

Оглавление

О новом издании лекций Фейнмана на русском языке.

От редактора.

Предисловие.

Выпуск 5.

Глава 1. Электромагнетизм.

- § 1. Электрические силы.
- § 2. Электрические и магнитные поля.
- § 3. Характеристики векторных полей.
- § 4. Законы электромагнетизма.
- § 5. Что это такое - "поля"?
- § 6. Электромагнетизм в науке и технике.

Глава 2. Дифференциальное исчисление векторных полей.

- § 1. Понимание физики.
- § 2. Скалярные и векторные поля - T и h .
- § 3. Производные полей – градиент.
- § 4. Оператор ∇ .
- § 5. Операция с ∇ .
- § 6. Дифференциальное уравнение потока тепла.
- § 7. Вторые производные векторных полей.
- § 8. Подвохи.

Глава 3. Интегральное исчисление векторов.

- § 1. Векторные интегралы; криволинейный интеграл.
- § 2. Поток векторного поля.
- § 3. Поток из куба; теорема Гаусса.
- § 4. Теплопроводность; уравнение диффузии.
- § 5. Циркуляция векторного поля.
- § 6. Циркуляция по квадрату; теорема Стокса.
- § 7. Поля без роторов и поля без дивергенций.
- § 8. Итоги.

Глава 4. Электростатика.

- § 1. Статика.
- § 2. Закон Кулона; наложение сил.
- § 3. Электрический потенциал.
- § 4. $\mathbf{E} = -\nabla \phi$.
- § 5. Поток поля $\mathbf{E}$.
- § 6. Закон Гаусса; дивергенция поля $\mathbf{E}$.
- § 7. Поле заряженного шара.
- § 8. Линии поля; эквипотенциальные поверхности.

Глава 5. Применения закона Гаусса.

- § 1. Электростатика - это есть закон Гаусса плюс.
- § 2. Равновесие в электростатическом поле.
- § 3. Равновесие с проводниками.
- § 4. Устойчивость атомов.

- § 5. Поле заряженной прямой линии.
- § 6. Заряженная плоскость; пара плоскостей.
- § 7. Однородно заряженный шар; заряженная сфера.
- § 8. Точен ли закон Кулона?
- § 9. Поля проводника.
- § 10. Поле внутри полости проводника.

Глава 6. Электрическое поле в разных физических условиях.

- § 1. Уравнения электростатического потенциала.
- § 2. Электрический диполь.
- § 3. Замечания о векторных уравнениях.
- § 4. Дипольный потенциал как градиент.
- § 5. Дипольное приближение для произвольного распределения.
- § 6. Поля заряженных проводников.
- § 7. Метод изображений.
- § 8. Точечный заряд у проводящей плоскости.
- § 9. Точечный заряд у проводящей сферы.
- § 10. Конденсаторы; параллельные пластины.
- § 11. Пробой при высоком напряжении.
- § 12. Ионный микроскоп.

Глава 7. Электрическое поле в разных физических условиях (продолжение).

- § 1. Методы определения электростатического поля.
- § 2. Двумерные поля; функции комплексного переменного.
- § 3. Колебания плазмы.
- § 4. Коллоидные частицы в электролите.
- § 5. Электростатическое поле сетки.

Глава 8. Электростатическая энергия.

- § 1. Электростатическая энергия зарядов. Однородный шар.
- § 2. Энергия конденсатора. Силы, действующие на заряженные проводники.
- § 3. Электростатическая энергия ионного кристалла.
- § 4. Электростатическая энергия ядра.
- § 5. Энергия в электростатическом поле.
- § 6. Энергия точечного заряда Глаза 9. Электричество в атмосфере.
- § 1. Градиент электрического потенциала в атмосфере.
- § 2. Электрические токи в атмосфере.
- § 3. Происхождение токов в атмосфере.
- § 4. Грозы.
- § 5. Механизм распределения зарядов.
- § 6. Молния.

Глава 10. Диэлектрики.

- § 1. Диэлектрическая проницаемость.
- § 2. Вектор поляризации **P**.
- § 3. Поляризационные заряды.
- § 4. Уравнения электростатики для диэлектриков.
- § 5. Поля и силы в присутствии диэлектриков.

Глава 11. Внутреннее устройство диэлектриков.

- § 1. Молекулярные диполи.
- § 2. Электронная поляризация.
- § 3. Полярные молекулы; ориентационная поляризация.
- § 4. Электрические поля в пустотах диэлектрика.
- § 5. Диэлектрическая проницаемость жидкостей; формула Клаузиуса – Моссотти.
- § 6. Твердые диэлектрики.
- § 7. Сегнетоэлектричество; титанат бария.

Глава 12. Электростатические аналогии.

- § 1. Одинаковые уравнения - одинаковые решения.
- § 2. Поток тепла; точечный источник вблизи бесконечной плоской границы..
- § 3. Натянутая мембрана.
- § 4. Диффузия нейтронов; сферически-симметричный источник в однородной среде.
- § 5. Безвихревое течение жидкости; обтекание шара.
- § 6. Освещение; равномерное освещение плоскости.
- § 7. "Фундаментальное единство" природы.

Глава 13. Магнитостатика.

- § 1. Магнитное поле.
- § 2. Электрический ток; сохранение заряда.
- § 3. Магнитная сила, действующая на ток.
- § 4. Магнитное поле постоянного тока; закон Ампера.
- § 5. Магнитное поле прямого провода и соленоида; атомные токи.
- § 6. Относительность магнитных и электрических полей.
- § 7. Преобразование токов и зарядов.
- § 8. Суперпозиция; правило правой руки.

Глава 14. Магнитное поле в разных случаях.

- § 1. Векторный потенциал.
- § 2. Векторный потенциал заданных токов.
- § 3. Прямой провод.
- § 4. Длинный соленоид.
- § 5. Поле маленькой петли; магнитный диполь.
- § 6. Векторный потенциал цепи.
- § 7. Закон Био – Савара.

О новом издании лекций Фейнмана на русском языке

Лекции Ричарда Ф. Фейнмана по общей физике были прочитаны в 1961-1964 гг. И сразу же приобрели мировую известность. В 1965-1967 гг. вышло их первое русское издание. В 1961 г. Фейнману было 43 года. Он был в расцвете своей славы и силы. В 1965 г. работы по квантовой электродинамике ("фейнмановские диаграммы") принесли ему Нобелевскую премию.

Его работы по теоретической физике несут на себе особую печать его гения: стремление к простоте и наглядности в решении самых глубоких и сложных проблем. Этой же печатью отмечены его лекции. Его подходы оригинальны. Он как бы играет с трудностями, щедро делаясь с читателем не только своими знаниями, но, что гораздо важнее, своей интуицией и энтузиазмом. Этот энтузиазм заразителен. За истекшие 40 лет он вдохновил не одно поколение читателей, во многих из них зажег огонь творчества

и продолжает это делать и сегодня, через 16 лет после смерти. В этом смысле большинство физиков-теоретиков в мире являются его учениками. Но даже для тех читателей, которые не стали физиками-теоретиками, не одолели всех томов Фейнмановских лекций, то, что они вынесли, читая их, оправдало ожидания Фейнмана, высказанные им в эпилоге:

"Смею заметить, наконец, что я не ставил себе целью подготовить к каким-то экзаменам и даже к работе в промышленности или в военном деле. Я хотел, чтобы большинство из вас смогло оценить красоту нашего прекрасного мира и, вместе с тем, получить физическое представление о мире, которое, я думаю, составляет сейчас главную часть истинной культуры нашей эпохи. (Вероятно, найдутся преподаватели других дисциплин, которые захотят что-то возразить, но я-то знаю, что они абсолютно неправы.)" *Истинной культуре нашей эпохи* посвящены и автобиографические книги "Вы, конечно, шутите, мистер Фейнман" и "Какое тебе дело до того, что думают другие?", пронизанные искрящимся юмором.

Круг интересов Фейнмана был очень широк. В частности, его очень интересовала своеобразная музыкальная культура тувинцев. В последние годы своей жизни Фейнман мечтал о поездке в Туву. К сожалению, этой мечте не суждено было осуществиться.

Л.Б.Окунь (2004)

От редактора

Этим выпуском мы начинаем печатание перевода второго тома лекций, прочитанных Р.Фейнманом студентам второго курса. Весь материал второго тома составляет 42 главы и займет три выпуска русского издания (5-7). Основное содержание этих глав-лекций - электричество, магнетизм, физика сплошных сред. Остальные лекции, в которых рассказывалось о квантовой механике, составили третий том и войдут в русском издании в вып.8 и 9. Кроме того, вышли три тетради задач по курсу (по тетради к каждому тому).

О втором томе хотелось бы сделать два замечания. Первое относится к гл.19 (вып.6). Это не обычная лекция, а скорее доклад на научном семинаре; понять его смогут, по-видимому, лишь самые сильные студенты (и то, если хорошо поработают!) Фейнман рассказывает о том, как можно, посмотрев иначе на совсем разные разделы физики, увидеть между ними много общего. Это рассказ о принципе наименьшего действия, как его понимает Фейнман, а также замечания о близких по духу задачах, которые, как признает сам автор, не понимает даже он сам. Смотреть на все своими глазами - замечательное качество. Именно это и надо понять, читая гл.19.

Второе замечание относится к гл.30 (вып.7). В американском издании в эту главу в качестве § 19 включена самая настоящая научная статья из журнала Английской Академии наук (или, как ее называют с давних пор, Королевского общества). Эта статья имеет непосредственное отношение к содержанию главы, она посвящена моделированию явлений в кристалле. Но рассказ о методе ведет не лектор, а сами авторы метода - английские физики Брэгг и Най. При этом создатели курса добивались еще одной цели - познакомить читателя с оригинальной научной работой из серьезного журнала. В русском издании перевод ее (немного сокращенный) помещен в конце вып.7 в виде приложения.

Так, читая "Фейнмановские лекции по физике", вы будете понемногу приобщаться к живой, развивающейся науке.

Декабрь 1965 г.

Я. Смородинский

P.S. В ноябре 1965 г. Ричард Фейнман вместе с двумя другими физиками-теоретиками (Швингером и Томонага) за работы по квантовой электродинамике получил Нобелевскую премию.

Предисловие

Много лет Ричард П. Фейнман размышляет о таинственных механизмах физического мира и упорно стремится найти порядок в кажущемся хаосе. Последние два года он отдавал свою энергию еще и лекциям для начинающих студентов. Для этих лекций он отобрал самое важное из того, что знал сам, и нарисовал физическую картину Вселенной так, что студенты могли надеяться в ней разобраться. В эти лекции он вложил блеск и ясность мысли, оригинальность и живость метода, заразительный энтузиазм рассказчика. Его рассказ доставлял истинную радость слушателям.

В основу первого тома легли лекции, прочитанные для студентов первого курса. Во второй том мы включили запись части лекций для второго курса (выпуски 5-7. - *Прим. ред.*). Они были прочитаны в течение 1962/63 учебного года. Оставшиеся лекции для второкурсников войдут в третий том (выпуски 8 и 9, в них вошли и восемь дополнительных лекций. - *Прим. ред.*).

Лекции для второго курса на две трети были посвящены весьма обстоятельному изучению физики электричества и магнетизма. При этом преследовалась двоякая цель. Во-первых, мы хотели дать студентам полную картину одного из самых больших разделов физики - от первых, сделанных ощупью шагов Франклина, через великий синтез Максвелла, до лоренцевой электронной теории свойств вещества, включая еще не решенные дилеммы электромагнитной собственной энергии. Во-вторых, мы надеялись ввести с самого начала исчисление векторных полей и дать таким образом солидное введение в математику полевых теорий. Чтобы подчеркнуть общую полезность математических методов, порой родственные вопросы из других областей физики анализировались одновременно с их электрическими двойниками. Мы пытались все время внедрять в сознание общность математики ("одинаковые уравнения имеют одинаковые решения"). Это подчеркивалось характером упражнений, а потом и экзаменов.

После электромагнетизма две главы посвящены упругости, а две - течению жидкости. В первой главе каждой из этих тем обсуждаются лишь элементарные и практические вопросы, вторые главы посвящены попытке обзора всего сложного круга явлений, к которым ведет рассматриваемая задача. Эти четыре главы, впрочем, можно без особого ущерба опустить, поскольку они вовсе не обязательны для понимания материала.

Примерно вся последняя четверть второго курса была посвящена введению в квантовую механику. Она вошла в третий том.

Публикуя запись лекций Фейнмана, мы хотели осуществить нечто большее, нежели просто переложить на бумагу то, что было им сказано устно. Мы хотели, чтобы на бумагу как можно более ясно легли те идеи, на которых основывались лекции. Для некоторых лекций этого удалось добиться, пришлось внести лишь небольшую правку в стенографические записи, другие же потребовали значительной работы и довольно

серьезного редактирования. Иногда мы чувствовали, что для большей ясности нужно включить добавочный материал. При этом мы прибегали постоянно к помощи и советам самого Фейнмана.

"Перевод" в столь сжатые сроки свыше миллиона устных слов в связный текст - работа громадная, особенно если к этому еще добавляются другие обязанности, сопровождающие обычно чтение нового курса, - подготовка к опросу, семинары, упражнения, экзамены и т.д. Потребовалось множество рук и голов. Я все же надеюсь, что в ряде случаев нам удалось верно отразить фейнмановский оригинал. В других же мы оказались очень далеки от идеала. Нашими успехами мы обязаны всем, кто помогал нам. Мы очень сожалеем о неудачах.

Как мы подробно объясняли в предисловии к первому тому, эти лекции были всего частью программы, которую наметил и за выполнением которой следил Комитет по пересмотру курса (Р. Лейтон - председатель, Г. Неер и М. Сэндс) КАЛТЕХа при финансовой поддержке фонда Форда. Кроме того, в подготовке текста лекций второго тома участвовали Т. Кохи, М. Клейтон, Д. Курцио, Д. Хартл, Т. Харвей, М. Израэль, В. Карзас, Р. Каванах, Д. Мэтьюс, М. Плессет, Ф. Уоррен, В. Уэйлинг, С. Уилтс и Б. Циммерман. В работе над лекциями помогали Дж. Блю, Дж. Чаплин, М. Клаузер, Р. Доллен, Г. Хилл и А. Тайтл. Мне хотелось бы особо сказать здесь о постоянной помощи профессора Нойгебауера. И все же если бы не выдающееся дарование и активность самого Фейнмана, то этот рассказ о физике, который вы сейчас читаете, никогда б не прозвучал.

Март 1964 г.

Мэтью Сэндс