

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУКИЗ ИСТОРИИ ФИЗИКИ

## ВОСПОМИНАНИЯ О ПРОФЕССОРЕ П. ЭРЕНФЕСТЕ \*)

Г. Е. Юленбек

Мне оказана высокая честь присуждением медали Эрстеда за достижения в преподавании физики. Очень радостно — и это явилось для меня приятной неожиданностью — получить признание за свою повседневную работу. Это особенно приятно, когда занимаешься преподаванием, которое является достаточно «абстрактным» занятием, состоящим только в том, что вы что-то рассказываете и при котором так редко доводится испытать чувство, что вам удалось сделать нечто существенное.

Естественно, что в подобных случаях награжденный старается разобраться в том, что именно ему удалось столь удачно сделать, особенно если он, как и большинство его товарищей — преподавателей физики, не учился ни в каком педагогическом заведении и даже не слушал лекций по педагогике, так что во всяком случае официально он не знает и наверное никогда не знал, как нужно учить. Я говорю именно «официально», потому что лично я отчетливо ощущаю то обстоятельство, что меня учили тому, как нужно преподавать — преимущественно примером, но вместе с тем и определенными указаниями. Человеком, который учил меня, был покойный Поль Эренфест, профессор Лейденского университета в Голландии, который, по моему мнению, являлся действительно выдающимся педагогом. Поэтому мне представляется вполне уместным на этом заседании попытаться рассказать о некоторых из его методов и об очень характерных приемах, которыми он пользовался, обучая студентов.

1. Позвольте мне начать с техники чтения лекций. Я как сейчас слышу восклицания Эренфеста, произносимые на типичном для него смешанном немецко-голландском языке и обращенные к студенту, выступающему перед аудиторией:

— Пожалуйста, начинайте писать в левом верхнем углу доски!

— Пожалуйста, не стирайте до тех пор, пока ваши слушатели не увидят написанное!

— Пожалуйста, не говорите уткнувшись в доску и т. д.

Все это, быть может, довольно тривиальные вещи, но стоит немного походить на заседания Американского физического общества, чтобы убедиться в том, как часто грешат именно против этих простых правил. Но, разумеется, эти правила касаются лишь чисто внешней стороны лекционной техники. Что же касается способа изложения самого предмета лекций, то здесь мы учились главным образом на самих лекциях Эренфеста. Нелегко сразу сказать, что делало их столь великолепными. Отчасти, без сомнения, это была их ясность. Но это отнюдь не все. Лоренц, например,

\*) Am. Journ. Phys. 24, 431 (1956). Речь, произнесенная Г. Е. Юленбеком 2 февраля 1956 г. в Американской Ассоциации преподавателей физики по случаю вручения ему медали Эрстеда за выдающиеся достижения в преподавании физики.

отличался также удивительной ясностью в своих лекциях, но его лекции были зачастую столь «гладкими», что было очень трудно уловить центр тяжести всей аргументации. Поэтому часто в конце лекции можно было потерять нить и забыть, для чего все это делается. Этого никогда не случалось на лекциях Эренфеста. Он всегда подчеркивал сам и требовал, чтобы подчеркивали другие «der springende Punkt» (решающий момент) аргументации. Он всегда спрашивал: «Was ist der Witz?» (В чем здесь соль?) или же говорил: «Почему вы упоминаете об этом здесь? Это вам кажется забавным, или это действительно существенно». В результате такого подхода я помню до сих пор первопричины многих затруднений, особенно в вопросах статистической механики, с которыми приходилось сталкиваться в те времена и с которыми нередко сталкиваются и в наши дни.

Знаменитую эренфестовскую ясность изложения не следует смешивать со строгостью. Действительно, он редко давал строгое формальное доказательство. Но он всегда умел дать всеобъемлющий обзор предмета изложения, ясно выделив завершённые вопросы и вопросы, остающиеся открытыми. Эренфест любил повторять: сначала разъяснить, а потом доказывать. И он всегда начинал с того, что набрасывал доказательство или делал какое-либо утверждение правдоподобным настолько, что слушатели могли осознать его «на пальцах». Он был всегда находчив и остроумен в изобретении простых моделей, которые помогали уяснению существенных черт аргументации. (Вспомните модель «дерево на ветру» для объяснения *N*-теоремы<sup>1</sup> и модель для объяснения природы необратимых процессов<sup>2</sup>.)

Он любил говорить, что тот, кто может получить логическим путем из заданных предположений только необходимый результат, не понимает самого вывода. Потому что в этом случае «он может танцевать только на одной ноге». Следует всегда видеть все связи данной теоремы, так что последовательное овладение предметом весьма похоже на распутывание сети.

Он любил повторять, что все наиболее глубокие концепции оказывались неизбежно легковесными и что «jede Konsequenz führt zum Teufel». (Всякая логическая последовательность ведет к дьяволу.) Но, конечно, каждый должен пытаться выяснить положение вещей и должен задавать вопросы. Эренфест любил вопросы и часто заканчивал лекции или статьи серией вопросов. Многие из нас помнят одну из последних статей Эренфеста «Einige der Quantenmechanik Betreffende Ezkundigungsfragen»<sup>3</sup> и в свое время не мало извлекли из нее и из тех ответов, которые были в связи с ней даны Паули<sup>4</sup>.

2. Во-вторых, разрешите мне несколько остановиться на том курсе обучения в Лейдене, каким он был в двадцатых годах. К слушанию лекций Эренфеста приступали несколько месяцев спустя после первого кандидатского экзамена. В первый год Эренфест излагал теорию Максвелла и всегда завершал ее электронной теорией и частью теории относительности. Второй год был посвящен статистической механике, которая оканчивалась изложением теории строения атома и квантовой теории. Лекции происходили по три или четыре часа в неделю и между ними были большие перерывы. Таким образом, объем изложения был намного меньше того, что излагается в современных условиях. Эренфест никогда не давал и не придумывал задач; он просто в них не верил. Он считал, что имеют ценность лишь те задачи, которые естественно возникают перед самим студентом. Все внимание было всегда сосредоточено на физических идеях и логической структуре теории. И я должен сказать, что хотя, быть может, нас не учили тому, как надо считать, мы твердо знали, в чем состоят настоящие проблемы физики. Трудно рассказать, как это достигалось. Одна

из причин несомненно состояла в отсутствии технических деталей. Тщательно рассматривались только основы и их систематически вкладывали в головы студентов; в оставшееся время Эренфест делал удивительно краткий, так сказать с птичьего полета, обзор всех текущих новостей с наиболее характерными результатами и ссылками, умело пробуждая интерес студентов. На мой взгляд — это лучший метод преподавания предмета, значительно лучший, чем строгое, полное и систематическое изложение, принятое в настоящее время в наших университетах. Что касается меня лично, то, проводя даже самые элементарные курсы физики, я добивался наибольшего успеха, комбинируя тщательное изучение основ с беседами со студентами на темы, не являющимися для них обязательными.

Второй причиной являлся семинар, который проводился в течение всего года, каждый вторник вечером. Он напоминал священнодействие. Студент, однажды допущенный на семинар, должен был посещать его обязательно. Эренфест даже проверял посещаемость. Этот семинар всегда был кульминационной точкой недели. При первом посещении казалось очень трудным разобраться в том, что происходит на семинаре, но очень быстро участник семинара постигал «жаргон» и таким образом получал возможность по крайней мере устного знакомства с новейшими исследованиями. Дискуссии всегда носили поощрительный характер и часто протекали весьма оживленно. Было всегда поучительно (хотя иногда и не совсем приятно, особенно если докладчиком были вы) услышать Эренфеста, подводющего итоги дискуссии, а часто и всего доклада, так что каждый, в том числе и докладчик, в конце концов понимал, зачем это все нужно.

3. В заключение я хотел бы сказать несколько слов о том, что сделано Эренфестом, вероятно, для самой главной проблемы образования, именно для проблемы подготовки студента к самостоятельным исследованиям. Он работал обычно только с одним студентом и практически ежедневно во второй половине дня. Он обсуждал с этим студентом либо проблему, над которой он в данное время работал, либо свежую статью в периодике, которую ему хотелось детально разобрать. Работа продвигалась быстро, причем использовалась доска. Когда на доске уже не оставалось места, основные пункты заносились в блокноты. Я лично убедился в том, что если в начале таких занятий все усваивалось, если можно так выразиться, кончиками пальцев, то к концу занятия вы были уже смертельно измучены. Особенно это происходило потому, что необходимо было следить за всеми подробностями; величайшим грехом считалось сказать, что вы поняли некоторый пункт, в то время когда на самом деле этого не было. Это обстоятельство всегда в конце концов обнаруживалось! Удивительно было то, что спустя некоторое время усталость исчезала, а год спустя вы уже работали на равных правах. И постепенно к студенту начинало закрадываться подозрение, что он знает предмет даже лучше Эренфеста. Этот момент и означал, что студент встал на свои собственные ноги и стал физиком. Я пробовал применять этот метод, в той степени, в какой я мог его применять, при работе со своими студентами, и я могу признаться, что я больше всего был удовлетворен, когда некоторые из них мне говорили о том, что они испытывали сходные ощущения при работе со мной, особенно чувство крайнего утомления в начале обучения.

Я думаю, что метод Эренфеста исходит из того, что одним из основных требований к исследователю является вера в себя или, если хотите, *мужество* \*). И метод Эренфеста, единственный из всех мне известных,

\*) Это относится даже к таким выдающимся ученым, как Э. Ферми. В статье, посвященной памяти Ферми<sup>5</sup>, Б. Понтекорво рассказывает о том, что Ферми обрел уверенность в себе именно в период пребывания в Лейдене, благодаря общению с Эренфестом. Ферми считал, что это было самое ценное приобретение для него во время обучения за границей.

позволяет студенту приобрести это качество. Весьма показательно, что в некоторый момент обучающийся чувствует себя по крайней мере равным своему учителю! Эренфест недаром говорил: «Weshalb habe ich solche gute studenten? Weil ich so dumm bin». (Почему у меня такие хорошие студенты? Да потому, что я сам не очень умный.)

Чтобы точно следовать его правилам, нужно не только обладать его дидактическими способностями, но также выдерживать практиковавшееся им соотношение студент—преподаватель, равное единице, правило, от которого мы все больше и больше отклоняемся в настоящее время. Я не берусь сказать, что посоветовал бы Эренфест перед лицом сегодняшнего кризиса в обучении. Я хотел бы иметь возможность спросить его об этом. Но несомненно, что его совет не был бы отказом или даже ослаблением персональных отношений студента со своим учителем. В его время не существовало задачи массового научного образования или по крайней мере она имела второстепенное значение. Если вдруг у него оказалось значительное количество студентов, он пытался, и обычно ему это удавалось, возложить на каждого из них ответственность за обучение тех, кто был менее подготовлен. Он организовал, например, физический клуб, который носил отнюдь не случайное название «The Leiden jag» («Лейденская банка»), где наиболее подготовленные студенты вели семинары по возможности в том же стиле, в каком он сам проводил семинары для них. Руководители таких семинаров должны были сообщать ему о появлении способных студентов.

Возможно, надежда на то, что нечто подобное может быть осуществлено в наших колледжах, является чистой утопией. Однако я думаю, что все это вполне заслуживало упоминания, поскольку, как я уже отмечал, индивидуальный метод Эренфеста является в своем роде единственным.

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. P. and T. Ehrenfest, *Enz. der Math. Wiss.* IV, Art. 32, стр. 19.
2. P. and T. Ehrenfest, *Phys. Z.* 8, 311 (1907).
3. P. Ehrenfest, *Zs. Phys.* 78, 555 (1932).
4. W. Pauli, *Zs. Phys.* 80, 763 (1933).
5. Б. Понтекорво, *УФН* 57, 349 (1955).