к ребру пластинки и направлению тока. Считая концентрацию электронов проводимости равной концентрации атомов, определите в пластинке возникающую (холловскую) разность потенциалов. Плотность меди $\rho = 8,93 \text{ г/см}^3$

14.3. Равномерно намагниченная сфера (идеализированный ферромагнетик) вносится во внешнее однородное магнитное поле \mathbf{H}_0 . Найти результирующее магнитное поле. Магнитная проницаемость сферы – μ_1 , окружающей среды – μ_2 .

15.1. Система состоит из постоянного магнита и двух полюсов, изготовленных из мягкого железа. Пропусканием сильного тока во внешней обмотке брусок намагничивается до точки \mathbf{P} на кривой зависимости \mathbf{M} от \mathbf{H} . Найдите напряженность магнитного поля в зазоре после выключения тока, предполагая, что магнитная проницаемость мягкого железа бесконечна, и пренебрегая утечкой магнитного потока на краях зазора.

16.1. Записать уравнения Максвелла и материальные уравнения, описывающие статическое электромагнитное поле в сверхпроводнике. Вывести уравнения, описывающие в этом случае распределение тока и магнитного поля.

17.4. Оценить глубину проникновения электромагнитного поля с частотами $\approx 10^{10} \text{ Гц}$ в серебро с электрической проводимостью $6 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$, если при этом поле ослабевает в 10 раз.

18.2. Сильная ударная волна с числом Маха $M_0 \gg 1$ отражается от плоской абсолютно жесткой стенки (см. рисунок). Определить число Маха M_1 отраженной ударной волны.

19.2. В заданный момент времени ($t = 0$) в некоторой области пространства имеется электромагнитное возмущение. Не поддерживаемое внешними источниками, оно будет затухать со временем. Найти условия, определяющие декремент затухания.

20.3. Резонатор заполнен прозрачным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Определить изменение собственной частоты при малом изменении $\delta\epsilon(\mathbf{r})$ диэлектрической проницаемости.

21.2. Найти направление необыкновенного луча при нормальном падении света на поверхность одноосного кристалла с произвольно направленной оптической осью.

22.2. Определить изменение поляризации электромагнитной волны, распространяющейся в изотропной среде без пространственной дисперсии, помещенной во внешнее магнитное поле B_0 (эффект Фарадея).

23.1. Рассмотрим пучок радиуса a , находящийся в нелинейной изотропной среде. Рассчитать длину самофокусировки, т.е. путь l_{cf} , при прохождении которого в нелинейной среде пучок сходится к оси (рассмотреть первое приближение). Будем считать амплитуду напряженности электрического поля на оси E_0 , а амплитуду на расстоянии a от оси считаем равной нулю.

24.2. Определить сечение рассеяния $d\sigma$ линейно поляризованной волны зарядом e массы m , совершающим малые колебания (так называемым осциллятором).

V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература

2. Фальковский О. И. Техническая электродинамика [Электронный ресурс]: учеб. — Санкт-Петербург: Лань, 2009. — 432 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/403>.
3. Бредов М. М. Классическая электродинамика [Электронный ресурс]: учеб. пособие / М.М. Бредов, В.В. Румянцев, И.Н. Топтыгин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2003. — 400 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/606>.
4. Батыгин В.В., Топтыгин И.Н. Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности. СПб, М., Краснодар: Лань, 2010. https://e.lanbook.com/book/544#book_name

б) дополнительная литература

1. Буданов А. В. Основы электродинамики: учебное пособие. - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2010. - 183 с. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=141645>
2. Крамм, М.Н. Сборник задач по основам электродинамики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 256 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1541>.

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронная библиотека издательства Лань: <http://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com: <http://znanium.com/>
3. Университетская библиотека ONLINE: <http://www.biblioclub.ru/>
4. Сайт издательского дома ЮРАЙТ: <http://www.biblio-online.ru/>

VII. Методические указания и оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации, рубежного контроля по итогам освоения дисциплины

1. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ

Модуль 1: разделы заданий – 1, 2, 3, 4, 5

Модуль 2: разделы заданий – 6, 7, 8, 9, 10

Модуль 3: разделы заданий – 11, 12, 13, 14, 15, 16

Модуль 4: разделы заданий – 17, 18, 19.20, 21, 22, 23, 24

ЗАДАЧИ (ОПК-1 – разделы 1, 2, 3, 4, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 16; ОПК-2 – разделы 6, 7, 8, 9, 10, 17, 18, 19.20, 21, 22, 23, 24):

1.1. Найти производную скалярного поля $U = \ln(xy + xz + yz)$ в точке $M_0(0,1,1)$ по направлению окружности: $x = \cos t$, $y = \sin t$, $z = 1$ в направлении возрастания t .

1.2. Найти направление и величину наибольшего изменения скалярного поля $U = xy^2 + yz^2 + zx^2$ в точке $M_0(1,2,-1)$.

1.3. Доказать, что если $a_i = T_{ik}b_k$ в каждой системе координат, где T_{ik} – тензор II ранга, а b_k – вектор, то a_i – тоже вектор.

1.4. Доказать равенство $e_{ikl}e_{lmn} = \delta_{im}\delta_{kn} - \delta_{in}\delta_{km}$.

1.5. Доказать равенство

$$e_{iklm}e_{lmrs}A_iB_kC_rD_s = 2(A_iD_i)(B_kC_k) - 2(A_iC_i)(B_kD_k).$$

2.1. На плоскую поверхность стола под углом φ падает параллельный пучок солнечных лучей. Перпендикулярно столу перемещается со скоростью v карандаш (вдоль своей длины). Какова скорость тени карандаша? Может ли она быть больше скорости света?

2.2. На локомотиве поезда собственной длины l_0 вспыхивает прожектор. Кто первым увидит вспышку: пассажир в последнем вагоне или наблюдатель на полотне железной дороги? Скорость поезда v . Прожектор зажегся тогда (в системе поезда), когда оба наблюдателя поравнялись.

2.3. Космический корабль летит со скоростью v . На его пути появляется астероид. С корабля посылают электромагнитный сигнал к астероиду в тот момент (по часам корабля), когда расстояние между ними равно l (в системе отсчета корабля). Сигнал отражается от астероида и принимается локатором корабля. Чтобы принять меры предосторожности, экипажу необходимо время τ по корабельным часам. Каким должно быть расстояние l , чтобы не произошло столкновение?

2.4. Инвариантна ли величина $S^2 = c^2\Delta t^2 - \Delta x^2$? (Здесь S – так называемый интервал между двумя событиями, разделенными расстоянием Δx , и промежутком времени Δt .) Применить метод преобразований Лоренца.

2.5. Два человека читают одинаковые книги с равной скоростью чтения: один – в поезде, движущемся со скоростью v (пусть $(v/c)^2 = 0,75$), другой – на перроне станции A . Чтение они начали одновременно в ситуации, когда едущий поравнялся с тем человеком, который сидит на перроне. Человек на станции A закончил чтение всей книги в момент времени, соответствующий приходу поезда (по расписанию) на следующую станцию B . А человек в поезде? Каков ответ, если рассуждать а) в системе отсчета станции A б) в системе отсчета поезда?

3.1. Докажите, что для релятивистской частицы величина $E^2 - p^2c^2$ является инвариантной, т.е. имеет одно и то же значение во всех инерциальных системах отсчета.

3.2. Докажите, что выражение релятивистского импульса $p = \frac{\sqrt{T(T + 2mc^2)}}{c}$ при небольших скоростях $v \ll c$ переходит в соответствующее выражение классической механики.

3.3. Найти конечную энергию фотона при Комpton-эффекте. Для какого излучения наиболее характерно изменение длин волн?

3.4. Какую минимальную (пороговую) энергию необходимо сообщить протону, чтобы при бомбардировке неподвижной мишени образовалась протон-антипротонная пара. Энергию покоя протона $M_p c^2$ принять известной и равной 0,938 ГэВ.

4.1. Доказать, что запаздывающие электромагнитные потенциалы

$$A(\bar{\mathbf{r}}, t) = \frac{1}{c} \int \frac{\mathbf{j}\left(\bar{\mathbf{r}}', t - \frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}{c}\right)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dV, \quad \varphi(\bar{\mathbf{r}}, t) = \int \frac{\rho\left(\bar{\mathbf{r}}', t - \frac{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|}{c}\right)}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}'|} dV$$

удовлетворяют условию

Лоренца $\operatorname{div} \mathbf{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$. Предполагается, что написанные объектные интегралы сходятся.

- 4.2. В покоящейся системе отсчета напряженности \mathbf{E} и \mathbf{H} однородного электромагнитного поля заданы, причем $\mathbf{E}\mathbf{H} > 0$. Определить скорости тех инерциальных систем координат, в которых векторы электрического и магнитного полей параллельны.
- 4.3. Определить релятивистское движение заряда в параллельных однородных электрическом и магнитном полях.
- 4.4. Частица с зарядом e и массой m движется с произвольной скоростью в однородном постоянном электрическом поле E . В начальный момент времени $t=0$ частица находится в начале координат и имеет импульс p_0 . Определить трехмерные координаты и время t частицы в лабораторной системе, в функции ее собственного времени τ . Исключив τ , представить трехмерные координаты частицы в зависимости от t .
- 4.5. Релятивистская частица с зарядом e и массой m движется в однородном постоянном магнитном поле H . В начальный момент времени $t=0$ частица находится в точке с радиус вектором r_0 , обладая
- 5.1. Найти закон преобразования плотности энергии, плотности потока энергии и компонент тензора напряжений при преобразовании Лоренца.
- 5.2. В цилиндрических координатах компоненты вектора напряженности магнитного поля в свободном пространстве имеют вид $H_r = H_\varphi = 0$, $H_z = H(r, t)$, где функция $\mathbf{H}(\mathbf{r}, t)$ и ее производные ограничены. Определить вектор напряженности \mathbf{E} вихревого электрического поля, индуцированного данным магнитным.
- 5.3. Внутри тонкой проводящей оболочки радиуса b находится коаксиальный с ней провод радиуса a . По этим проводам текут постоянные токи одинаковой величины J в противоположных направлениях. Определить магнитное поле \mathbf{H} , создаваемое такой системой во всех точках пространства.
- 5.4. Найти электромагнитное поле равномерно движущегося со скоростью V точечного заряда q , решая уравнение Максвелла методом преобразования Фурье.
- 5.5. Найти плотность тока смещения $\mathbf{j}_{см}$ в плоском конденсаторе, пластины которого раздвигаются со скоростью \mathbf{u} , оставаясь параллельными друг другу, если 1) заряды Q на пластинах остаются постоянными; 2) разность потенциалов U между пластинами остается постоянной, расстояние d между пластинами конденсатора остается все время малым по сравнению с линейными размерами пластин; 3) как изменится результат, если пластины будут сближаться, а не раздвигаться.
- 6.1. Определить магнитное поле \mathbf{H} в цилиндрической полости, вырезанной в бесконечном длинном цилиндрическом проводнике. Радиусы полости и

проводника соответственно равны a и b , расстояние между их параллельными осями d ($b > a + d$). Ток J распределен равномерно по сечению.

6.2. Найти магнитный момент однородного шара (сферы), вращающегося вокруг одного из своих диаметров с угловой скоростью ω . Заряд шара – Q , радиус – a .

6.3. Найти поле на оси и в центре кругового витка радиуса a с током J . Используя полученный результат, найти 1) поле на оси круглого соленоида в точке, из которой его края видны под углами α_1 и α_2 ; 2) поле на конце полубесконечного соленоида; 3) поле внутри бесконечного соленоида. Число витков на единицу длины соленоида – n .

6.4. Сфера радиуса R заряжена по поверхности по закону $\sigma = \sigma_0 \cos \theta$. Найти φ поля, используя разложение по мультиполям в сферических координатах.

6.5. Используя теорему Гаусса, найти поле равномерно заряженного шарика радиуса a объемной плотностью ρ .

6.6. Найти потенциал φ и напряженность E электрического поля равномерно заряженного прямолинейного отрезка длиной $2a$, занимающего часть оси z от $-a$ до $+a$, заряд отрезка q .

7.1. Как известно, электромагнитное поле можно представить в виде суперпозиции плоских поперечных гармоник. В произвольный момент времени

поле описывается разложением Фурье $E(x,t) = \int_{-\infty}^{+\infty} E_0(k) e^{i(kx - \omega t)} dk$, где

$dk = dk_x dk_y dk_z$. Найти коэффициент Фурье $E_0(k)$ при условии, что

$$E(x,0) = e^{-\frac{x^2}{a^2}}, \quad a = \text{const}.$$

7.2. Дан векторный потенциал плоской монохроматической волны

$\mathbf{A} = \text{Re}\{\mathbf{A}_0 e^{-i\omega\left(t - \frac{x}{c}\right)}\}$, где \mathbf{A}_0 – постоянный комплексный вектор. Получить связь между напряженностями электрического и магнитного полей и векторным потенциалом.

7.3. Вычислить вектор Пойнтинга \mathbf{S} и импульс \mathbf{g} плоской монохроматической электромагнитной волны.

7.4. Разложить произвольный частично поляризованный свет на «естественную» и «поляризованную» части.

7.5. Две плоские монохроматические линейно поляризованные волны одной частоты распространяются вдоль оси z . Первая волна поляризована по x и имеет амплитуду a , вторая поляризована по y , имеет амплитуду b и опережает первую по фазе χ . Найти поляризацию результирующей волны.

- 8.1. Определить фокусное расстояние для отображения с помощью двух аксиально-симметричных оптических систем с совпадающими оптическими осями.
- 8.2. Определить фокусное расстояние «магнитной линзы» для заряженных частиц, представляющей собой продольное однородное магнитное поле в участке длины l . (Речь может идти о поле в длинном соленоиде при пренебрежении искажением однородности поля вблизи концов соленоида)
- 8.3. Определить дифракцию Фраунгофера при нормальном падении плоской волны на бесконечную щель ширины $2a$ с параллельными краями, прорезанную в непрозрачном экране.
- 8.4. Определить распределение интенсивности по направлениям при дифракции света, падающего в нормальном направлении на круглое отверстие радиуса a .
- 8.5. Разложить поле равномерно и прямолинейно движущегося заряда на плоские волны.
- 9.1. Получить потенциалы Лиенара–Вихерта из общих формул для запаздывающих потенциалов.
- 9.2. Заряд e движется с малой скоростью v и ускорением w в ограниченной области. Найти приближенные выражения электромагнитного поля E , H частицы в точках, расстояние r до которых от частицы велико по сравнению с размерами области движения заряда. Определить положение границы квазистационарной и волновой зон.
- 9.3. Определить (с точностью до членов второго порядка) центр инерции системы взаимодействующих частиц.
- 9.4. Разложить поле равномерно и прямолинейно движущегося заряда на плоские волны.
- 9.5. Написать функцию Гамильтона во втором приближении для системы из двух частиц, исключив из нее движение системы как целого.
- 10.1. Показать, что при взаимодействии N заряженных частиц с одинаковым отношением заряда к массе $\frac{m_i}{q_i}$ в отсутствие внешних полей электрическое дипольное излучение отсутствует.
- 10.2. Оценить энергию, излученную электроном за все время его пролета на большем расстоянии ρ от тяжелого ядра с зарядом Ze . Считать его скорость v практически неизменной, и по величине и по направлению, причем $v \ll c$.
- 10.3. Через конденсатор пролетает частица с массой m и зарядом e . Расстояние между обкладками конденсатора равно l , а напряженность E электрического поля в нем однородна и постоянна. Угол между вектором E и направлением скорости v_0 частицы при влете равнялся α . Знаки заряда e и косинуса угла

α одинаковы. Найти энергию E , теряемую частицей на дипольное излучение во время пролета частицы через конденсатор.

10.4. Осциллятор представляет собой частицу с массой m и зарядом e , которая совершает гармонические колебания с частотой ω_0 под действием упругой внешней силы. Начиная с момента времени $t_0 = 0$, покоившийся осциллятор подвергся действию внешнего электрического поля с напряженностью $\mathbf{E} = \mathbf{E}(t)$, которая описывается непрерывной функцией, обращающейся в нуль по истечении конечного промежутка времени. Принимая во внимание тормозное излучение, найти энергию dE_ω дипольного излучения осциллятора, приходящего на интервал от ω до $\omega + d\omega$.

10.5. Перпендикулярно однородному постоянному магнитному полю с напряженностью \mathbf{H} движется электрон с массой m и зарядом e . В начальный момент времени $t_0 = 0$ энергия электрона – E_0 , а его скорость v_0 по порядку величины равна скорости света. Найти закон убывания энергии E электрона, обусловленный излучением. В полученной формуле сделать предельный переход к малой начальной скорости электрона $v_0^2 \ll c^2$.

11.1. Определить распределение потенциала в проводящей сфере, в которую ток J входит через один полюс и выходит через противоположный.

11.2. Две параллельные плоские пластинки (из одинакового металла A) погружены в раствор электролита $AХ$. Найти зависимость плотности тока от приложенной к пластинкам разности потенциалов.

11.3 Выразить компоненты обратного тензора σ_{ik}^{-1} через компоненты S_{ik} и \mathbf{a} .

12.1. Плоскопараллельную пластинку с диэлектрической проницаемостью ϵ внесли в электростатическое поле перпендикулярно вектору \mathbf{D} . Вследствие поляризации на пластинке возникнут поверхностные связанные заряды, создающие дополнительное поле. Определить влияние поляризации вещества на напряженность поля.

12.2. Палочка из сегнетоэлектрика длины l и плотности ρ , обладающая остаточной поляризованностью \mathbf{P}_r , направленной вдоль оси палочки, подвешена за середину в горизонтальном положении на тонкой неупругой нити. Определить частоту ω малых колебаний, которые палочка будет совершать в однородном горизонтально направленном электрическом поле с напряженностью \mathbf{E} , считая, что это поле не оказывает влияния на поляризацию палочки.

12.3. Бесконечная пластина из изотропного диэлектрика помещена в перпендикулярное к ней однородное внешнее поле с электрической напряженностью E_0 . Толщина пластины a , а диэлектрическая проницаемость

изменяется линейно от ε_1 до ε_2 (вне пластины $\varepsilon = 1$). Найти градиент поля внутри пластины и поток энергии через нее.

13.1. В бесконечную проводящую с проводимостью σ и проницаемостью ε среду помещён заряд Q_0 . Найти время релаксации, т. е. время, в течение которого заряд уменьшится в e раз.

13.2. Найти закон преломления линий тока на плоской поверхности раздела двух сред с проводимостями σ_1 и σ_2 .

13.3. Через сечение медной пластинки толщиной $d = 0,2 \text{ мм}$ пропускается ток $I = 6 \text{ А}$. Пластинка помещается в однородное магнитное поле с индукцией $B = 1 \text{ Тл}$, перпендикулярное к ребру пластинки и направлению тока. Считая концентрацию электронов проводимости равной концентрации атомов, определите в пластинке возникающую (холловскую) разность потенциалов. Плотность меди $\rho = 8,93 \text{ г/см}^3$

14.1. Вычислить самоиндукцию единицы длины коаксиального кабеля, жила которого имеет радиус R_0 , оболочка – внутренний радиус R_1 , наружный R_2 . Магнитная проницаемость проводов μ_1 , изоляции между ними μ_2 .

14.2. Самоиндукция плоского контура в воздухе ($\mu = 1$) равна L_0 . Найти самоиндукцию контура, если его положить на плоскую границу полупространства, заполненного однородным магнетиком с магнитной проницаемостью μ .

14.3. Равномерно намагниченная сфера (идеализированный ферромагнетик) вносится во внешнее однородное магнитное поле \mathbf{H}_0 . Найти результирующее магнитное поле. Магнитная проницаемость сферы – μ_1 , окружающей среды – μ_2 .

15.1. Система состоит из постоянного магнита и двух полюсов, изготовленных из мягкого железа. Пропусканием сильного тока во внешней обмотке брусков намагничивается до точки \mathbf{P} на кривой зависимости \mathbf{M} от \mathbf{H} . Найдите напряженность магнитного поля в зазоре после выключения тока, предполагая, что магнитная проницаемость мягкого железа бесконечна, и пренебрегая утечкой магнитного потока на краях зазора.

15.2. Равномерно намагниченная сфера (идеализированный ферромагнетик) радиуса a вносится во внешнее однородное магнитное поле \mathbf{H}_0 . Найти результирующее магнитное поле. Магнитная проницаемость сферы – μ_1 , окружающей среды – μ_2 .

16.1. Записать уравнения Максвелла и материальные уравнения, описывающие статическое электромагнитное поле в сверхпроводнике. Вывести уравнения, описывающие в этом случае распределение тока и магнитного поля.

16.2. Сверхпроводник имеет форму кольца произвольного сечения. В нем течет ток, сосредоточенный в тонком поверхностном слое. Показать, что магнитный поток через поверхность, опирающуюся на контур, проведенный внутри проводника, равен нулю, если плотность тока на контуре равна нулю. Исходить из материального уравнения $\frac{\partial j_c}{\partial t} - \frac{1}{\Lambda} \mathbf{E} = 0$ и уравнений Максвелла.

17.1. Определить собственные частоты электрических колебаний в двух индуктивно связанных контурах, содержащих самоиндукции L_1 и L_2 и емкости C_1 и C_2 .

17.2. Определить собственные частоты электрических колебаний для цепи из трех параллельно соединенных сопротивления R , емкости C и самоиндукции L .

17.3. Вывести закон Ома для цепи переменного тока.

17.4. Оценить глубину проникновения электромагнитного поля с частотами $\approx 10^{10} \text{ Гц}$ в серебро с электрической проводимостью $6 \cdot 10^7 \text{ Ом}^{-1} \text{ м}^{-1}$, если при этом поле ослабевает в 10 раз.

17.5. Металлический шар помещён в однородное магнитное поле, изменяющееся с частотой ω . Найти результирующее поле и среднюю поглощаемую шаром мощность при больших частотах. Радиус шара a , магнитная проницаемость μ , проводимость σ . Указание: При определении поля вне шара считать, что внутри шара поле равно нулю (т. е. пренебречь глубиной проникновения δ по сравнению с радиусом шара a). При определении поля внутри шара считать его поверхность плоской.

18.1. Ударная волна с числом Маха M распространяется в идеальном газе, имеющем давление p_1 и плотность ρ_1 . Найти давление и плотность газа за ударной волной, считая показатель адиабаты газа γ постоянным.

18.2. Сильная ударная волна с числом Маха $M_0 \gg 1$ отражается от плоской абсолютно жесткой стенки (см. рисунок). Определить число Маха M_1 отраженной ударной волны.

19.1. Диэлектрический шар равномерно вращается (в пустоте) в однородном постоянном магнитном поле $\mathbf{\eta}$. Определить возникающее вокруг шара электрическое поле.

19.2. В заданный момент времени ($t=0$) в некоторой области пространства имеется электромагнитное возмущение. Не поддерживаемое внешними источниками, оно будет затухать со временем. Найти условия, определяющие декремент затухания.

19.3. На границу полупространства ($x>0$), заполненного прозрачной средой $\mu=0$, падает в нормальном направлении плоская электромагнитная волна с

резко обрывающимся передним фронтом. Определить структуру фронта волны, прошедшей внутрь среды.

20.1. Найти закон преобразования скорости распространения света в среде (групповой скорости) при преобразовании системы отсчета.

20.2. Определить интенсивность теплового излучения (заданной частоты) от плоской поверхности с малым импедансом.

20.3. Резонатор заполнен прозрачным диэлектриком с диэлектрической проницаемостью ϵ . Определить изменение собственной частоты при малом изменении $\delta\epsilon(\mathbf{r})$ диэлектрической проницаемости.

20.4. Плоская монохроматическая волна падает нормально на прорезанную в идеально проводящем плоском экране щель ширины $2a$, большей по сравнению с длиной волны. Определить распределение интенсивности света за щелью на больших расстояниях от нее для больших углов дифракции.

21.1. Найти потенциал электрического поля, создаваемого неподвижным точечным зарядом q в одноосном кристалле.

21.2. Найти направление необыкновенного луча при нормальном падении света на поверхность одноосного кристалла с произвольно направленной оптической осью.

22.1. Определить изменение поляризации электромагнитной волны при ее распространении в среде, тензор диэлектрической проницаемости которой имеет вид $\epsilon_{\alpha\beta} = \epsilon(\omega)\delta_{\alpha\beta} + if(\omega)e_{\alpha\beta\gamma}k_\gamma$, где \mathbf{k} – волновой вектор, а ϵ и f вещественны.

22.2. Определить изменение поляризации электромагнитной волны, распространяющейся в изотропной среде без пространственной дисперсии, помещенной во внешнее магнитное поле B_0 (эффект Фарадея).

23.1. Рассмотрим пучок радиуса a , находящийся в нелинейной изотропной среде. Рассчитать длину самофокусировки, т.е. путь l_{cf} , при прохождении которого в нелинейной среде пучок сходится к оси (рассмотреть первое приближение). Будем считать амплитуду напряженности электрического поля на оси E_0 , а амплитуду на расстоянии a от оси считаем равной нулю.

23.2. Волна l с законом дисперсии $\omega_l = \omega_0 + \alpha k^2$ распадается по схеме $l \rightarrow l' + s$ на волну l' такого же типа и волну с законом дисперсии $\omega_s = kc_s$. Найти минимальную частоту исходной волны, для которой возможен такой распад.

24.1. Черенковское излучение частицы можно рассматривать как следствие резонанса между собственными колебаниями среды и вынуждающей силой, связанной с движущейся частицей. Получить условие возникновения эффекта Вавилова – Черенкова из сравнения частот собственных колебаний среды и вынуждающей силы.

24.2. Определить сечение рассеяния $d\sigma$ линейно поляризованной волны зарядом

e массы m , совершающим малые колебания (так называемым осциллятором).

24.3. Выяснить, при каких условиях дифференциальное сечение рассеяния $d\sigma$ линейно поляризованного рентгеновского излучения на протяженных телах (размеры велики по сравнению с длиной когерентности) принимает вид сечения рассеяния на свободных зарядах. Число атомов в теле N , число электронов в каждом атоме Z .

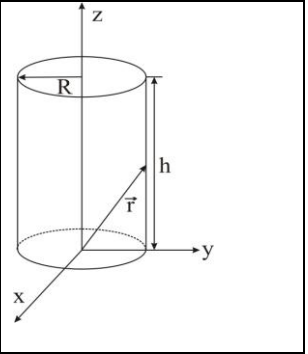
2. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тематическая структура

1. Векторы и тензоры (ОПК-1)
2. Система уравнений Максвелла-Лоренца (ОПК-1)
3. Потенциалы поля (ОПК-1)
4. Энергия и импульс поля (ОПК-1)
5. Излучение и рассеяние электромагнитных волн (ОПК-1)
6. Релятивистская механика (ОПК-1)
7. Релятивистская электродинамика (ОПК-2)
8. Электродинамика сплошных сред (ОПК-2)
9. Разное (ОПК-2)

Содержание тестовых материалов

1. Векторы и тензоры

<p>1. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Циркуляция вектора $[\vec{a}, \vec{r}]$ по окружности радиуса R равна:</p> <p><input type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> $2\pi R^2 h$</p> <p><input type="checkbox"/> $3\pi R^2 h$</p> <p><input type="checkbox"/> $\pi R^2 h$</p>	<p>2. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поток радиуса-вектора \vec{r}:</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p><input type="checkbox"/> $\pi R^2 h$</p> <p><input type="checkbox"/> $4\pi R^2 h$</p> <p><input type="checkbox"/> $3\pi R^2 h$</p> <p><input type="checkbox"/> $2\pi R^2 h$</p> </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  </div> </div>
<p>3. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Градиент $f(r)$, зависящий только от модуля радиус-вектор a:</p> <p><input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> $\frac{\partial f}{\partial r}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\vec{r}}{r} \frac{df}{dr}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\vec{r}}{r}$</p>	<p>4. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Спектральная функции распределения Лоренца выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $J_0 = \int_0^{\infty} J(\omega) d\omega$; <input type="checkbox"/> $J_0 = \int_0^{\infty} J dt$</p> <p><input type="checkbox"/> $J(\omega) = \frac{J_0}{2\pi} \frac{\gamma}{\left[(\omega_0 - \omega)^2 + \frac{\gamma^2}{4} \right]}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J_0 = \frac{2 e^2}{3 c^3} \int_{-\infty}^{\infty} \omega^2 dt$</p>

<p>5. Задание Отметьте правильный ответ Излучение осциллятора:</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2\ddot{M}}{3c^3}$ <input type="checkbox"/> $J = \frac{e^2\omega_0^4 \cdot r_0^2}{3c^3}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^4}{m^2c^5} \cdot [\dot{\mathbf{v}} \cdot \vec{H}]$ <input type="checkbox"/> $J = \frac{2e^2}{3c^3} \omega^2$</p>	<p>6. Задание Отметьте правильный ответ Функция Лагранжа для свободной частицы:</p> <p><input type="checkbox"/> $L = mc^2 \sqrt{1-\beta^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $L = -mc^2 \sqrt{1-\beta^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $L = c^2 \sqrt{1-\beta^2}$ <input type="checkbox"/> $L = mc^2(1-\beta^2)$</p>
--	--

<p>7. Задание Отметьте правильный ответ Для системы проводников энергия магнитного поля дается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int BHdV$ <input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \vec{A} \vec{j} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \sum_{ik} L_{ik} J_i J_k$ <input type="checkbox"/> $W = \vec{\mu} \vec{B}$</p>	<p>8. Задание Отметьте правильный ответ Дифференциальным законом Джоуля-Ленца является:</p> <p><input type="checkbox"/> $Q = \sigma \vec{B}$ <input type="checkbox"/> $Q = \frac{j^2}{\sigma}$</p> <p><input type="checkbox"/> $Q = J^2 R t$ <input type="checkbox"/> $Q = \vec{j} \vec{H}$</p>
---	--

<p>9. Задание Отметьте правильный ответ Закон сохранения заряда в интегральном виде:</p> <p><input type="checkbox"/> $\int \rho dV = \frac{1}{ic} \int j dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial}{\partial t} \int \rho dV = \oint j dS$</p> <p><input type="checkbox"/> $\int \text{div} \rho dV = \oint \rho dS$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \rho \vec{V} + \frac{\partial \rho}{\partial t} = 0$</p>	<p>10. Задание Отметьте правильный ответ Сечение рассеяния в максимуме равно:</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2 \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^4$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2 \frac{\omega^2}{\gamma^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} \frac{r_0^2 \omega^4}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 \gamma^2}$</p>
--	--

2. Система уравнений Максвелла-Лоренца

<p>11. Задание Отметьте правильный ответ Отсутствие магнитных зарядов в природе следует из формулы:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{H} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{E} = 4\pi \rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot} \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$</p>	<p>12. Задание Отметьте правильный ответ Уравнением, справедливым не только для статического поля, но и для зависящего от времени электрического поля является:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \vec{H}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{E} = 4\pi \rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{H} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot} \vec{H} = \frac{4\pi}{c} \vec{j} + \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$</p>
--	--

<p>13. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнением, справедливым не только для стационарного поля, но и для зависящего от времени магнитного поля является:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div}\vec{H} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial\vec{H}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$</p> <p>15. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Ковариантным уравнением Максвелла-Лоренца является:</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial K_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$ <input type="checkbox"/> $mc\frac{dU_i}{dS} = \frac{l}{c}F_{ik}U_k$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 F_{ik}}{\partial x_k^2} = \frac{4\pi}{c}j_i$ <input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 F_{ik}}{\partial x_i \partial x_k} = \frac{4\pi}{c}\frac{\partial j_i}{\partial x_i}$</p>	<p>14. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Ковариантным уравнением Максвелла-Лоренца является:</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial K_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial F_{ik}}{\partial x_i} + \frac{\partial F_{kl}}{\partial x_i} + \frac{\partial F_{lk}}{\partial x_i} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 F_{ik}}{\partial x_i \partial x_k} = \frac{4\pi}{c}\frac{\partial j_i}{\partial x_i}$</p> <p><input type="checkbox"/> $mc\frac{dU_i}{dS} = \frac{l}{c}F_{ik}U_k$</p> <p>16. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Потенциальность электростатического поля следует из уравнения:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div}\vec{H} = 0$ <input type="checkbox"/> $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j}$ <input type="checkbox"/> $\text{rot}\vec{E} = 0$</p>
<p>17. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Закон сохранения электрического заряда $\text{div}\vec{j} + \frac{\partial\rho}{\partial t} = 0$ можно получить из:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div}\vec{H} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div}\vec{E} = 4\pi\rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot}\vec{H} = \frac{4\pi}{c}\vec{j} + \frac{1}{c}\frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot}\vec{E} = -\frac{1}{c}\frac{\partial\vec{H}}{\partial t}$</p>	<p>18. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Спектральная функция распределения Лоренца:</p> <p><input type="checkbox"/> $J_0 = \int_0^{\infty} J(\omega)d\omega$</p> <p><input type="checkbox"/> $J(\omega) = \frac{J_0}{2\pi} \frac{\gamma}{\left[(\omega_0 - \omega)^2 + \frac{\gamma^2}{4} \right]}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J_0 = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \int_{-\infty}^{+\infty} \omega dt$ <input type="checkbox"/> $J_0 = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \int_0^{\infty} \omega^2 dt$</p>
<p>19. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Закон электромагнитной индукции в интегральной форме:</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{H}d\vec{l} = \frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t} \int \vec{E}d\vec{S}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{E}d\vec{l} = -\frac{1}{c}\frac{\partial}{\partial t} \int \vec{B}d\vec{S}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{E}d\vec{S} = 4\pi \int \rho dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{H}d\vec{S} = 0$</p>	<p>20. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергия магнитного поля тока через магнитный момент выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int B^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \vec{\mu}\vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{\mu}{8\pi} \int H^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int H\vec{B}dV$</p>

3. Потенциалы поля

<p>21. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Потенциалы электромагнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> Не имеют непосредственного физического смысла;</p> <p><input type="checkbox"/> Их значения не могут быть измерены;</p> <p><input type="checkbox"/> Не должны входить в какие-либо окончательные выражения теории поля;</p> <p><input type="checkbox"/> Являются вспомогательными величинами для упрощения уравнения поля</p>	<p>22. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражения, показывающее запаздывание векторного потенциала:</p> <p><input type="checkbox"/> $\operatorname{div}\vec{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial\varphi}{\partial t} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{1}{c} \int \frac{\vec{j} \left(\vec{r}'t - \frac{ \vec{r} - \vec{r}' }{c} \right)}{ \vec{r} - \vec{r}' } dV'$</p> <p><input type="checkbox"/> $\operatorname{div}\vec{A} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2} = 0$</p>
<p>23. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражение, показывающее запаздывание скалярного потенциала:</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi(\vec{r}, t) = \int \frac{\rho \left(\vec{r}'t - \frac{ \vec{r} - \vec{r}' }{c} \right)}{ \vec{r} - \vec{r}' } dV'$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\varphi = -4\pi\rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\operatorname{div}\vec{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial\varphi}{\partial t} = 0$</p>	<p>24. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражения векторного потенциала Ленарда-Вихерта:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{A} = \frac{1}{c} \int \frac{\vec{j} \left(\vec{r}'t - \frac{R}{c} \right)}{R} dV'$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{A}(\vec{r}, t) = \frac{e\vec{V}}{c \left(R - \frac{\vec{V}\vec{R}}{c} \right)}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\operatorname{div}\vec{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial\varphi}{\partial t} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\vec{A} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2\vec{A}}{\partial t^2} = -\frac{4\pi}{c} \vec{j}$</p>
<p>25. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражения скалярного потенциала Ленарда-Вихерта:</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\varphi = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi(\vec{r}, t) = \frac{e}{\left(R - \frac{\vec{V}\vec{R}}{c} \right)}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\varphi = -4\pi\rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta\varphi - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2} = 4\pi\rho$</p>	<p>26. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Запаздывание потенциалов поля следует из:</p> <p><input type="checkbox"/> Поперечного характера электронных волн.</p> <p><input type="checkbox"/> Бесконечности скорости распределения электромагнитных волн.</p> <p><input type="checkbox"/> Конечности скорости распространения электромагнитных волн.</p> <p><input type="checkbox"/> Направленности электромагнитных волн.</p>

<p>27. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Векторный и скалярный потенциал составляют 4-х мерный вектор:</p> <p><input type="checkbox"/> $f_i = \left(\frac{\vec{F}}{c\sqrt{1-\beta^2}}, i \frac{\partial \vec{F}}{c^2\sqrt{1-\beta^2}} \right)$</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = \left[P, i \frac{\varepsilon}{c} \right]$; <input type="checkbox"/> $j_i = (\vec{j}, ic\rho)$</p> <p><input type="checkbox"/> $A_i = (\vec{A}, i\varphi)$</p>	<p>29. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Интенсивность тормозного излучения электрона в поле неподвижного заряда выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2e^2}{3c^3} \dot{V}^2$ <input type="checkbox"/> $J = \frac{\pi z^2 l^6}{3m^2 c^3 V l}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2\ddot{M}^2}{3c^3}$ <input type="checkbox"/> $J = \frac{e^2 w_0^4 r_0^2}{3c^3}$</p>
<p>28. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Тензор энергии и импульса электромагнитного поля дается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$ <input type="checkbox"/> $T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left(F_{i\ell} F_{k\ell} - \frac{1}{4} \delta_{ik} \cdot F_{lm}^2 \right)$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial F_{ik}}{\partial x_k} = \frac{4\pi}{c} j_c$ <input type="checkbox"/> $T_{\alpha\beta} = \frac{1}{4\pi} \left\{ -E_\alpha E_\beta - H_\alpha H_\beta + \frac{1}{2} \delta_{\alpha\beta} (E^2 + H^2) \right\}$</p>	

4. Энергия и импульс поля

<p>30. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергией электростатического поля является:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int (E^2 + H^2) dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2c} \int \vec{j} \vec{A} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int H^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \rho \varphi dV$</p>	<p>31. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергия магнитного поля стационарного тока выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \rho \varphi dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int (E^2 + H^2) dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2c} \int \vec{j} \vec{A} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int E^2 dV$</p>
<p>32. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергия взаимодействия токов с внешним полем выражается через магнитный момент токов:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \rho \varphi dV$ <input type="checkbox"/> $W = \vec{M} \vec{H}$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int (E^2 + H^2) dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2c} \int \vec{j} \vec{A} dV$</p>	<p>33. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Плотность импульса в плоской волне выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = cW\vec{H}$. <input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{4\pi} H^2$.</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{q} = \left(\frac{W}{c} \right) \vec{n}$. <input type="checkbox"/> $\vec{q} = \frac{\vec{S}}{c^2}$.</p>

<p>34. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поток энергии в плоской волне выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E}, \vec{H}]$.</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{q} = \frac{1}{4\pi c} [\vec{E}, \vec{H}]$.</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = cW\vec{n}$.</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{4\pi} E^2$.</p>	<p>35. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражение, не соответствующее энергии заряженного конденсатора:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} eV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \rho\varphi dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} CV^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{e^2}{2C}$</p>
<p>36. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Формула, не соответствующая энергии диполя во внешнем электрическом поле:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = -e\vec{\ell}\vec{E}$ <input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int E^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = -(\vec{p}\vec{E})$ <input type="checkbox"/> $W = -\rho E \cos\theta$</p>	<p>37. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Собственная электрическая энергия поверхностно заряженного зарядом e шара радиуса r:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{e}{2r}$ <input type="checkbox"/> $W = \frac{e^2}{2r}$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{e^2}{3r}$ <input type="checkbox"/> $W = \frac{e^2}{r}$</p>
<p>38. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Временная T_{44} компонента тензора $T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left(F_{il}F_{lk} + \frac{1}{4} F_{lm}^2 \delta_{ik} \right)$ связана с плотностью энергии электромагнитного поля соотношением:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \rho\varphi dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} (E^2 + H^2)$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int E^2 dV$ <input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \vec{A}j dV$</p>	<p>39. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергия магнитного поля для системы проводников:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int B H dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \sum_{ik} L_{ik} J_i J_k$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \vec{A}j dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \vec{\mu}\vec{B}$</p>
<p>40. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поток энергии в плоской волне:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = \frac{1}{4\pi c} [\vec{E}\vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E}, \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} E^2 \vec{n}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{S} = \frac{c}{4\pi} [\vec{E} [\vec{n}\vec{E}]]$</p>	<p>41. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Свободная энергия электромагнитного поля единицы объема среды:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int E^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{\vec{E}\vec{D} + \vec{B}\vec{H}}{8\pi}$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int H^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \vec{A}j dV$</p>

<p>42. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Из закона Ампера $d\vec{F} = \frac{J}{c} [d\vec{\ell} \vec{B}]$ следует:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = e \cdot \left(\vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{v}, \vec{B}] \right)$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = e \cdot \vec{E}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = \frac{e}{c} \cdot [\vec{v} \vec{B}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = -e \text{ grad } \varphi$</p>	<p>43. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Комплексная диэлектрическая проницаемость есть:</p> <p><input type="checkbox"/> $\hat{K}^2 = \hat{\epsilon} \mu \omega^2 / c^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\hat{\epsilon} = \epsilon + i \frac{4\pi\sigma}{\omega}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\hat{n} = \sqrt{\left(\epsilon + i \frac{4\pi\sigma}{\omega} \right) \cdot \mu}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\hat{K}^2 = K^2 \left(1 + i \frac{4\pi\sigma}{\epsilon \omega} \right)$</p>
<p>44. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Значение $\text{rot grad } \varphi$ равно:</p> <p><input type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> 3</p> <p><input type="checkbox"/> 2</p> <p><input type="checkbox"/> 4</p>	<p>45. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Комплексный показатель преломления равен:</p> <p><input type="checkbox"/> $\hat{k}^2 = \frac{\hat{\epsilon} \mu \omega^2}{c^2}$ <input type="checkbox"/> $\epsilon = \epsilon + i \frac{4\pi\sigma}{\omega}$</p> <p><input type="checkbox"/> $n = \sqrt{\epsilon \mu} = \sqrt{\left(\epsilon + i \frac{4\pi\sigma}{\omega} \right) \mu}$</p> <p><input type="checkbox"/> $k = \sqrt{\epsilon \mu} \frac{\omega}{c}$</p>

<p>46. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Закон индукции в случае движущихся сред:</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \int \vec{B} d\vec{S}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial \Phi}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{D} d\vec{S} = 4\pi \int \rho dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{H} d\vec{l} = -\frac{4\pi}{c} \int \vec{j} d\vec{S}$</p>	<p>47. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Продольный эффект Доплера выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \omega_0 \frac{\sqrt{1 - \beta^2}}{1 - \beta \cos Q}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \frac{\omega_0}{\sqrt{1 - \frac{\beta}{1 + \beta}}}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \omega_0 \sqrt{1 - \beta}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \omega_0 \sqrt{1 + \beta}$</p>
--	--

5. Излучение и рассеяние электромагнитных волн

<p>48. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражение, показывающее, что электромагнитная волна является плоской волной:</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta f - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta f = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta f - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = 4\pi\rho$</p> <p>50. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Полное рассеяние электромагнитных волн свободными электронами выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2 \frac{\omega_0^2}{\gamma^2}$; <input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2$; <input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2 \frac{\omega^4}{\omega_0^4}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2 \frac{\omega^2}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \gamma^2 \omega^2}$</p>	<p>49. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Выражение, показывающее, что электромагнитная волна является монохроматической плоской волной:</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta f + k^2 f = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} - \frac{1}{c^2} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta f - \frac{1}{c} \frac{\partial^2 f}{\partial t^2} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} + k^2 f = 0$</p> <p>51. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>В волновой зоне выполняется условие:</p> <p><input type="checkbox"/> $E > [Bn]$ <input type="checkbox"/> $E = [Bn]$</p> <p><input type="checkbox"/> $E < [Bn]$ <input type="checkbox"/> $E = B = const$</p>
<p>52. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Диполь во внешнем поле обладает энергией:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \sum e_i \cdot \varphi_i$ <input type="checkbox"/> $W = e \cdot \varphi$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = -\vec{p} \cdot \vec{E}$ <input type="checkbox"/> $W = -\vec{M} \cdot \vec{B}$</p>	<p>53. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Объемный заряд $\rho_{связ}$ выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{\rho} = \rho_{связ} + \rho$ <input type="checkbox"/> $\rho_{связ} = -\text{div} \vec{P}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{P} = \rho_{связ} \cdot \vec{E}$</p>
<p>54. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение $\text{div} E = 4\pi\rho$ внутри диэлектрика имеет вид:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} D = -4\pi\vec{\rho}$ <input type="checkbox"/> $\text{div} D = 4\pi\rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} D = 4\pi \text{div} \vec{\rho}$ <input type="checkbox"/> $\text{div} D = \rho_{связ}$</p>	<p>55. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>"След" единичного четырехмерного тензора равен:</p> <p><input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 2</p>
<p>56. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Тензор энергии-импульса электромагнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> Антисимметричный.</p> <p><input type="checkbox"/> Симметричный.</p> <p><input type="checkbox"/> Скалярный.</p> <p><input type="checkbox"/> Псевдоскалярный.</p>	<p>57. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергия магнитного поля тока через самоиндукции контура L:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{\mu}{8\pi} \int H^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2C^2} LJ^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int B^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \mu B$</p>

<p>58. Задание Отметьте правильный ответ Магнитный диполь во внешнем поле обладает энергией:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \sum e_i \varphi_i$ <input type="checkbox"/> $W = -\vec{\mu} \vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = e\varphi$ <input type="checkbox"/> $W = -\vec{p} \vec{E}$</p>	<p>59. Задание Отметьте правильный ответ Энергия магнитного поля тока через самоиндукцию контура L:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{\mu}{8\pi} \int H^2 dV$ <input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2c^2} LJ^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{8\pi} \int B^2 dV$ <input type="checkbox"/> $W = \vec{\mu} \vec{B}$</p>		
<p>60. Задание Отметьте правильный ответ Связь энергии и импульса плоской волны выражается формулой:</p>			
<input type="checkbox"/> $\vec{q} = \frac{\vec{S}}{c^2}$	<input type="checkbox"/> $\vec{q} = \frac{W}{c} \vec{n}$	<input type="checkbox"/> $\vec{S} = cW\vec{n}$	<input type="checkbox"/> $S = \frac{c}{4\pi} [EH]$

6. Релятивистская механика

<p>61. Задание Отметьте правильный ответ Неинвариантной величиной в релятивистском случае является:</p> <p><input type="checkbox"/> Одновременность событий</p> <p><input type="checkbox"/> Собственное время</p> <p><input type="checkbox"/> Скорость света в вакууме</p> <p><input type="checkbox"/> Интервал между событиями</p>	<p>62. Задание Отметьте правильный ответ Интервалом между событиями не является:</p> <p><input type="checkbox"/> Светоподобный.</p> <p><input type="checkbox"/> Мнимый (пространственно-временной)</p> <p><input type="checkbox"/> Вещественный (временеподобный)</p> <p><input type="checkbox"/> Одновременность событий</p>
<p>63. Задание Отметьте правильный ответ Эффект Доплера следует из соотношения:</p> <p><input type="checkbox"/> $X_i = a_{ik} X'_k$ <input type="checkbox"/> $K_i = a_{ik} K'_k$</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = a_{ik} P'_k$ <input type="checkbox"/> $K'_4 = \frac{K_4 - i\beta K_1}{\sqrt{1 - \beta^2}}$</p>	<p>64. Задание Отметьте правильный ответ Закон преобразования частоты и волнового вектора выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = a_{ik} P'_k$ <input type="checkbox"/> $K_i = a_{ik} K'_k$</p> <p><input type="checkbox"/> $X_i = a_{ik} X'_k$ <input type="checkbox"/> $A_i = a_{ik} A'_k$</p>
<p>65. Задание Отметьте правильный ответ Закон преобразования энергии и импульса в релятивистской механике следует из соотношения:</p> <p><input type="checkbox"/> $X_i = a_{ik} X'_k$ <input type="checkbox"/> $A_i = a_{ik} A'_k$</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = a_{ik} P'_k$ <input type="checkbox"/> $K_i = a_{ik} K'_k$</p>	<p>66. Задание Отметьте правильный ответ Связь энергии, импульса и скорости в релятивистской механике выражается соотношением:</p> <p><input type="checkbox"/> $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ <input type="checkbox"/> $\vec{p} = \frac{E\vec{V}}{c^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{p} = \frac{mV}{\sqrt{1 - \beta^2}}$ <input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{P}}{dt} = e\vec{E}\vec{V}$</p>

<p>67. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение движения частицы в ковариантной форме выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{P}}{dt} = -\vec{e} \text{grad}\varphi - \frac{e}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + \frac{e}{c} [\vec{V} \text{rot} \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{P}}{dt} = e \left(\vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{V} \vec{H}] \right)$</p> <p><input type="checkbox"/> $m \frac{dU_i}{dt_0} = \frac{1}{c} F_{ik} j_k$ <input type="checkbox"/> $\frac{dE}{dt} = e \vec{E} \vec{V}$</p>	<p>68. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение движения частицы во внешнем поле в форме Лагранжа:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{P}}{dt} \equiv e \vec{E}$ <input type="checkbox"/> $\frac{E}{c^2} \frac{dP}{dt} = \frac{e}{c} [\vec{V} \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{d}{dt} \left(\frac{m\vec{V}}{\sqrt{1-\beta^2}} \right) = -e \text{grad}\varphi - \frac{e}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t} + \frac{e}{c} [\vec{V} \text{rot} \vec{A}]$</p>
<p>69. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Релятивистским обобщением уравнения динамики Ньютона является:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{P}}{dt} = e \left(\vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{V} \vec{H}] \right)$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{dP_i}{dt_0} = \frac{d}{dt_0} m u_i = F_i$</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = m u_i$ <input type="checkbox"/> $\frac{dP}{dt} = m \frac{dV}{dt}$</p>	<p>70. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Понятию пространство не соответствует:</p> <p><input type="checkbox"/> Протяженность материальных объектов</p> <p><input type="checkbox"/> Многообразие их форм и внутренней структуры</p> <p><input type="checkbox"/> Не зависимость материальных объектов друг от друга</p> <p><input type="checkbox"/> Взаимная удаленность объектов</p>
<p>71. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Связь энергии, импульса и массы свободной частицы в релятивистской механике выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{p} = \frac{mV}{\sqrt{1-\beta^2}}$; <input type="checkbox"/> $E = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{p} = \frac{E\vec{V}}{c^2}$; <input type="checkbox"/> $E = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$</p>	<p>72. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Функция Гамильтона, соответствующая релятивистскому движению частицы в электромагнитном поле:</p> <p><input type="checkbox"/> $H = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}} + e\varphi$; <input type="checkbox"/> $\frac{E^2}{c^2} = p^2 + m^2 c^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $H = \sqrt{p^2 c^2 + m^2 c^4}$</p> <p><input type="checkbox"/> $H = \sqrt{m^2 c^4 + \left(p - \frac{e}{c} A \right)^2 c^2} + e\varphi$</p>
<p>73. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Релятивистским обобщением четырехмерного импульса является:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{m\vec{V}}{\sqrt{1-\beta^2}}$ <input type="checkbox"/> $P_i = m u_i$</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i^2 = m u_i^2$ <input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{E\vec{V}}{c^2}$</p>	<p>74. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Инвариантной величиной в релятивистской механике является:</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = m u_i$ <input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{E\vec{V}}{c^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{m\vec{V}}{\sqrt{1-\beta^2}}$ <input type="checkbox"/> $P_i^2 = m u_i^2$</p>

<p>75. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Если линейка длиной $l_0 = 1\text{м}$ движется вдоль оси ОХ в инерциальной системе отсчета К со скоростью $0,8c$, то длина линейки в системе К' равна:</p> <p><input type="checkbox"/> 0,4м.; <input type="checkbox"/> 0,6м. <input type="checkbox"/> 0,54м.; <input type="checkbox"/> 0,7м.</p>	<p>76. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Космический корабль движется мимо неподвижного наблюдателя со скоростью $v=0.6c$. Сколько времени пройдет по часам наблюдателя, если по часам, находящимся в корабле, прошло 100 часов:</p> <p><input type="checkbox"/> 130ч.; <input type="checkbox"/> 125ч.; <input type="checkbox"/> 200ч.; <input type="checkbox"/> 150ч.</p>
<p>77. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>С помощью 4-х мерного импульса можно показать, что масса покоя фотона равна:</p> <p><input type="checkbox"/> $m_\gamma > 0$ <input type="checkbox"/> $m_\gamma = 0$ <input type="checkbox"/> $m_\gamma \neq 0$</p>	<p>78. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Отношение массы электрона к его массе покоя, если электрон движется со скоростью $v=0,8c$, равно:</p> <p><input type="checkbox"/> 1,46. <input type="checkbox"/> 1,66. <input type="checkbox"/> 0,99. <input type="checkbox"/> 1,56.</p>
<p>79. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Скорость движения частицы, при которой кинетическая энергия частицы равна ее энергии покоя:</p> <p><input type="checkbox"/> 0,9с. <input type="checkbox"/> 0,86с. <input type="checkbox"/> 0,79с. <input type="checkbox"/> 0,74с.</p>	<p>80. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Функция Гамильтона свободной релятивистской частицы следует из:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{m\vec{V}}{\sqrt{1-\beta^2}}$ <input type="checkbox"/> $P_i = mu_i$ <input type="checkbox"/> $\varepsilon = \frac{mc^2}{\sqrt{1-\beta^2}}$. <input type="checkbox"/> $P_i^2 = mu_i^2$</p>
<p>81. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Собственное время через время в произвольной системе отсчета можно найти из соотношения:</p> <p><input type="checkbox"/> $dt_0 = \frac{dS}{c}$; <input type="checkbox"/> $dS^2 = cdt^2 - dl^2$; <input type="checkbox"/> $dS = cdt$.</p>	<p>82. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>В релятивистской механике инвариантной из нижеперечисленных величин является:</p> <p><input type="checkbox"/> ρ <input type="checkbox"/> ρdV <input type="checkbox"/> $\rho \vec{v}$</p>
<p>83. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Преобразования Галилея инвариантно относительно уравнения:</p> <p><input type="checkbox"/> $m \frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{e}{c} [\vec{V} \vec{H}]$ <input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{V}}{dt} = 0$ <input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{P}}{dt} = e \left(\vec{E} + \frac{1}{c} [\vec{V} \vec{H}] \right)$ <input type="checkbox"/> $\frac{d\vec{V}}{dt} = \frac{e}{mc} [\vec{V} \vec{H}]$</p>	<p>84. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>В преобразованиях Галилея скорость распространения взаимодействий:</p> <p><input type="checkbox"/> конечная <input type="checkbox"/> инвариантная <input type="checkbox"/> бесконечная <input type="checkbox"/> постоянная</p>
<p>85. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Импульс и энергия частицы образуют 4-х мерный импульс:</p> <p><input type="checkbox"/> $j_i = (\vec{j}, ic\rho)$ <input type="checkbox"/> $A_i = (\vec{A}, i\varphi)$ <input type="checkbox"/> $P_i = \left[P, i \frac{\varepsilon}{c} \right]$ <input type="checkbox"/> $f_i = \left(\frac{\vec{F}}{c\sqrt{1-\beta^2}}, i \frac{\vec{v}\vec{F}}{c^2\sqrt{1-\beta^2}} \right)$</p>	<p>86. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>В случае скин-эффекта коэффициент самоиндукции проводника:</p> <p><input type="checkbox"/> Увеличивается. <input type="checkbox"/> Уменьшается. <input type="checkbox"/> Остается неизменным.</p>

	<input type="checkbox"/> Не увеличивается.
<p>87. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Сторонними зарядами в диэлектрике называются:</p> <p><input type="checkbox"/> Внесенные извне заряды.</p> <p><input type="checkbox"/> Индуцированные внешним полем заряды.</p> <p><input type="checkbox"/> Заряды, имеющие флуктуационный характер.</p> <p><input type="checkbox"/> "Изображения" зарядов в диэлектрике.</p>	<p>88. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Четырехмерный вектор тока есть:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{j} = \rho \vec{v}$ <input type="checkbox"/> $\vec{j}_i = \rho_0 \mathbf{u}_i$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{j}_i = \rho_0 \frac{d\mathbf{x}_i}{dt}$ <input type="checkbox"/> $\vec{j} = \rho_0 \vec{v}$</p>
<p>89. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Максвелловский тензор напряженности поля:</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{ik} = \frac{1}{4\pi} (F_{il} F_{kl} - \frac{1}{4} \delta_{ik} F^2_{lm})$</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial^2 F_{ik}}{\partial x_i \partial x_k} = \frac{4\pi}{c} \frac{\partial j_i}{\partial x_i}$</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{\alpha\beta} = \frac{1}{4\pi} \left\{ -E_\alpha E_\beta - H_\alpha H_\beta + \frac{1}{2} \delta_{\alpha\beta} (E^2 + H^2) \right\}$</p>	<p>90. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение Гамильтона-Якоби для свободной частицы выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} \right)^2 = m^2 c^4$</p> <p><input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} \right)^2 = -m^2 c^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} \right)^2 = mc$; <input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} \right)^2 = 0$</p>
<p>91. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Функция Лагранжа для частицы в электромагнитном поле:</p> <p><input type="checkbox"/> $L = -mc^2 \sqrt{1 - \beta^2}$ <input type="checkbox"/> $L = c^2 \sqrt{1 - \beta^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $L = -mc^2 \sqrt{1 - \beta^2} + \frac{e}{c} \vec{A} \vec{V} - e\varphi$</p> <p><input type="checkbox"/> $L = \frac{mV^2}{2} + \frac{e}{c} \vec{A} \vec{V} - e\varphi$</p>	<p>92. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Значение $\text{div rot } A$:</p> <p><input type="checkbox"/> 1</p> <p><input type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> 4</p> <p><input type="checkbox"/> 3</p>
<p>93. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Магнитная восприимчивость парамагнетиков, т.е. закон Кюри:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{J} = \frac{NM^2}{3kT} \vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi = \frac{NM^2}{3kT}$</p>	<p>94. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение Гамильтона-Якоби для частицы в электромагнитном поле выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} - \frac{e}{c} A_i \right)^2 + m^2 c^4 = 0$</p>

<input type="checkbox"/> $\frac{\chi}{\mu} = \frac{NM^2}{3kT}$ <input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi\varepsilon} \vec{D}$	<input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} - \frac{e}{c} A_i \right)^2 + m^2 c^2 = 0$ <input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} \right)^2 + m^2 c^2 = 0$ <input type="checkbox"/> $\left(\frac{\partial S}{\partial x_i} - \frac{e}{c} A_i \right)^2 = 0$
<p>95. Задание Отметьте правильный ответ Формулой Лоренц-Лоренца, применимой к диэлектрикам любого класса, является:</p> <input type="checkbox"/> $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi}{3} N\beta$ <input type="checkbox"/> $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi N_0 \tau}{3M} \left(\beta + \frac{P_0^2}{3kT} \right)$ <input type="checkbox"/> $\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} = \frac{4\pi N_0 \tau}{3M} \beta$ <input type="checkbox"/> $\vec{P} = \frac{\varepsilon - 1}{4\pi\varepsilon} \vec{D}$	<p>96. Задание Отметьте правильный ответ Значение rot r равно:</p> <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 5

<p>97. Задание Отметьте правильный ответ Условие Лоренца для потенциалов в четырехмерной форме:</p>			
<input type="checkbox"/> $\frac{\partial F_{ik}}{\partial x_{ik}} = \frac{4\pi}{c} j_i$	<input type="checkbox"/> $\frac{\partial A_i}{\partial x_i} = 0$	<input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$	<input type="checkbox"/> $\text{div} A = -\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial t}$

7. Релятивистская электродинамика

<p>98. Задание Отметьте правильный ответ Инвариант электромагнитного поля:</p> <input type="checkbox"/> $(EH)^2 = in\nu$ <input type="checkbox"/> $H^2 - E^2 = in\nu$ <input type="checkbox"/> $E^2 H = in\nu$ <input type="checkbox"/> $EH^2 = in\nu$	<p>99. Задание Отметьте правильный ответ Инвариантом электромагнитного поля:</p> <input type="checkbox"/> $\vec{E}\vec{H} = in\nu$ <input type="checkbox"/> $H^2 - E^2 = in\nu$ <input type="checkbox"/> $E^2 H = in\nu$ <input type="checkbox"/> $EH^2 = in\nu$
<p>100. Задание Отметьте правильный ответ Закон преобразования плотности заряда следует из:</p> <input type="checkbox"/> $j_i = a_{ik} j'_k$ <input type="checkbox"/> $j_1 = a_{1k} j'_k$ <input type="checkbox"/> $j_4 = a_{4k} j'_k$ <input type="checkbox"/> $X_i = a_{ik} X'_k$	<p>101. Задание Отметьте правильный ответ Закон преобразования плотности тока следует из формулы:</p> <input type="checkbox"/> $X_i = a_{ik} X'_k$ <input type="checkbox"/> $j_i = a_{ik} j'_k$ <input type="checkbox"/> $P_i = a_{ik} P'_k$ <input type="checkbox"/> $A_i = a_{ik} A'_k$

<p>102. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Пространственные компоненты 4-х мерного тензора энергии-импульса электромагнитного поля</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left(F_{il}F_{lk} + \frac{1}{4} F_{lm}^2 \delta_{ik} \right)$</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{\alpha\beta} = \frac{1}{4\pi} \left[E_\alpha E_\beta + H_\alpha H_\beta - \frac{1}{2} (E^2 + H^2) \delta_{\alpha\beta} \right]$</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$</p>	<p>103. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Тензор энергии - импульса электромагнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{\alpha\beta} = \frac{1}{4\pi} \left[E_\alpha E_\beta + H_\alpha H_\beta - \frac{1}{2} (E^2 + H^2) \delta_{\alpha\beta} \right]$</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left(F_{il}F_{lk} + \frac{1}{4} F_{lm}^2 \delta_{ik} \right)$</p>
<p>104. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Тензор энергии-импульса электромагнитного поля</p> <p>$T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left(F_{il}F_{lk} + \frac{1}{4} F_{lm}^2 \delta_{ik} \right)$ обладает свойством:</p> <p><input type="checkbox"/> $S_p T_{ii} > 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $S_p T_{ii} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $S_p T_{ii} < 0$</p>	<p>105. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Пространственно-временные компоненты тензора $T_{ik} = \frac{1}{4\pi} \left(F_{il}F_{lk} + \frac{1}{4} F_{lm}^2 \delta_{ik} \right)$ связаны с плотностью импульса электромагнитного поля выражением:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{g} = \frac{1}{4\pi c} [\vec{E}\vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{g} = \left(\frac{W}{C} \right) \vec{n}$</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{\alpha 4} = -icg_\alpha$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{g} = \vec{S}/c^2$</p>
<p>106. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Плотность тока и заряда образуют 4-вектор плотности тока: <input type="checkbox"/> $A_i = (\vec{A}, i\varphi)$</p> <p><input type="checkbox"/> $P_i = \left[P, i \frac{\mathcal{E}}{c} \right];$ <input type="checkbox"/> $j_i = (\vec{j}, ic\rho)$</p> <p><input type="checkbox"/> $f_i = \left(\frac{\vec{F}}{c\sqrt{1-\beta^2}}, i \frac{\bar{v}\vec{F}}{c^2\sqrt{1-\beta^2}} \right)$</p>	<p>107. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Диагональные компоненты тензора электромагнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> Больше нуля.</p> <p><input type="checkbox"/> Равны нулю.</p> <p><input type="checkbox"/> Меньше нуля.</p> <p><input type="checkbox"/> Остаются неизменными.</p>
<p>108. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Значение $\text{rot } \vec{r}$ равно:</p> <p><input type="checkbox"/> $3r$</p> <p><input type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> $2r$</p> <p><input type="checkbox"/> r</p>	<p>109. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение непрерывности в четырехмерной форме:</p> <p><input type="checkbox"/> $j_i = \rho \cdot \frac{dx_i}{dt}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial j_i}{\partial x_i} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$</p> <p><input type="checkbox"/> $j_i = \rho_0 \cdot \frac{dx_i}{dt}$</p>

<p>110. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поле излучения на больших расстояниях для скалярного потенциала можно положить:</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi(z,t) = -n \frac{\partial}{\partial r} \left[\frac{P(t-r/c)}{r} \right]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi(z,t) = \frac{np(t-r/c)}{cr}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi(z,t) = \frac{np(t-r/c)}{r^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi(z,t) = \int \frac{p(r',t-r/c)}{(r-r')} dV'$</p>	<p>111. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Теорема Остроградского-Гаусса:</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint_L \vec{a} d\vec{l} = \int_S \text{rot} \vec{a} d\vec{S}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\int_S \vec{a} d\vec{S} = \int_V \text{div} \vec{a} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint_L \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \frac{\partial}{\partial t} \int_S \vec{H} d\vec{S}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\int_S \vec{H} d\vec{S} = 0$</p>
---	---

<p>112. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Дисперсионной формулой классической электродинамики является:</p>	
<p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} \frac{e^4}{m^2 c^4}$</p>	<p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2 \frac{\omega^4}{\omega_0^4}$</p>
<p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} \frac{r_0^2 \omega^4}{(\omega_0^2 - \omega^2)^2 + \omega^2 \gamma^2}$</p>	<p><input type="checkbox"/> $\sigma = \frac{8\pi}{3} r_0^2$</p>

8. Электродинамика сплошных сред

<p>113. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Увлечение силовых линий магнитного поля движущейся плазмой выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{rot} \vec{E} = -\frac{1}{c} \frac{\partial B}{\partial t} + \frac{1}{c} \text{rot} [\vec{V} \vec{B}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = \text{rot} [\vec{V} \vec{B}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\Delta \vec{B} = \frac{4\pi\mu\sigma}{c^2} \frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = \frac{c^2}{4\pi\sigma\mu} \Delta \vec{B} + \text{rot} [\vec{V} \vec{B}]$</p>	<p>114. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Затухание электромагнитных волн в плазме не происходит:</p> <p><input type="checkbox"/> По направлению движения плазмы.</p> <p><input type="checkbox"/> Перпендикулярно движению плазмы.</p> <p><input type="checkbox"/> Перпендикулярно магнитному полю.</p> <p><input type="checkbox"/> По направлению магнитного поля.</p>
<p>115. Задание</p> <p>Отметьте правильный ответ</p> <p>Проводники в сверхпроводящем состоянии являются:</p> <p><input type="checkbox"/> Парамагнетиками.</p> <p><input type="checkbox"/> Идеальными диамагнетиками, т.е.</p>	<p>116. Задание</p> <p>Отметьте правильный ответ</p> <p>Роль диэлектрической проницаемости ϵ в теории магнитного поля выполняет:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\epsilon}{\mu}$</p>

<p>внутри них всегда $B=0$.</p> <p><input type="checkbox"/> Идеальными проводниками или проводниками с бесконечной проводимостью ($\sigma = \infty$).</p>	<p><input type="checkbox"/> $\frac{1}{\mu}$</p> <p><input type="checkbox"/> μ</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\mu - 1}{4\pi\mu}$</p>
<p>117. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Влияние скин-эффекта на коэффициент самоиндукции проводника:</p> <p><input type="checkbox"/> Увеличение</p> <p><input type="checkbox"/> Уменьшение</p> <p><input type="checkbox"/> Нет влияния</p>	<p>118. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Влиянию магнитного поля на движущийся в нем заряд не соответствует:</p> <p><input type="checkbox"/> не производит работы над зарядом.</p> <p><input type="checkbox"/> не изменяет кинетической энергии заряда</p> <p><input type="checkbox"/> не изменяет абсолютной величины его скорости.</p> <p><input type="checkbox"/> не изменяет направления скорости заряда.</p>
<p>119. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнения движения $\frac{d\vec{B}}{dt} = e\vec{E} + \frac{e}{c}[\vec{v}\vec{H}]$ меняются в случае, если произвести замену:</p> <p><input type="checkbox"/> $t \rightarrow -t$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{E} \rightarrow \vec{E}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{H} \rightarrow \vec{H}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{H} \rightarrow -\vec{H}$</p>	<p>120. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Сила, действующая на электрический диполь:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = e\vec{E}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = \int \rho \vec{E} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = (\vec{p}\nabla)\vec{E}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{F} = \frac{e}{c}[\vec{v}\vec{H}]$</p>
<p>121. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Решение уравнения Лапласа в сферической системе координат, зависящее лишь от одной координаты r:</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi = \frac{C_1}{r}$ <input type="checkbox"/> $\varphi = C_1$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varphi = \frac{C_1}{r} + c_2$ <input type="checkbox"/> $\varphi = \frac{C_1}{r^2} + c_2$</p>	<p>122. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Емкость цилиндрического конденсатора:</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{\varepsilon S}{d}$ <input type="checkbox"/> $C = \frac{4\pi\varepsilon R_1 R_2}{R_2 - R_1}$</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{4\pi\varepsilon \ell}{\ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)}$ <input type="checkbox"/> $C = 4\pi\varepsilon \ell \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$</p>
<p>123. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>В электростатике незаряженный проводник можно рассматривать как тело:</p> <p><input type="checkbox"/> С бесконечной диэлектрической проницаемостью.</p> <p><input type="checkbox"/> С нулевой диэлектрической проницаемостью.</p> <p><input type="checkbox"/> С конечной диэлектрической проницаемостью.</p> <p><input type="checkbox"/> С неизменной диэлектрической</p>	<p>124. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Электрическая восприимчивость любого тела:</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi = 0$.</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi > 0$.</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi = \text{const}$.</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi < 0$.</p>

<p>проницаемостью.</p>	
<p>125. Задание Отметьте правильный ответ "След" тензора энергии-импульса электромагнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{ii} > 0$ <input type="checkbox"/> $T_{ii} = 0$</p> <p><input type="checkbox"/> $T_{ii} < 0$ <input type="checkbox"/> $T_{ii} = \text{const}$</p>	<p>126. Задание Отметьте правильный ответ Пьезоэлектрики - кристаллы, внутреннее напряжение, в которых в электрическом поле пропорционально:</p> <p><input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/> $E^{1/2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $E^{3/2}$ <input type="checkbox"/> E^2</p>
<p>127. Задание Отметьте правильный ответ Диэлектрическая проницаемость вещества:</p> <p><input type="checkbox"/> $\epsilon < 1$</p> <p><input type="checkbox"/> $\epsilon = \text{const}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\epsilon > 1$</p> <p><input type="checkbox"/> $\epsilon = 0$</p>	<p>128. Задание Отметьте правильный ответ Пондеромоторными называются силы, действующие на:</p> <p><input type="checkbox"/> Диэлектрики в неоднородном электрическом поле.</p> <p><input type="checkbox"/> Проводники в неоднородном электрическом поле.</p> <p><input type="checkbox"/> Диэлектрики в неоднородном магнитном поле.</p> <p><input type="checkbox"/> Проводники в неоднородном магнитном поле.</p>
<p>129. Задание Отметьте правильный ответ При скин-эффекте омическое сопротивление проводника:</p> <p><input type="checkbox"/> Остается неизменным.</p> <p><input type="checkbox"/> Не увеличивается</p> <p><input type="checkbox"/> Увеличивается.</p> <p><input type="checkbox"/> Уменьшается.</p>	<p>130. Задание Отметьте правильный ответ Поперечный эффект Доплера выражается:</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \omega_0 \frac{\sqrt{1-\beta^2}}{1-\beta \cos Q}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \omega_0 \sqrt{1-\beta^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \omega_0 (1-\beta)$</p> <p><input type="checkbox"/> $\omega = \frac{\omega_0}{\sqrt{1-\frac{\beta}{1+\beta}}}$</p>
<p>131. Задание Отметьте правильный ответ Значение $\text{rot grad } \varphi$ равно:</p> <p><input type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> 3</p> <p><input type="checkbox"/> 5</p> <p><input type="checkbox"/> 2</p>	<p>132. Задание Отметьте правильный ответ Теорему Стокса выражает формула:</p> <p><input type="checkbox"/> $\int_s \vec{a} d\vec{S} = \int_V \text{div} \vec{a} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint_L \vec{a} d\vec{\ell} = \oint_S \text{rot} \vec{a} d\vec{S}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint_S \vec{E} d\vec{\ell} = 4\pi \int_V \rho dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint_L \vec{E} d\vec{\ell} = \frac{4\pi}{c} \int_S \vec{j} d\vec{S}$</p>

<p>133. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Энергия системы проводников выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \rho \varphi dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \sum e_i \cdot \varphi_i$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \epsilon E^2 dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $W = \frac{1}{2} \int \vec{A} \cdot \vec{j} \cdot dV$</p>	<p>134. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Закон индукции в случае движущихся сред задается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \cdot \frac{\partial}{\partial t} \cdot \int B dS$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{E} d\vec{l} = -\frac{1}{c} \cdot \frac{d\Phi}{dt}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{D} d\vec{s} = 4\pi \int \rho dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{B} d\vec{S} = 0$</p>
<p>135. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение непрерывности в четырехмерной форме:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial j_i}{\partial x_i} = 0$ <input type="checkbox"/> $j_i = \rho \frac{\partial x_i}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $F_{ik} = \frac{\partial A_k}{\partial x_i} - \frac{\partial A_i}{\partial x_k}$ <input type="checkbox"/> $f_i = \frac{1}{c} F_{ik} j_k$</p>	<p>136. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Условие Лоренца для потенциалов в среде:</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$ <input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{E} = 4\pi \rho$</p> <p><input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{A} + \frac{1}{c} \frac{\partial A}{\partial t} = 0$ <input type="checkbox"/> $\text{div} \vec{A} + \frac{\epsilon \mu}{c} \frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0$</p>
<p>137. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение движения заряда в постоянном однородном магнитном поле:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = e \vec{E} + \frac{e}{c} [\vec{V} \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = e \vec{E}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \frac{e}{c} [\vec{V} \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = e \left(-\frac{1}{c} \frac{\partial A}{\partial t} - \text{grad} \varphi \right)$</p>	<p>138. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Полное тепло, выделившееся в проводнике при прохождении постоянного тока в цепи:</p> <p><input type="checkbox"/> $Q = \int \frac{j^2}{\sigma} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $Q = \int \vec{j} \vec{E}^{cmop} dV$</p> <p><input type="checkbox"/> $Q = J^2 R t$</p> <p><input type="checkbox"/> $Q = \int j E dV$</p>
<p>139. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Глубина скин-слоя дается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $P = \sqrt{\frac{2\pi \rho \lambda \omega}{c^2}}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\delta = \sqrt{\frac{c^2}{2\pi \mu \lambda \omega}}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\delta_{an} = \left(\frac{c^2 e}{2\pi \mu \lambda \omega} \right)^{\frac{1}{3}}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\delta = 1/P$</p>	<p>140. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение движения заряда в постоянном однородном электрическом поле:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = e \vec{E} + \frac{e}{c} [\vec{V} \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = \frac{e}{c} [\vec{V}, \vec{H}]$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\partial \vec{P}}{\partial t} = e \vec{E}$</p> <p><input type="checkbox"/> $m \partial \vec{V} / \partial t = -e \text{grad} \varphi$</p>

<p>141. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Излучение заряда, движущегося в однородном магнитном поле, выражается формулой:</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2\ddot{M}^2}{3c^3}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2e^4V^2H^2}{3m^2c^5}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2e^2\omega^2}{3c^3}$</p> <p><input type="checkbox"/> $J = \frac{2\ddot{P}^2}{3c^3}$</p>	<p>142. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уравнение связи в однородной изотропной среде:</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{E} = -grad\varphi - \frac{1}{c} \frac{\partial \vec{A}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\rho\vec{V} = \sigma\vec{E} + \alpha \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} + \chi crot\vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{B} = rot\vec{A}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{\rho} = \rho_{CB} + \rho$</p>		
<p>143. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Область поля излучения называется волновой зоной, если:</p>			
<p><input type="checkbox"/> $r \ll \lambda$</p>	<p><input type="checkbox"/> $r = \lambda$</p>	<p><input type="checkbox"/> $r = 0$</p>	<p><input type="checkbox"/> $r \gg \lambda$</p>

9. Разное

<p>144. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Траектория заряженной частицы, влетевшей под углом в продольные друг к другу электрическое и магнитное поля:</p> <p><input type="checkbox"/> прямая вдоль начальной скорости</p> <p><input type="checkbox"/> окружность</p> <p><input type="checkbox"/> парабола</p> <p><input type="checkbox"/> винтовая линия с постоянным шагом</p> <p><input type="checkbox"/> винтовая линия с переменным шагом</p>	<p>145. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Формула, выражающая закон полного тока:</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{H} d\vec{\ell} = \mu_0 I$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{B} d\vec{\ell} = \mu_0 I$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{B} d\vec{\ell} = I$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{H} d\vec{\ell} = I / \mu_0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\oint \vec{H} d\vec{\ell} = I / 4\pi$</p>
<p>146. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Коэрцитивная сила для ферромагнетиков:</p> <p><input type="checkbox"/> индукция магнитного поля \vec{B}, необходимая для полной ориентации доменов</p> <p><input type="checkbox"/> \vec{B}, необходимая для переориентации доменов</p> <p><input type="checkbox"/> \vec{B}, необходимая для размагничивания ферромагнетика</p> <p><input type="checkbox"/> \vec{B}, обеспечивающая равенство спонтанного и индуцированного намагничиваний</p>	<p>147. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Зависимость вектора намагниченности парамагнетиков от магнитного момента их молекул:</p> <p><input type="checkbox"/> линейная</p> <p><input type="checkbox"/> квадратичная</p> <p><input type="checkbox"/> кубическая</p> <p><input type="checkbox"/> экспоненциальная</p> <p><input type="checkbox"/> логарифмическая</p>

<p>148. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Зависимость магнитной восприимчивости парамагнетиков χ_m от температуры:</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi_m \sim T$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi \sim 1/T$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi \sim T^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi \sim 1/T^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi \sim e^{-aT}$</p>	<p>149. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Магнитная проницаемость ферромагнетиков при увеличении вектора индукции магнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> увеличивается</p> <p><input type="checkbox"/> уменьшается</p> <p><input type="checkbox"/> не меняется</p> <p><input type="checkbox"/> проходит через максимум</p> <p><input type="checkbox"/> проходит через минимум</p>
<p>150. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Зависимость магнитной восприимчивости ферромагнетиков (χ_ϕ) от температуры в области выше температуры Кюри (T_0):</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi_\phi \sim 1/(T-T_0)$ <input type="checkbox"/> $\chi_\phi \sim T/T_0$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi_\phi \sim T_0/T$ <input type="checkbox"/> $\chi_\phi \sim 1/(T-T_0)^2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\chi_\phi \sim (T-T_0)$</p>	<p>151. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Индукция магнитного поля магнитного момента элементарного тока убывает с расстоянием:</p> <p><input type="checkbox"/> $\sim r^{-1}$ <input type="checkbox"/> $\sim r^{-2}$ <input type="checkbox"/> $\sim r^{-3}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sim r^{-4}$ <input type="checkbox"/> $\sim r^{-5}$</p>
<p>152. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>На элементарный ток с магнитным моментом \vec{p}_m в магнитном поле индукцией \vec{B} действует вращающий момент:</p> <p><input type="checkbox"/> $p_m B \cdot \sin \alpha$</p> <p><input type="checkbox"/> $p_m B \cdot \cos \alpha$</p> <p><input type="checkbox"/> $p_m B \cdot I \cdot \sin \alpha$</p> <p><input type="checkbox"/> $p_m B \cdot S \cdot \sin \alpha$</p> <p><input type="checkbox"/> $I \cdot B \cdot \sin \alpha$</p>	<p>153. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Явление Холла возникает под действием:</p> <p><input type="checkbox"/> поперечных друг к другу электрического и теплового (разность температур) полей</p> <p><input type="checkbox"/> продольных друг к другу электрического и магнитного полей</p> <p><input type="checkbox"/> поперечных друг к другу электрического и магнитного полей</p> <p><input type="checkbox"/> продольных друг к другу магнитного и теплового полей</p> <p><input type="checkbox"/> поперечных друг к другу магнитного и теплового полей</p>
<p>154. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Частота ларморовой прецессии есть:</p> <p><input type="checkbox"/> частота орбитального движения электрона</p> <p><input type="checkbox"/> частота колебаний ионов решетки</p> <p><input type="checkbox"/> частота дополнительной угловой скорости электронов вещества в магнитном поле</p> <p><input type="checkbox"/> частота, обусловленная спином электрона</p> <p><input type="checkbox"/> частота колебаний электронов вещества под действием переменного поля</p>	<p>155. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Формула, выражающая величину силы, действующей на элемент тока $I d\vec{l}$ в магнитном поле с индукцией \vec{B}:</p> <p><input type="checkbox"/> $d\vec{F} = \mu_0 I d\vec{l} \times \vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $d\vec{F} = \frac{\mu_0}{4\pi} I d\vec{l} \times \vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $d\vec{F} = \frac{\mu_0}{2\pi} I d\vec{l} \times \vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $2\pi\mu_0 I d\vec{l} \times \vec{B}$</p> <p><input type="checkbox"/> $I d\vec{l} \times \vec{B}$</p>

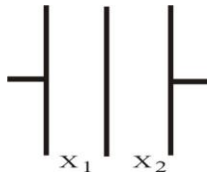
<p>156. Задание Отметьте правильный ответ Индукция магнитного поля кругового тока с радиусом r_0 в его центре:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\mu_0 I}{2\pi r_0}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\mu_0 I}{2r_0}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\mu_0 I}{\pi r_0}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\mu_0 I}{4\pi r_0}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\mu_0 I}{r_0}$</p>	<p>157. Задание Отметьте правильный ответ Формула, не выражающая объемную плотность энергии магнитного поля:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{1}{2}BH$ <input type="checkbox"/> $\frac{B^2}{2\mu_0\mu}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{H^2}{2\mu_0\mu}$ <input type="checkbox"/> $\frac{1}{2}\mu_0\mu H^2$</p>
<p>158. Задание. Отметьте правильный ответ Формула, не выражающая закон электромагнитной индукции:</p> <p><input type="checkbox"/> $\varepsilon = -L \frac{dI}{dt}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\operatorname{rot}\vec{E} = -\frac{\partial\vec{B}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\operatorname{rot}\vec{B} = \mu\varepsilon \frac{\partial\vec{E}}{\partial t}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\varepsilon = \oint \vec{B}d\vec{S}$</p>	<p>159. Задание. Отметьте правильный ответ Емкость конденсатора C, образующего с катушкой индуктивности L колебательный контур с собственной частотой f_0:</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{1}{2\pi f_0 \sqrt{L}}$</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{1}{2\pi f_0^2 L}$</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2 L}$</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{1}{4\pi^2 f_0 L}$</p> <p><input type="checkbox"/> $C = \frac{1}{2\pi^2 f_0^2 L}$</p>
<p>160. Задание. Отметьте правильный ответ Логарифмический декремент затухания:</p> <p><input type="checkbox"/> логарифм изменения амплитуды колебаний за единицу времени</p> <p><input type="checkbox"/> логарифм относительного изменения показателя затухания</p> <p><input type="checkbox"/> логарифм показателя затухания колебаний</p> <p><input type="checkbox"/> логарифм относительного изменения амплитуды колебаний за один период</p>	<p>161. Задание. Отметьте правильный ответ Плотность тока смещения в слюдяном конденсаторе, к которому приложено переменное электрическое поле с индукцией $5,3 \cdot 10^{-7}$ Кл/м² и частотой $6,28 \cdot 10^6$ с⁻¹ (е А/м²):</p> <p><input type="checkbox"/> 9,7; <input type="checkbox"/> 3,3; <input type="checkbox"/> 1,6; <input type="checkbox"/> 0,47; <input type="checkbox"/> 0,27</p>
<p>162. Задание Отметьте правильный ответ $\operatorname{div}\vec{D}$ равна:</p> <p><input type="checkbox"/> объемной плотности связанных зарядов $\rho_{св}$</p> <p><input type="checkbox"/> объемной плотности своб. зарядов ρ</p> <p><input type="checkbox"/> $\rho + \rho_{св}$</p> <p><input type="checkbox"/> поверхностной плотности свободных зарядов</p> <p><input type="checkbox"/> поверхностной плотности связанных зарядов</p>	<p>163. Задание Отметьте правильный ответ $\operatorname{div}\left(\frac{\vec{B}}{\mu_0}\right)$ равна:</p> <p><input type="checkbox"/> плотности молекулярных токов \vec{j}_m</p> <p><input type="checkbox"/> плотности тока проводимости \vec{j}</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{j} + \vec{j}_m$</p> <p><input type="checkbox"/> 0</p> <p><input type="checkbox"/> $\vec{j} - \vec{j}_m$</p>

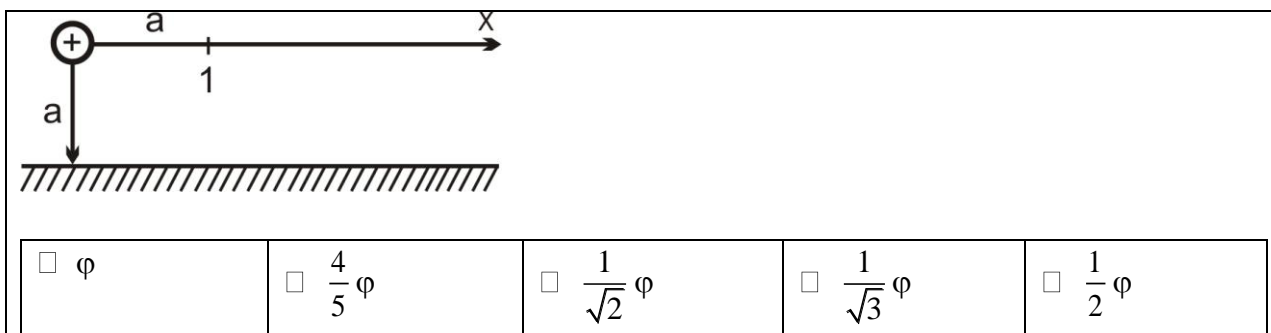
<p>164. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поле диполя, расположенного на оси "y" положительным зарядом вверх, на некотором расстоянии по оси "x" от его середины, направлено:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> вверх по оси "y" <input type="checkbox"/> вниз по оси "y" <input type="checkbox"/> направо по оси "x" <input type="checkbox"/> налево по оси "x" <input type="checkbox"/> наклонено вниз 	<p>165. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Уменьшение величины сопротивления нагрузки R, подключенного к источнику ЭДС с внутренним сопротивлением $r < R$, приводит в этой нагрузке к:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> уменьшению количества выделенной теплоты <input type="checkbox"/> увеличению мощности <input type="checkbox"/> уменьшению мощности <input type="checkbox"/> неизменности мощности <input type="checkbox"/> увеличению напряжения
<p>166. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>ЭДС индукции определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> скоростью изменения площади, пересекаемой магнитной индукцией <input type="checkbox"/> скоростью изменения магнитной индукции <input type="checkbox"/> скоростью изменения магнитного потока <input type="checkbox"/> магнитной индукцией, пересекающей замкнутый контур <input type="checkbox"/> магнитным потоком через замкнутый контур 	<p>167. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Фигура, устанавливающаяся на экране осциллографа при подаче на вертикально и горизонтально отклоняющие пластины соответственно двух гармонических напряжений одной и той же частоты, но отличающиеся по фазе на 90°:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> наклонная прямая <input type="checkbox"/> синусоида <input type="checkbox"/> эллипс вдоль любой оси <input type="checkbox"/> эллипс, вытянутый по второму и четвертому квадрантам <input type="checkbox"/> эллипс, вытянутый по первому и третьему квадрантам
<p>168. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Два линейных тока, создаваемых электронными пучками в вакууме:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> притягиваются <input type="checkbox"/> отталкиваются <input type="checkbox"/> электрические и магнитные силы компенсируют друг друга <input type="checkbox"/> в зависимости от величины тока отталкиваются или притягиваются 	<p>169. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Гармонический ток катушки индуктивности, напряжение которой поддерживается неизменным, после подключения параллельно к ней конденсатора с таким же сопротивлением, что и сопротивление катушки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> возрастает; <input type="checkbox"/> резко возрастает <input type="checkbox"/> уменьшается; <input type="checkbox"/> резко уменьшается <input type="checkbox"/> не изменяется
<p>170. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля вне металлической сферы, в центре которой находится заряженный шар, создается:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> полем положительного заряда шара <input type="checkbox"/> полем индуцированного отрицательного заряда внутренней поверхности сферы <input type="checkbox"/> полем индуцированного положительного заряда внешней поверхности сферы <input type="checkbox"/> равна нулю 	<p>171. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Траектория заряженных частиц космического пространства, движущихся к поверхности Земли, в ее магнитном поле:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> прямая линия <input type="checkbox"/> винтовая линия <input type="checkbox"/> винтовая линия с раскручивающимся радиусом <input type="checkbox"/> винтовая линия с закручивающимся радиусом

<p>172. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля в средней части безграничного плоского слоя толщиной d с равномерно распределенным зарядом плоскостью ρ, равна:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{2\rho d}{\varepsilon_0}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\rho d}{\varepsilon_0}$ <input type="checkbox"/> $\frac{\rho d}{2\varepsilon_0}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\rho d}{4\varepsilon_0}$ <input type="checkbox"/> 0</p>	<p>173. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля в центре квадрата, создаваемая чередующимися по знаку одинаковыми зарядами Q, находящимися в его вершинах:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{Q^2}{\pi\varepsilon_0\alpha^2}$ <input type="checkbox"/> $\frac{Q^2}{4\pi\varepsilon_0\alpha^2}$ <input type="checkbox"/> $\frac{Q^2}{2\pi\varepsilon_0\alpha^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $-\frac{Q^2}{2\pi\varepsilon_0\alpha^2}$ <input type="checkbox"/> 0</p>
<p>174. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Траектория электрона, влетающего в пространство плоского конденсатора под некоторым углом к плоскости отрицательно заряженной пластины:</p> <p><input type="checkbox"/> прямая линия</p> <p><input type="checkbox"/> парабола</p> <p><input type="checkbox"/> окружность</p> <p><input type="checkbox"/> винтовая линия</p>	<p>175. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Электрон-вольт:</p> <p><input type="checkbox"/> скорость, приобретаемая электроном при прохождении напряжения в 1В</p> <p><input type="checkbox"/> энергия, приобретаемая электроном в поле напряженностью в 1В/м</p> <p><input type="checkbox"/> скорость, приобретаемая электроном в поле напряженностью в 1В/м</p> <p><input type="checkbox"/> энергия, приобретаемая электроном при прохождении напряжения в 1 В</p> <p><input type="checkbox"/> импульс, приобретаемый электроном в единичном поле</p>
<p>176. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Электрическая емкость:</p> <p><input type="checkbox"/> заряд единицы объема проводника</p> <p><input type="checkbox"/> заряд единицы поверхности проводника</p> <p><input type="checkbox"/> потенциал проводника, необходимый для изменения его заряда на 1 Кл</p> <p><input type="checkbox"/> количество заряда проводника для изменения его потенциала на 1 В</p> <p><input type="checkbox"/> количество заряда проводника для изменения создаваемой им напряженности на 1 В/м</p>	<p>177. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля точечного заряда в вакууме в системе СИ:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{r^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{4\pi r^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{4\pi\varepsilon_0 r^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $4\pi\varepsilon_0 \frac{q}{r^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{\varepsilon_0 r^2}$</p>
<p>178. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Для последовательно соединенных заряженных конденсаторов:</p> <p><input type="checkbox"/> напряжения одинаковы</p> <p><input type="checkbox"/> заряды одинаковы</p> <p><input type="checkbox"/> емкости одинаковы</p> <p><input type="checkbox"/> заряды суммируются</p> <p><input type="checkbox"/> емкости суммируются</p>	<p>179. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Для параллельно соединенных заряженных конденсаторов:</p> <p><input type="checkbox"/> заряды одинаковы</p> <p><input type="checkbox"/> заряды суммируются</p> <p><input type="checkbox"/> напряжения суммируются</p> <p><input type="checkbox"/> обратные значения емкостей суммируются</p>
<p>180. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Тангенциальная составляющая напряженности электрического поля y</p>	<p>181. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Сила взаимодействия между двумя одинаковыми и разноименно заряженными</p>

<p>поверхности заряженного проводника определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> объемной плотностью зарядов <input type="checkbox"/> поверхностной плотностью зарядов <input type="checkbox"/> полным зарядом сосредоточенным на поверхности <input type="checkbox"/> равна нулю; <input type="checkbox"/> полным зарядом проводника 	<p>шарами при внесении в пространство между ними диэлектрической палочки:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> уменьшается из-за наличия диэлектрической среды <input type="checkbox"/> уменьшается из-за поля поляризации <input type="checkbox"/> не меняется <input type="checkbox"/> увеличивается
<p>182. Задание Отметьте правильный ответ Электрическая мощность потребителя при увеличении его сопротивления:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> возрастает; <input type="checkbox"/> уменьшается <input type="checkbox"/> не изменяется <input type="checkbox"/> возрастает при $R > r$ и убывает при $R < r$ <input type="checkbox"/> возрастает при $R < r$ и убывает при $R > r$ (r – внутренне сопротивление источника) 	<p>183. Задание Отметьте правильный ответ Первый закон (правило) Кирхгофа:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> сумма токов в цепи равна нулю <input type="checkbox"/> сумма токов контура равна нулю <input type="checkbox"/> сумма токов всех ветвей контура равна нулю <input type="checkbox"/> сумма токов в узле равна нулю
<p>184. Задание Отметьте правильный ответ Напряженность электрического поля заряженной бесконечной пластины убывает с удалением от нее согласно:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\sim r^{-1}$ <input type="checkbox"/> $\sim r^{-2}$ <input type="checkbox"/> $\sim r^{-3}$ <input type="checkbox"/> $\sim r^{-4}$ <input type="checkbox"/> не изменяется 	<p>185. Задание Отметьте правильный ответ Зависимость вектора поляризации полярных диэлектриков от дипольного момента их молекул:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> линейная <input type="checkbox"/> квадратичная <input type="checkbox"/> кубическая <input type="checkbox"/> экспоненциальная <input type="checkbox"/> логарифмическая
<p>186. Задание. Отметьте правильный ответ Глубина проникновения переменного тока в проводник при увеличении частоты в 4 раза:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> увеличивается в 4 раза <input type="checkbox"/> уменьшается в 4 раза <input type="checkbox"/> увеличивается в 2 раза <input type="checkbox"/> уменьшается в 2 раза <input type="checkbox"/> уменьшается в $\sqrt{2}$ раза 	<p>187. Задание. Отметьте правильный ответ Глубина проникновения переменного тока в проводник определяется:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> удельным сопротивлением γ, магнитной проницаемостью μ, частотой f, диэлектрической проницаемостью ϵ <input type="checkbox"/> γ, μ, f; <input type="checkbox"/> γ, ϵ, f; <input type="checkbox"/> ϵ, μ, f; <input type="checkbox"/> γ, μ, ϵ
<p>188. Задание. Отметьте правильный ответ Дипольный момент молекулы, образованный зарядами $+q$, $+q$, и $-2q$, находящимися в вершинах равностороннего треугольника со стороной a:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> $\frac{aq}{2}$; <input type="checkbox"/> aq; <input type="checkbox"/> $\sqrt{2}aq$; <input type="checkbox"/> $\sqrt{3}aq$; <input type="checkbox"/> $2aq$ 	<p>189. Задание Отметьте правильный ответ Заряженное тело в поле силы тяжести, попав в горизонтальное электрическое поле, продолжает свой путь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> вертикально вниз; <input type="checkbox"/> горизонтально <input type="checkbox"/> по выпуклой параболе вниз <input type="checkbox"/> по вогнутой параболе вниз <input type="checkbox"/> по прямой наклонно вниз

<p>190. Задание. Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля в центре тонкой нити в продольном направлении, если на ее длине ℓ равномерно распределен заряд q:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{\pi\epsilon_0\ell^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{2\pi\epsilon_0\ell^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{4\pi\epsilon_0\ell^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{8\pi\epsilon_0\ell^2}$; <input type="checkbox"/> 0</p>	<p>191. Задание. Отметьте правильный ответ</p> <p>Средний поток вектора напряженности электрического поля через одну из граней куба, если заряд q находится в одной из его вершин:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{24\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{12\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{6\epsilon_0}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{3\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{\epsilon_0}$</p>
<p>192. Задание. Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля положительного точечного заряда на поверхности бесконечно проводящей пластины, находящейся на расстоянии a от заряда:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{16\pi\epsilon_0 a^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a^2}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a^2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 a^2}$; <input type="checkbox"/> 0</p>	<p>193. Задание. Отметьте правильный ответ</p> <p>Потенциал электрического поля положительного точечного заряда на поверхности бесконечной проводящей пластины, находящейся на расстоянии a от заряда:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{8\pi\epsilon_0 a}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{4\pi\epsilon_0 a}$; <input type="checkbox"/> $\frac{q}{2\pi\epsilon_0 a}$;</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{q}{\pi\epsilon_0 a}$; <input type="checkbox"/> 0</p>
<p>194. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля, создаваемая двумя положительно заряженными бесконечными параллельными пластинами с поверхностной плотностью σ_1 и σ_2, соответственно, справа от второй пластины:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2 + \sigma_1}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{1}{2} \frac{\sigma_2 + \sigma_1}{\epsilon_0}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_0}$ <input type="checkbox"/> $\frac{-\sigma_1 + \sigma_2}{\epsilon_0}$</p>	<p>195. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля, создаваемая положительно заряженными бесконечными параллельными пластинами с поверхностной плотностью σ_1 и σ_2, соответственно, слева от первой пластины:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2 + \sigma_1}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{1}{2} \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_0}$;</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_1}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $-\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{\epsilon_0}$;</p>
<p>196. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Напряженность электрического поля, создаваемая положительно заряженными бесконечными параллельными пластинами с поверхностной плотностью σ_1 и σ_2, соответственно, в пространстве между пластинами:</p> <p><input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2 + \sigma_1}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{1}{2} \frac{\sigma_2 + \sigma_1}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_2 - \sigma_1}{\epsilon_0}$;</p> <p><input type="checkbox"/> $-\frac{\sigma_1 + \sigma_2}{\epsilon_0}$; <input type="checkbox"/> $\frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\epsilon_0}$</p>	<p>197. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Для увеличения дальности радиосвязи с космическими кораблями в два раза требуется увеличение мощности передатчика:</p> <p><input type="checkbox"/> в 1 раз <input type="checkbox"/> в 2 раза</p> <p><input type="checkbox"/> в 4 раза <input type="checkbox"/> в 8 раз</p> <p><input type="checkbox"/> в 16 раз</p>

<p>198. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поверхностная плотность заряда σ_1 и σ_2 на обеих сторонах плоской пластины, несущей заряд σ, если по обе стороны от нее на расстояниях x_1 и x_2 находятся параллельные ей пластины:</p>  <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$; <input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma/2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma \frac{x_2}{x_1 + x_2}$, $\sigma_2 = \sigma \frac{x_1}{x_1 + x_2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma \frac{x_1}{x_1 + x_2}$, $\sigma_2 = \sigma \frac{x_2}{x_1 + x_2}$</p>	<p>199. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Поверхностная плотность заряда σ_1 и σ_2 на обеих сторонах плоской пластины, несущей заряд σ, если по обе стороны от нее на расстояниях x_1 и x_2 находятся соединенные друг с другом параллельные ей две пластины:</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma/2$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma \frac{x_2}{x_1 + x_2}$, $\sigma_2 = \sigma \frac{x_1}{x_1 + x_2}$</p> <p><input type="checkbox"/> $\sigma_1 = \sigma \frac{x_1}{x_1 + x_2}$, $\sigma_2 = \sigma \frac{x_2}{x_1 + x_2}$</p>
<p>200. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Заряд металлического шара во внешнем однородном электрическом поле:</p> <p><input type="checkbox"/> равномерно распределен по его поверхности и положителен</p> <p><input type="checkbox"/> равномерно распределен по его поверхности и отрицателен</p> <p><input type="checkbox"/> всюду равен нулю</p> <p><input type="checkbox"/> полусфера поверхности шара, обращенная к плюсу источника внешнего поля, положительна, а другая полусфера отрицательна</p> <p><input type="checkbox"/> полусфера поверхности шара, обращенная к плюсу источника внешнего поля, отрицательна, а другая полусфера положительна</p>	<p>201. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Время свободного пробега носителей заряда в классической теории металлов есть:</p> <p><input type="checkbox"/> время, в течение которого электрон проводимости, обладающий тепловой скоростью, перемещается от одного столкновения до другого</p> <p><input type="checkbox"/> время существования электрона в свободном состоянии</p> <p><input type="checkbox"/> время, в течение которого электрон проводимости за счет внешнего поля перемещается от одного столкновения до другого</p> <p><input type="checkbox"/> время, в течение которого свободный электрон диффундирует от одного электрода до другого</p>
<p>202. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Изменение фазы φ гармонического тока участка цепи, содержащего катушку индуктивности с сопротивлением Z_L, после подключения последовательно к ней емкости с сопротивлением $Z_C = \frac{1}{2} Z_L$:</p> <p><input type="checkbox"/> увеличение отставания <input type="checkbox"/> уменьшение отставания</p> <p><input type="checkbox"/> опережение <input type="checkbox"/> $\Delta\varphi = 0$</p>	
<p>203. Задание Отметьте правильный ответ</p> <p>Потенциал в той же точке 1, если на расстоянии a от заряда поместить бесконечную проводимую плоскость (рис.):</p>	



3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ И РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Наименование разделов и тем	Теоретич. материал	Решение задач типа
1. Введение в векторный и тензорный анализ	[1,9,11] ³ .	[1], № 9, 13, 25, 28, 38, 42, 48, 55, 63
2. Принцип относительности	[5] ⁴ , стр. 13-42	[1], № 573, 576, 580, 584, 585, 592, 596, 608, 618, 618, 620
3. Релятивистская механика	[5], стр. 43-66	[1], № 636, 638, 642, 647, 652, 655
4. Заряд в электромагнитном поле	[5], стр. 67-94	[1], № 687, 690, 692, 695, 696, 701-704, 714, 716
5. Уравнения электромагнитн. поля	[5], стр. 95-123	[1], № 71, 74, 83, 107, 110, 241, 251, 254
6. Постоянное электромагнитн. поле	[5], стр. 124-147	[1], № 121-124, 242, 257
7. Электромагнитные волны	[5], стр. 148-174	[1], № 810, 514, 818, 822
8. Распространение света	[5], стр. 175-211	[1], № 472-478
9. Поле движущихся зарядов	[5], стр. 212-226	[1], № 726, 756, 760, 767
10. Излучение электромагнитных волн	[5], стр. 227-287	[1], № 762, 768, 768, 778, 781, 792, 794, 796
11. Электростатика проводников	[6], стр. 13-55	[1], № 169, 173, 165, 187, 192, 199, 201, 210, 212
12. Электростатика диэлектриков	[6], стр. 56-128	[1], № 130, 134, 138, 144
13. Постоянный электрич. ток	[6], стр. 129-153	[1], № 221, 230, 233, 238
14. Постоянное магнитное поле	[6], стр. 154-187	[1], № 247, 257, 270, 295
15. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм	[6], стр. 188-253	[1], № 328, 333, 337, 339
16. Сверхпроводимость	[6], стр. 254-277	[1], № 341, 345, 346
17. Квазистационарное электромагнитное поле	[6], стр. 278-312	[1], № 351, 353, 357, 374, 380, 384

³ Дополнительный список литературы 2.

⁴ Дополнительный список литературы 1.

18. Магнитная гидродинамика	[6], стр. 313-356	[1], № 847, 850, 855
19. Уравнения электромагн. волн	[6], стр. 357-400	[1], № 414-421
20. Распространение электромагнитных волн	[6], стр. 401-454	[1], № 400, 402, 406, 412, 418, 425, 431
21. Электромагнитные волны в анизотропных средах	[6], стр. 455-490	[1], №433, 436, 439, 447
22. Пространственная дисперсия	[6], стр. 491-508	[1], № 424-428
23. Нелинейная оптика	[6], стр. 509-537	[1], № 828, 838, 836, 839
24. Прохождение быстрых частиц через вещество	[6], стр. 538-561	[1], № 827, 830, 831, 834
25. Рассеяние электромагн. волн	[6], стр. 562-596	[1], № 451, 456, 461, 466
26. Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах	[6], стр. 597-613	[1], № 501, 503, 505

Требования к рейтинг-контролю. В течение семестра два раза (на модульных неделях) необходимо:

- 1) сдать преподавателю решения домашних задач, полученных из указанных сборников задач (примеры типовых задач приведены в разделе 2);
- 2) показать конспекты лекций и семинарских занятий;
- 3) ответить на вопросы промежуточной аттестации и теста (приведены в разделах 1 и 2).

VIII. Перечень педагогических и информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплинам, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Лекция-визуализация, проблемное обучение, система поэтапного обучения физике, информационные технологии обучения, модульное структурирование содержания дисциплины. В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет 20%. Занятия лекционного типа для студентов составляют 56% от аудиторной нагрузки.

IX. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционная аудитория № 226 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Микшерный пульт Yamaha MG-124C 2 Аудиокомплект (мик. пульт, акуст. усилитель, акуст. система, радиосистема) 3 Интерактивная система SMART Board 660i4 4 Мультимедийный проектор Epson EB-4850WU с потолочным креплением 5 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 6 Телекоммуникационный шкаф ШТК-М-18.6.6-3AAA с полками 7 Экран настенный ScreenMedia 213*213 (M082-08156) 8 Компьютер iRU Corp 510 15-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21,5'' 9 Комплект учебной мебели на 110 посадочных мест	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового	1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050.	Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Google Chrome - бесплатно Java SE Development Kit 8 Update

<p>проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>сумка 15,6", мышшь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование КОМПЛЕКТ «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели</p>	<p>45 (64-bit) - бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Lazarus 1.4.0 - бесплатно Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011 MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012 Microsoft Express Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MPICH 64-bit – бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>
--	---	--

Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины (или модуля)	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г