

группу студентов, которые впоследствии должны были стать преподавателями, так как возможностей для научной работы в Бразилии в то время почти не было. Мои студенты прошли уже много предметов, а это должен был быть их самый серьезный курс по электричеству и магнетизму – уравнения Максвелла и т.д.

Университет располагался в нескольких зданиях, разбросанных по городу, и я вел свои занятия в здании, окна которого выходили на залив.

Я обнаружил очень странное явление: я задавал вопрос, и студенты отвечали, не задумываясь. Но когда я задавал вопрос еще раз – на ту же тему и, как мне казалось, тот же самый вопрос, они вообще не могли ответить! Например, однажды я рассказывал о поляризации света и раздал им всем кусочки поляроида.

Поляроид пропускает свет только с определенным направлением поляризации. Поэтому я объяснил, как определить направление поляризации света по тому, темный поляроид или светлый.

Сначала мы взяли две полоски поляроида и вращали их до тех пор, пока они не пропустили максимум света. Теперь мы могли сказать, что две полоски пропускают свет, поляризованный в одном направлении: что пропускает один поляроид, может пройти и через второй. Но потом я спросил, можно ли, имея всего один кусок поляроида, определить, в каком направлении он поляризует свет. Они совершенно не представляли себе.

Я знал, что это требует известной доли находчивости, поэтому я подсказал: “Посмотрите на залив. Как от него отражается свет?”

Все молчат. Тогда я сказал:

– Вы когда-нибудь слышали об угле Брюстера?

– Да, сэр. Угол Брюстера – это угол, отражаясь под которым от преломляющей среды, свет полностью поляризуется.

– В каком направлении свет поляризуется при отражении?

– Свет поляризуется перпендикулярно плоскости падения, сэр.

Даже теперь я не могу этого понять. Они знали все наизусть. Они знали даже, что тангенс угла Брюстера равен показателю преломления!

Я сказал: “Ну?”

По-прежнему, ничего. Они только что сказали мне, что свет, отражаясь от преломляющей среды, как, например, воды в заливе, поляризуется. Они даже сказали, в каком направлении он поляризуется.

Я сказал: “Посмотрите на залив через поляроид. Теперь поворачивайте поляроид”.

– О-о-о, он поляризован! – воскликнули они.

После длительного расследования я, наконец, понял, что студенты все запоминали, но ничего не понимали. Когда они слышали “свет, отраженный от преломляющей среды”, они не понимали, что под средой имеется в виду, например, вода. Они не понимали, что “направление распространения света” – это направление, в котором видишь что-то, когда смотришь на него, и т.д. Все только запоминалось, и ничего не переводилось в осмысленные понятия. Так что, если я спрашивал: “Что такое угол Брюстера?”, я обращался к компьютеру с правильными ключевыми словами. Но если я говорил: “Посмотрите на воду”, – ничего не срабатывало. У них ничего не было закодировано под этими словами.

Позже я посетил лекцию в Инженерном институте. Проходила она так:

“Два тела... считаются эквивалентными... если равные вращательные моменты... производят... равное ускорение. Два тела считаются эквивалентными, если равные вращательные моменты производят равное ускорение”. Студенты сидели и записывали под диктовку, а когда профессор повторял предложение, они проверяли, все ли правильно записано. Потом они писали следующее предложение и еще одно, и еще одно. Только я один знал, что профессор говорил о телах с одинаковыми моментами инерции, а уяснить это было трудно.

Я не понимал, как они смогут разобраться во всем этом. Вот речь шла о моменте инерции, но не было никакого обсуждения хотя бы такого примера: ты хочешь открыть

дверь и толкаешь ее с одной стороны, а с другой стороны ее подпирают грузом то с краю, то у самых петель. Насколько труднее будет открыть ее в первом случае, чем во втором?

После лекции я спросил одного студента:

– Вы ведете все эти записи. Что вы с ними делаете?

– О, мы их заучиваем. У нас будет экзамен.

– А какой будет экзамен?

– Очень простой. Я могу Вам прямо сейчас назвать один из вопросов, – он заглянул в тетрадь и сказал: “В каком случае два тела считаются эквивалентными?”. А ответ: “Два тела считаются эквивалентными, если равные вращательные моменты производят равные ускорения”.

Так что, как видите, они могли сдавать экзамены, и “учить” все это, и не знать абсолютно ничего, кроме того, что они вызубрили.

Потом я был в Инженерном институте на вступительном экзамене. Экзамен был устный, и мне разрешили послушать. Один абитуриент был просто великолепен. Он отлично отвечал на все вопросы. Его спросили, что такое диамагнетизм. Он ответил совершенно правильно. Потом его спросили: “Что происходит с лучом света, когда он проходит под определенным углом через слой материала определенной толщины и с определенным показателем преломления?”

– Он выходит, сместившись параллельно самому себе, сэр.

– А на сколько он сместится?

– Я не знаю, сэр, но я могу посчитать.

Он посчитал. Все было прекрасно. Но у меня к этому времени уже были подозрения.

После экзамена я подошел к блестящему молодому человеку и объяснил, что я из Соединенных Штатов и хочу задать несколько вопросов, которые никак не повлияют на результат экзамена. Для начала я спросил, может ли он привести какой-нибудь пример диамагнетика.

– Нет.

Тогда я сказал: “Представьте себе, что эта книга стеклянная, и я смотрю сквозь нее на что-нибудь на столе. Что случится с изображением, если наклонить стекло?”

– Изображение повернется, сэр, на угол, в 2 раза превышающий угол наклона.

– А вы не путаете с зеркалом?

– Нет, сэр.

Он только что сказал на экзамене, что луч света сместится параллельно самому себе, и, следовательно, изображение сдвинется в сторону, но не будет поворачиваться ни на какой угол. Он даже вычислил, насколько изображение сдвинется, но он не понимал, что кусок стекла – это и есть материал с показателем преломления и что его вычисления имели самое непосредственное отношение к моему вопросу.

В Инженерном институте я читал курс “Математические методы в физике”, в котором старался научить студентов решать задачи методом проб и ошибок. Этого обычно не знают, и я начал с простых арифметических примеров. Я был удивлен, когда из восьмидесяти с лишним студентов только восемь сдали первое задание. Я произнес настоящую речь о том, что надо пробовать самим, а не просто сидеть и смотреть, как я решаю.

После лекции ко мне подошла небольшая делегация. Мне объяснили, что я недооцениваю их подготовку, что они могут учиться, и не решая задач, что арифметику они давно уже прошли и что заниматься такими простыми вещами ниже их достоинства.

Мы продолжали заниматься, и, независимо от того, насколько сложным становился материал, они никогда не сдавали ни одной работы. Конечно, я понимал, отчего: они не могли ничего решить.

Еще одного я не мог от них добиться – вопросов. В конце концов один студент объяснил мне: “Если я задам Вам вопрос во время лекции, потом все будут говорить: “Зачем ты отнимаешь у нас время на занятиях? Мы стараемся что-то узнать. А ты прерываешь лекцию, задавая вопросы”.

Это было какое-то непостижимое высокомерие, так как никто ничего не понимал в происходящем, и все только делали вид, что понимают. Они притворялись, что им все ясно. И если кто-то задавал вопрос, признавая тем самым, что ему не все понятно, на него смотрели сверху вниз и говорили, что он отнимает время.

Я объяснял, как полезно работать сообща, обсуждать все проблемы, все до конца выяснять, но они этого не делали, потому что, задав вопрос, они уронили бы свое достоинство. Бедняги! Разумные люди, и сколько труда они тратили, но вот усвоили этот нелепый, извращенный взгляд на вещи и сделали свое “образование” бессмысленным, полностью бессмысленным. В конце учебного года студенты попросили меня сделать доклад о моем преподавании в Бразилии. На докладе должны были присутствовать не только студенты, но и профессора и правительственные чиновники, так что я взял с них обещание, что я смогу говорить все, что захочу. Мне сказали: “О чем речь! Конечно. Это же свободная страна”.

И вот я пришел, захватив элементарный учебник физики, по которому учились на первом курсе колледжа. Эта книга считалась особенно хорошей, так как в ней использовались разные шрифты. Самые важные для запоминания вещи печатались жирным черным шрифтом, менее важные – полбледнее и т.д.

Кто-то сразу же спросил: “Вы не собираетесь ругать этот учебник? Здесь находится автор, и все считают, что это хороший учебник”.

– Вы обещали, что я могу говорить все, что хочу.

Зал был полон. Я начал с определения науки. Наука – это понимание законов природы. Потом я спросил: “Зачем развивать науку? Конечно, ни одна страна не может считаться цивилизованной, если она не... и т.д., и т.п.” Все сидели и кивали, потому что, я знал, так именно они и думали. Тогда я сказал: “Это, конечно, абсурдно. Почему мы должны стремиться подражать другой стране? Для занятия наукой должна быть другая, веская, разумная, причина; нельзя развивать науку просто потому, что так делают в других странах”. Потом я отметил практическую пользу научных исследований, вклад науки в улучшение условий жизни человека, и все такое – я их немного подразнил.

Потом я сказал: “Основная цель моего доклада – показать, что в Бразилии нет научной подготовки”.

Смотрю: они заволновались: “Как? Нет науки? Чушь какая-то! У нас учится столько студентов!”

Тут я рассказал им, что, приехав в Бразилию, я был поражен, как много в книжных магазинах младших школьников, покупающих книги по физике. В Бразилии очень много детей занимаются физикой, причем начинают гораздо раньше, чем дети в Соединенных Штатах. Поэтому удивительно, что мы не видим в Бразилии большого числа физиков. Отчего? Столько детей трудится изо всех сил, но все впустую.

И я привел такую аналогию: ученый занимается греческим языком и любит его. В его стране не много детей, изучающих греческий язык. Но вот он приезжает в другую страну и с радостью видит, что все учат греческий, даже самые маленькие дети в начальных школах. Он приходит на выпускной экзамен и спрашивает студента, будущего специалиста по греческому языку:

– Как Сократ понимал взаимоотношение Истины и Красоты? – Студент не может ответить. Тогда ученый спрашивает: “Что Сократ сказал Платону в Третьей беседе?” Студент сияет и начинает: “Тр-р-р...” – и на прекрасном греческом языке повторяет слово в слово все, что сказал Сократ.

Но в Третьей беседе Сократ как раз и говорил о взаимоотношении Истины и Красоты.

Наш ученый обнаружил, что в этой стране греческий язык учат так: сначала учатся произносить звуки, потом слова, а потом предложения и целые абзацы. Студенты могли повторять наизусть, слово за словом, что сказал Сократ, не отдавая себе отчета в том, что все эти слова действительно что-то значат. Для них все это только звуки. Никто никогда не переводил их на понятный студентам язык.

Я сказал: “Вот как я представляю себе обучение детей “науке” здесь, в Бразилии”. (Сильный удар, правда?)

Потом я поднял учебник, которым они пользовались: “В этой книге в одном единственном месте упоминаются экспериментальные результаты. Я имею в виду описание опыта с шариком, катящимся по наклонной плоскости. Сообщается, как далеко он укатится через одну секунду, две секунды, три секунды и т.д. Эти числа содержат “ошибки”, т.е. на первый взгляд, кажется, что видишь экспериментальные данные. Все числа немного ниже или выше теоретических оценок. В книге даже говорится о необходимости учитывать экспериментальные ошибки – очень хорошо. Беда в том, что если вы станете вычислять величину ускорения свободного падения при помощи этих чисел, то получите правильный ответ. Но если шарик действительно катится по наклонной плоскости, он непременно крутится, и, если вы на самом деле ставите такой опыт, это дает пять седьмых правильного ответа, так как часть энергии расходуется на вращение шарика. Так что эти единственные в книге “экспериментальные данные” – фальсификация. Никто не запускал шарик, иначе невозможно было бы получить такие результаты.

– Я обнаружил кое-что еще, – продолжал я. – Наугад листая страницы и останавливаясь в любом произвольно выбранном месте, я могу показать вам, почему это не наука, а заучивание во всех случаях, без исключения. Я рискну прямо сейчас, в этой аудитории перелистать страницы, остановиться в произвольном месте, прочитать и показать вам.

Так я и сделал. Трррррр-ап – мой палец остановился на какой-то странице, и я начал читать: “Триболюминесценция. Триболюминесценция – это излучение света раздробленными кристаллами... “.

Я сказал: “Вот, пожалуйста. Есть здесь наука? Нет! Здесь есть только толкование одного слова при помощи других слов. Здесь ни слова не сказано о природе: какие кристаллы испускают свет, если их раздробить? Почему они испускают свет? Вы можете представить, чтобы хоть один студент пошел домой и попробовал это проверить? Они не могут. Но если бы вместо этого вы написали: “Если взять кусок сахара и в темноте расколоть его щипцами, вы увидите голубоватую вспышку. То же самое происходит и с некоторыми другими кристаллами. Никто не знает, почему. Это явление называется триболюминесценцией. Тогда кто-нибудь проделал бы это дома, и это было бы изучением природы”. Я использовал для доказательства этот пример, но мог взять и любой другой, – вся книга была такая.

Наконец, я сказал, что не понимаю, как можно получить образование при такой саморазвивающейся системе, когда одни сдают экзамены и учат других сдавать экзамены, но никто ничего не знает. Однако я, должно быть, ошибаюсь. В моей группе было два студента, которые учились очень хорошо. И я знаю одного физика, получившего образование исключительно в Бразилии. Так что, хотя система и очень плоха, некоторые все же ухитряются пробиться.

После доклада глава департамента научного образования поднялся и сказал: “То, что сообщил нам мистер Фейнман, тяжело слышать. Но я думаю, что он действительно любит науку и искренне озабочен. Поэтому мы должны прислушаться к его мнению. Я пришел сюда, зная, что наша система образования поражена каким-то недугом. Здесь я узнал, что у нас рак”, – и он сел. После такого выступления и другие стали свободно высказываться. Поднялось большое волнение. Все вставали и вносили предложения. Студенты организовали комитет по предварительному размножению лекций и еще другие комитеты для разных целей.

А потом случилось нечто совершенно неожиданное. Один из упомянутых мною двух студентов встал и сказал: “Я учился не в Бразилии, а в Германии. А в Бразилию я приехал только в этом году”.

Второй студент сказал что-то подобное. А названный мной профессор сказал: “Я учился здесь, в Бразилии, во время войны. Тогда все профессора, к счастью, покинули университет, и я учился самостоятельно, по книгам. Так что, на самом деле, я учился не по

бразильской системе”.

Этого я не ожидал. Я знал, что система никуда не годится, но что на все 100 процентов – это было ужасно!

Я ездил в Бразилию в рамках программы, финансируемой правительством Соединенных Штатов. Поэтому в Госдепартаменте меня попросили написать отчет о моей работе в Бразилии. Я составил отчет из основных положений недавно произнесенной речи. Позже до меня дошли слухи, что некто в Госдепартаменте отреагировал так: “Вот видите, как опасно посылать в Бразилию такого наивного человека. Глупец, он может вызвать только неприятности. Он не понимает всех сложностей”. Как раз наоборот. Мне кажутся наивными рассуждения этого деятеля из Госдепартамента, потому что он представлял себе университет только по бумажкам и описаниям. Вот так.

Человек, говорящий на тысяче языков

Когда я был в Бразилии, я изо всех сил старался выучить местный язык и решил читать свои лекции по физике на португальском языке. Вскоре после моего приезда в Калтех меня пригласили на вечеринку, которую устроил профессор Бэчер. Еще до моего прихода Бэчер сказал гостям: “Этот Фейнман считает себя умником, потому что немного говорит по-португальски. Давайте разыграем его. Миссис Смит (а она явная южанка) выросла в Китае. Пусть она поприветствует Фейнмана на китайском языке”.

Я, ничего не подозревая, прихожу на вечеринку, Бэчер представляет меня всем присутствующим: “Мистер Фейнман, это мистер Такой-то”.

– Очень приятно, мистер Фейнман.

– А это мистер Такой-то.

– Рад познакомиться, мистер Фейнман.

– А это миссис Смит.

– Ай, чуунг, нгонг джиа! – говорит она, поклонившись. Для меня это такая неожиданность, что я решаю, что единственное, что я могу сделать, это ответить в том же духе. Я вежливо ей кланяюсь и абсолютно уверенно говорю: “А чинг, джонг джиен!”

– О, Господи! – восклицает она, теряя самообладание. – Я знала, что все будет именно так: я говорю на мандаринском наречии, а он – на кантонском!

Конечно, мистер Большой!

Каждое лето я ездил через Соединенные Штаты на своей машине, пытаясь добраться до Тихого океана. Но по разным причинам я всегда где-то застревал – обычно в Лас-Вегасе.

Особенно мне запомнился первый раз, потому что он мне пришелся по душе. Тогда, как и сейчас, Лас-Вегас зарабатывал деньги на людях, играющих в азартные игры, поэтому главной задачей каждого отеля было приманить людей, чтобы они пришли играть именно сюда. С этой целью в отелях устраивали шоу и давали обеды за весьма умеренную плату – почти бесплатно. Не нужно было делать никаких предварительных заказов: просто заходишь, садишься за один из множества пустых столиков и получаешь удовольствие от шоу. Это было просто чудо для человека, не играющего в азартные игры. Я, например, просто наслаждался всеми преимуществами: недорогие комнаты, почти бесплатная еда, хорошие шоу, да и девочки ничего себе.

Однажды я валялся у бассейна своего мотеля, когда ко мне подошел какой-то парень и заговорил со мной. Я не помню, с чего он начал, но говорил он о том, что я, судя по всему, работаю, чтобы заработать себе на жизнь, а это довольно глупо. “У меня все гораздо проще, – сказал он. – Я просто слоняюсь около бассейна и наслаждаюсь жизнью в Лас-Вегасе”.

– Как же, черт побери, ты можешь это делать, не работая?

– Просто: я ставлю на лошадей.

– Я ничего не знаю о лошадях, но мне непонятно, как можно заработать на жизнь, делая