

А.К. Тимирязев

**Введение в теоретическую
физику**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 53
ББК 22.3
А11

А11 **А.К. Тимирязев**
Введение в теоретическую физику / А.К. Тимирязев – М.: Книга по Требованию, 2021. – 440 с.

ISBN 978-5-458-26606-2

Предлагаемый вниманию читателя курс вырабатывался в течение более чем десяти лет. Строго говоря, это не курс лекций, так как постепенно, по мере разработки самого содержания, из года в год метод преподавания изменялся, причем центр тяжести переносился все больше и больше на самостоятельную работу студентов в аудитории. Основная задача курса заключается в том, чтобы, по возможности, более просто, начиная с простейших примеров, научить пользоваться математикой для решения вполне определенных и конкретных задач физики.

ISBN 978-5-458-26606-2

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2021

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2021

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ходится делать большие усилия, особенно в первой части курса, так как обычно к моменту начала курса студентами еще как следует не усвоены элементы теории интегрирования дифференциальных уравнений. Вообще, весь курс построен на сравнительно простых примерах, так как рассматриваемый курс есть курс введения в теоретическую физику. Во всяком случае, главное внимание курса сосредоточено на том, чтобы у изучающего математика не заслонила физики. Во-первых, таким образом уничтожается искусственный разрыв, к сожалению, столь часто наблюдаемый, между теоретическими вопросами физики и теми мыслями, в которые погружается физик, работающий в лаборатории, и во-вторых, у студента будет тогда менее опасности впасть в одну из основных методологических ошибок, которыми сейчас страдают даже самые выдающиеся теоретики из числа оторвавшихся от „физики, разрабатываемой в лаборатории“, — ошибку, которую Ленин с изумительной меткостью охарактеризовал тем, что у этих физиков „материя исчезает, остаются одни уравнения“ (Ленин, том X, стр. 259). Вопреки установившемуся у нас с легкой руки деборинцев мнению, будто экспериментатор, работающий в лаборатории, является в огромном большинстве случаев „ползучим эмпириком“, — он обыкновенно, на самом деле, легче усваивает материалистическую диалектику, чем оторванный от жизни физик-теоретик, фактически заменяющий физику математикой. И это вполне понятно: физик-экспериментатор в своей работе, даже в тех случаях, когда он работает над вопросом, непосредственно не имеющим еще практического применения, во много раз ближе к „диалектике материальных превращений, проделываемых в лаборатории и на заводе“ (Ленин, Материализм и эмпириокритицизм, стр. 236), чем теоретик, пытающийся объяснить противоречия, на которые он натолкнулся, тем, что в мире атомов и электронов перестает действовать ... закон причинности! Да, кроме того, только оторванный от жизни философ мог додуматься до того, что экспериментатор — узкий практик и эмпирик. Лабораторная экспериментальная работа есть сложнейшее сочетание практики с теорией, причем при помощи умело поставленного опыта решаются такие теоретические вопросы, к которым еще нельзя подойти с помощью математики. Наоборот, модные в настоящее время теории, несмотря на блестящий математический аппарат, построены часто на старенькой методологии чистого описания, полагающей в основу всей науки метод точного и экономного описания наших „переживаний“, наших „ощущений“, например знаменитое положение о принципиальной ненаблюдаемости. Вот здесь-то мы и встречаемся с подлинной „ползучей эмпирией“, с полным отсутствием теоретического мышления. На фронте естествознания сейчас одной из основных опасностей является, как и на других фронтах, отрыв теории от практики. В частности, в области физики

мы видим угрожающее пренебрежение к экспериментальному исследованию. Очень часто внимание нашей пролетарской аудитории отвлекается абстрактношолоастическими спорами, и мимо нее проходит вся та гигантская работа в области физики, на которой строится реальная техника, та техника, без усвоения которой мы не сумеем осуществить нашей пятилетки. Мы нисколько не хотим умалить значение таких областей нашей науки, которые непосредственного применения в нашей индустрии и сельском хозяйстве еще не имеют, но нельзя раздувать эти области так, чтобы они заслоняли те реальные конкретные задачи, которые стоят перед нами сейчас и решить которые мы должны теперь же, на данном этапе строительства социализма.

Вот почему, в особенности в курсе введения в теоретическую физику, необходимо на каждом шагу указывать и выявлять теснейшую связь теории и ее математической обработки с повседневной практикой того, кто работает в лаборатории, на заводе или в исследовательском институте. Этим же путем можно лучше всего подготовить почву для серьезного изучения материалистической диалектики и выковать борцов против идеалистической реакции, все шире и шире захватывающей теоретическое естествознание в капиталистических странах Европы и Америки. Самому курсу мы предпосылаем введение, которое касается общеметодологических вопросов, связанных с переживаемым очередным кризисом в физике. Руководством к анализу этого кризиса нам служила книга Ленина „Материализм и эмпириокритицизм“, которая должна быть настольной книгой всякого, кто хочет понять связь современной физики — современного естествознания — со всеми областями человеческой мысли, а не ограничиться одним только набором практических рецептов, как это часто случается даже при добросовестном изучении какого-либо рядового учебника.

А. Тимирязев.

Москва, июль 1931 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	<i>Стр.</i>
От издательства	3
Предисловие	4
Введение. Кризис современной теоретической физики	11

Часть I.

ТЕОРИЯ КОЛЕБАНИЙ.

Глава I. Теория гармонического колебания.

§ 1. Теория простого гармонического колебания	47
§ 2. Примеры на простое гармоническое колебание	52
§ 3. Можно ли вывести уравнения механики из закона сохранения энергии?	55

Глава II. Теория затухающего колебания.

§ 1. Уравнение затухающего колебания	58
§ 2. Примеры	64
§ 3. Применение теории затухающих колебаний к электромагнитным процессам	68

Глава III. Некоторые частные случаи общего уравнения затухающих колебаний.

§ 1. Экстраток. Опыт Тольмана. Сверхпроводимость	72
§ 2. Примеры	76
§ 3. Применение теории движения в сопротивляющейся среде к определению заряда электрона, массы атома и числа молекул в граммолекуле	78

Глава IV. Принужденные колебания.

§ 1. Система под действием постоянной силы и периодической силы, но в обоих случаях при отсутствии сопротивления	81
§ 2. Вынужденные колебания при наличии затухания	84
§ 3. Примеры	86
§ 4. Графическое решение уравнения вынужденного колебания	91
§ 5. Примеры	92
§ 6. Разбор явления резонанса	94

Глава V. Теория связанных колебаний.

§ 1. Два связанных маятника	98
§ 2. Примеры	104
§ 3. Колебания фундамента машины	111
§ 4. Несколько замечаний о центробежной силе	113
§ 5. Возбуждение колебаний с помощью постоянной силы	115

Часть II.

ВОЛНЫ В УПРУГОЙ СРЕДЕ И ВОЛНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ.

Глава I. Волны на струне.

§ 1. Учение о волнах на струне	116
§ 2. Решение задачи о струне, закрепленной в двух точках	120
§ 3. Некоторые замечания, касающиеся тригонометрических рядов	122
§ 4. Вычисление коэффициентов ряда для струны	125
§ 5. Вычисление коэффициентов ряда для струны на арфе	126

Глава II. Волны в непрерывных средах и уравнения гидродинамики.

§ 1. Продольные волны	128
§ 2. Уравнения гидродинамики	131
§ 3. Простейшие примеры на применение уравнений гидродинамики	134

Глава III. Звуковые волны, распространяющиеся в воздухе.

§ 1. Общее уравнение для волн, распространяющихся в газообразной среде	142
§ 2. Случай плоских волн	144
§ 3. Сферические волны	148
§ 4. Пульсирующий шар	150
§ 5. Колеблющийся (вибрирующий) шар	151

Глава IV. Электромагнитные волны.

§ 1. Уравнения Максвелла в интегральной форме	155
§ 2. Уравнения Максвелла в дифференциальной форме	161
§ 3. Электромагнитные волны в диэлектрике	164
§ 4. Краткие сведения из теории векторов	168
§ 5. Некоторые свойства электромагнитного поля	172
§ 6. Плоские волны. Отражение и преломление плоских волн на границе раздела двух диэлектриков	179

Часть III.

ФИЗИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ.

Глава I. Истолкование уравнений Максвелла.

§ 1. Истолкование первой группы уравнений Максвелла как уравнений движения фарадеевских трубок по работам Дж. Дж. Томсона	194
§ 2. Поле равномерно движущегося заряда. Понятие об электромагнитной массе	204
§ 3. Истолкование второй группы уравнений Максвелла	209
§ 4. Изменение массы со скоростью	211

Глава II. Некоторые приложения теории Томсона.

§ 1. Вывод выражения силы, действующей на элемент тока в магнитном поле	216
§ 2. Вывод формулы Лармора	219
§ 3. О натяжениях Максвелла	221

Часть IV.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ В ПОГЛОЩАЮЩЕЙ СРЕДЕ. ТЕОРИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ И ТЕОРИЯ ДИФФУЗИИ. ПРИМЕРЫ НА ТЕОРИЮ ПОТЕНЦИАЛА.

Глава I. Электромагнитные волны в поглощающей среде.

§ 1. Плоские волны	226
§ 2. Отражение плоских волн от металлического зеркала	229
§ 3. Основное уравнение теплопроводности	232
§ 4. Примеры на теорию теплопроводности	235
§ 5. Уравнение диффузии. Дальнейшие решения уравнения теплопроводности и диффузии	240
§ 6. Некоторые методологические выводы	244

Глава II. Примеры на теорию потенциала.

§ 1. Потенциал шарового слоя, бесконечно тонкого и конечной толщины	245
§ 2. Метод электрических изображений	248
§ 3. Задача Лангмюра	250

§ 4. Шар в однородном поле	252
§ 5. Об однозначности решений уравнения Лапласа	256
§ 6. Аналогия с электромагнитной массой	257

Глава III. Взаимодействия пульсирующих шаров.

§ 1. Поле, вызванное несколькими движущимися шарами	260
§ 2. О некоторых свойствах сферических функций	262
§ 3. Связь падающего потока с отраженным и условия на поверхности шара.	263
§ 4. Взаимодействие двух пульсирующих шаров, находящихся на расстоянии, большом по сравнению с их радиусами	265

Часть V.

ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ.

Глава I. Первый принцип термодинамики.

§ 1. Основные задачи термодинамики и метод, которым она пользуется	270
§ 2. Применение первого принципа термодинамики к идеальному газу. Адиабатные и изотермические процессы	274
§ 3. Процесс Карно	277
§ 4. Примеры приложения первого принципа термодинамики	280
§ 5. Способы построения кривых вида $p v^n$	284

Глава II. Второй принцип и некоторые приложения первого и второго принципа термодинамики.

§ 1. Второй принцип термодинамики	285
§ 2. Второй принцип термодинамики в применении к более сложным циклам. Энтропия.	287
§ 3. Приложение первого и второго принципа термодинамики к процессам перехода вещества из одного агрегатного состояния в другое	292

Глава III. Общие уравнения термодинамики и их применение к физико-химическим процессам.

§ 1. Уравнения, вытекающие из обоих принципов термодинамики	294
§ 2. Теория разведенных растворов	295
§ 3. Примеры на теорию разведенных растворов	298

Глава IV. Связь термодинамики с механикой.

§ 1. Уравнения механики в форме Лагранжа и циклические координаты	299
§ 2. Выражение общих законов механики в уравнениях Лагранжа. Аналогии с термодинамикой	306
§ 3. Модель Больцмана для иллюстрации свойства энтропии	307

Часть VI.

СТРОЕНИЕ АТОМА. ТЕОРИЯ КВАНТ. ТЕОРИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ.

Глава I. Теория атома по Бору и Зоммерфельду.

§ 1. Строение атома водорода	309
§ 2. Дальнейшее развитие теории Бора Зоммерфельдом	316
§ 3. Общие выводы из теории Бора и Зоммерфельда	322

Глава II. Теория квант по Томсону. Исследование проф. Н. П. Кастерина.

§ 1. Основные предположения теории Томсона	323
§ 2. Максвелловы уравнения в криволинейных координатах	325
§ 3. Доказательство совместимости закона Планка с системой уравнений Максвелла	328
§ 4. Эффект Комптона	332

Глава III. Теория Шрёдингера.

- § 1. Затруднения, встречающиеся при разработке теории Бора, и дальнейшее развитие квантовой теории 334
- § 2. Волновая механика Шрёдингера 336
- § 3. Волновое уравнение Шрёдингера 342
- § 4. Примеры на вычисление шрёдингеровской функции 344

Глава IV. Теория дисперсии. Сверхдисперсионная среда, строение электрона и электронные волны по Томсону.

- § 1. Электромагнитная теория дисперсии 347
- § 2. Сверхдисперсионная среда 351
- § 3. Структура электрона по Томсону 353
- § 4. Электронные волны для электронов, движущихся равномерно и прямолинейно 359

Глава V. Теория относительности.

- § 1. Общие основания специальной теории Эйнштейна 364
- § 2. Специальная теория относительности, теория электромагнитного поля и механика 371
- § 3. Эфир и специальный принцип относительности 377
- § 4. Опытные основания теории относительности (специальной) 378
- § 5. Всеобщая теория относительности Эйнштейна 383

Часть VII.

ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ГЛАВЫ.

Кинетическая теория материи и связь между обратимыми и необратимыми процессами.

Глава I. Кинетическая теория материи.

- § 1. Основные законы газового состояния 391
- § 2. Закон распределения скоростей Максвелля 396

Глава II. Наиболее вероятное распределение молекул и отступления от этого распределения. Максвелловское распределение скоростей как наиболее вероятное. Энтропия и вероятность.

- § 1. Наиболее вероятное распределение молекул в пространстве 400
- § 2. Максвелловское распределение скоростей как наиболее вероятное. 405
- § 3. Связь со вторым принципом термодинамики 407

Глава III. Теория брауновского движения и связь обратимых и необратимых процессов по Смолуховскому.

- § 1. Элементарная теория брауновских движений 412
- § 2. Брауновская частица под действием упругой силы 416

Глава IV. Теория необратимых процессов.

- § 1. Подсчет времени возврата отступлений от наиболее вероятного состояния 424
- § 2. Вычисление вспомогательных функций 427
- § 3. Выводы, касающиеся необратимых процессов 430

ВВЕДЕНИЕ.

Кризис современной теоретической физики.

І. Гносеология — партийная наука.

Как среди специалистов, так и среди широкой массы читателей научно-популярных журналов очень часто говорят, что все естествознание, в особенности физика, переживает сейчас тяжелый кризис. Однако немногие отдают себе ясный отчет, в чем же этот кризис состоит, а еще в меньшей степени представляют себе причины как настоящего кризиса, так и тех кризисов, которые пережила физика наряду с другими ветвями естествознания в сравнительно недалеком прошлом.

Говорить о причинах кризиса в какой-либо науке, оставаясь на почве только этой науки и отрываясь от всей общественной обстановки, в которой живут и работают люди науки, значит, по существу, отказаться от мысли найти эти причины.

Роль науки (у нас речь идет о естествознании и по преимуществу о физике) — двоякая. Прежде всего наука необходима для овладения природой, для усовершенствования техники; в этом овладении природой кровно заинтересованы стоящие у власти классы. Но это еще не все: наука нужна и как основа, как опора господствующей в данную эпоху философии — как опора научного мировоззрения.

Поскольку всякая наука о природе имеет своей задачей подчинить природу, она должна отыскивать истинные законы природы, проверять их на практике, потому что подчинить себе природу можно, только подчинившись ее законам, т. е. узнав эти существующие вне нас и независимо от нашего сознания законы и направив их действие по своему желанию. Вот почему „всякой научной идеологии (в отличие, например, от религиозной) соответствует объективная истина, абсолютная природа“ (Ленин, т. X, стр. 109).

Но поскольку в задачу науки входят и задачи философские, задачи, связанные с мировоззрением, „ни одному из этих профессоров, способных давать самые ценные работы в специальных областях химии, истории, физики, нельзя верить ни в едином слове, раз речь заходит о философии. Почему? По той же причине, по которой ни одному профессору политической экономии, способному давать самые ценные работы в области фактических специальных исследований, нельзя верить ни в одном слове, раз речь заходит об общей теории политической экономии. Ибо эта последняя — такая же партийная наука в современном обществе, как и гносеология“ (Ленин, т. X, стр. 290, разрядка Ленина).

Вот это противоречие между необходимостью давать верные, согласные с действительностью, картины окружающего нас мира и необходимостью проводить партийность в теории и приводит в рамках буржуазного общества к кризисам в науке.

По мере того как с каждым годом буржуазно-капиталистический мир все быстрее и быстрее склоняется к своему закату, противоречие это все более и более обостряется. Ведь для того, чтобы давать верную картину реально существующего мира, ученый должен быть материалистом, — хочет он того или нет. Далее, так как природа является, как говорит Энгельс, „пробным камнем диалектики“, — диалектика даже стихийно проникает в научное исследование. Ученый же буржуазного мира, стоящий, как правило, на стороне правящего класса, с ужасом отвертывается от материалистической диалектики, которая вывела бы его из целого ряда затруднений при решении любой научной и научно-технической задачи, но которая в то же самое время с полной очевидностью приводит к выводу о неизбежном крушении капиталистического мира и о наступлении пролетарской революции, что приводит ученого в ужас.

Но если в этом, все более и более углубляющемся, противоречии и заключается основная причина очередных кризисов физики и других областей естествознания, то, вне всякого сомнения, в самой науке должны существовать и непосредственные поводы, заставляющие кризис развиваться вокруг определенного ряда вопросов, вокруг определенных глав той или другой науки.

Ближайшим поводом к кризису физики конца XIX и начала XX вв., мастерски изученному Лениным в его „Материализме и эмпириокритицизме“, послужило то, что развитие науки и техники натолкнуло ученых на „новые формы материи, новые формы материального движения“ (Ленин, т. X, стр. 264).

Разобраться во всем этом, стоя на позиции старой формы материализма — материализма механического, — было невозможно. Вот почему та часть теоретиков, которая в конце концов примкнула к эмпириокритицизму, не будучи в состоянии преодолеть ограниченности механического материализма, отказалась от материализма вообще, так как в эту же сторону были направлены и мысли философов-идеалистов — представителей буржуазного общественного мнения.

Однако это сползание с материалистической позиции вызвало отпор со стороны ряда физиков в рамках того же капиталистического общества, как, например, Больцман, Лоренц, Лармор, Дж. Дж. Томсон и ряд других, которые сумели остаться материалистами и в то же время разбираться в новых задачах, поставленных перед физикой, несмотря на их философские ошибки и непоследовательность. Что такое течение должно было возникнуть, ясно из того, что, не будучи материалистом, нельзя вести научное исследование, а в практических выводах из целого ряда даже, казалось бы, узко теоретических исследований кровно заинтересован буржуазно-капиталистический мир. Вот почему борьба между школами в науке, которая будто бы объясняется разногласием в толкованиях тех или иных специальных текущих вопросов науки, по существу является отблеском классовой борьбы. Те, кто в рамках буржуазного общества стихийно становятся на рельсы, ведущие к диалектическому материализму, и тем самым ведут науку вперед, ведут к дальнейшему использованию природы человеком, с философской точки зрения идут, сами того не замечая, против своего класса. На этой почве дело доходит порой до трагических последствий, — например самоубий-

ство Больцмана, причем обе борющиеся стороны не отдают себе отчета в причинах их борьбы.

Что даже во время кризисов известной части физиков удается остаться на материалистических позициях, было отмечено Лениным. „Следовательно, и по отношению к Германии подтверждается то, что по отношению к Англии признал спиритуалист Дж. Уорд, именно: что физики реалистической школы не менее удачно систематизируют факты и открытия последних лет, чем физики символистской школы, и что существенная разница состоит „только“ в гносеологической точке зрения“ (Ленин, т. X, стр. 244). Но, если наиболее выдающимся ученым и удается в общем удержаться на материалистических позициях, то „не надо только забывать, что кроме общих предрассудков всего образованного мещанства против материализма на самых выдающихся теоретиках сказывается полнейшее незнание с диалектикой“ (Ленин, т. X, стр. 222). Это приводит к непоследовательности, а порой и к грубым методологическим ошибкам.

II. Кризис начала XX века.

Остановимся теперь на тех поводах, которые привели на рубеже двух столетий к кризису в физике.

В основном, дело сводилось к следующему. Старая механическая точка зрения, согласно которой атом должен быть построен по образу и подобию любого известного нам материального тела так, как его рассматривала классическая механика, потерпела поражение. Атом оказался сложной электромагнитной системой, построенной из электронов и протонов, масса которых возрастает со скоростью. Возрастание и убывание массы протонов и электронов, в зависимости от изменения скорости, по Томсону объясняется обменом между „невесомым“ эфиром и весомой материей. Таким образом старые формы привычной нам материи оказались составленными из новых форм электронов и протонов с меняющейся массой, причем эта масса черпается из „невесомой“ окружающей среды — эфира, в которой находятся эти электроны и протоны, представляющие части этой же самой среды и находящиеся в определенных состояниях движения.

Вот как об этом писал Дж. Дж. Томсон в своей книге „Корпускулярная теория материи“ (J. J. Thomson, The corpuscular Theory of Matter, 1907, стр. 28—30, 32, 34): „Происхождение массы корпускулы (Томсон электрон называет корпускулой) очень интересно, так как доказано, что масса возникает исключительно от заряда электричества, сосредоточенного на корпускуле“. „Место, где сосредоточено возрастание массы, не совпадает с самим заряженным телом, но находится в пространстве вокруг заряда так, как если бы эфир, заполняющий пространство, был приведен в движение проходящими через него линиями сил, идущими от заряженного тела. Возрастание массы заряженного тела обусловлено массой эфира, приведенного в движение линиями электрической силы“. „Не существует для корпускулы никакой другой массы: вся масса — масса электрическая“.

„Итак, если значительная часть массы корпускулы электрического происхождения, масса быстро движущейся корпускулы будет больше,

чем для медленно движущейся; если же масса была бы в основной своей части механической, она бы не зависела от скорости¹. Опыты, как известно, подтвердили электрическую теорию материи и показали, что вся масса — масса электромагнитная. Все это, конечно, далеко не то, что думали об атомах в XIX в. те, кто стоял на точке зрения механического материализма. Посмотрим теперь, что писал об электрической теории материи Ленин¹. „Как ни диковинно с точки зрения „здорового смысла“ превращение невесомого эфира в весомую материю и обратно, как ни „странно“ отсутствие у электромагнита всякой иной массы кроме электромагнитной, как ни необычно ограничение механических законов движения одной только областью явлений и подчинение их более глубоким законам электромагнитных явлений и т. д., — все это только лишнее подтверждение диалектического материализма“ (Ленин, т. X, стр. 219). Однако в первые годы XX в. только немногие физики, подобно Томсону, понимали, что новые открытия по существу дают нам возможность проникнуть глубже в самое строение вещества и разворачивают перед нами новые формы материи и движения и что прежние наши грубые взгляды на вещество теперь должны уточниться. Значительная часть теоретиков провозгласила полное крушение материализма, так как материя по их мнению на основании новейших исследований оказалась нематериальным электричеством. Именно по этому поводу Ленин писал: „Если бы наши махисты, пишущие книги и статьи на философские темы, умели думать, то они поняли бы, что выражение „материя исчезает“, материя сводится к электричеству“ и т. п. есть лишь гносеологически беспомощное выражение той истины, что удастся открыть новые формы материи, новые формы материального движения, свести старые формы к этим новым и т. д.“ (Ленин, т. X, стр. 264). Так как вся материя, которую мы раньше изучали в механике, оказалась построенной из электронов и протонов, с легкой руки теоретиков, пошедших по пути Маха и Авенариуса, между механикой и электромагнетизмом стали строить непреодолимый барьер. Это течение сыграло весьма отрицательную роль в истории физики последних лет. Во-первых, между механикой и теорией электромагнитного поля очень много общего. Так, например, Абрагаму удалось выразить законы движения электрона в форме уравнений механики Лагранжа. Специфическое отличие динамики электрона от классической механики выражается в том, что кинетическая и потенциальная энергия (в динамике электрона — магнитная и электрическая) иначе выражаются, чем в классической механике².

Вследствие того, что эти специфические отличия не были замечены, мы и имеем большое число неудачных механических моделей электромагнитного поля, которые, в лучшем случае, правильно изображают только часть электромагнитных процессов. Во-вторых, необходимо помнить, что основные законы электромагнитного поля были выведены Максвеллом на конкретной модели с помощью уравнений механики. Наконец, аналогия между вихревыми движениями в жидкостях и газах и законами

¹ Книга Томсона (см. выше) указана у Ленина в числе книг, использованных им при работе над „Материализмом и эмпириокритицизмом“.

² Вот каким образом, — представляется пишущему эти строки, — надо вести борьбу на два фронта.