



4. АВГУСТ КУНДТ¹

Позвольте мне, М. Г., в качестве ученика покойного Августа Кундта, исполнить грустную обязанность в немногих словах напомнить Вам жизнь и труды нашего знаменитого сочлена и попытаться очертить его влияние на прогресс физики как ученого и как учителя.

Август Кундт родился 18 (6) ноября 1839 г. Вся жизнь его, как он сам не раз говаривал, сложилась счастливо, ничто не нарушало ее ровного течения, всегда перед ним было открыто широкое поприще деятельности, где талант его проявлялся во всей своей силе, и крупными событиями его жизни являлись лишь его собственные работы.

Решающее значение в жизни Кундта имело его пребывание в Берлинском университете в начале шестидесятых годов, где он слушал знаменитого Магнуса [1] и сперва как студент, а потом в качестве ассистента работал в частной лаборатории своего учителя. В этой лаборатории впервые блеснул его необыкновенный экспериментаторский талант: ряд проведенных здесь работ, замечательных как по ясности постановки вопроса, так и по изяществу выполнения привел его к классическим исследованиям скорости звука в твердых телах и в газах при помощи «кундтовых фигур».

Вот в чем по-существу состоит этот способ (рис. 1): при возбуждении продольных колебаний в стержне S , который зажат посередине, рождается сильный высокий звук, образующий стоячие волны в стеклянной трубке R ; чтобы сделать эти последние видимыми, Кундт насыпал в трубку легкого порошка (ликоподия), который, собираясь в узлах, давал возможность смерить длину волны в данном газе; отношения длины волны в разных газах и отношения их к длинам стержней дают отношение скоростей звука как в газах, так и в твердых телах. Особое преимущество этого метода заключается, помимо его простоты, еще и в том, что для ис-

¹ Читано в заседании Отделения физических наук Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии 30 сентября 1894 г.

следований достаточно пользоваться небольшими объемами газов и короткими стержнями твердых тел; благодаря этому им впоследствии многократно пользовались другие ученые (Cohen [2], Dvořak [3], Kayser [4], Neesen [5], Столетов, Strecker [6], Warburg [7] и др.), а также и сам Кундт (в деталях слегка изменив его) для определения скорости звука в парах ртути.

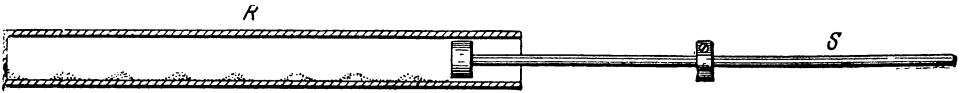


Рис. 1

Эти «кундтовы фигуры», которые теперь вошли в элементарные курсы физики, при своем появлении сразу обратили внимание физиков на талантливое молодое ученого, в связи с дальнейшими работами которого они сделали имя Кундта одним из популярнейших в акустике.

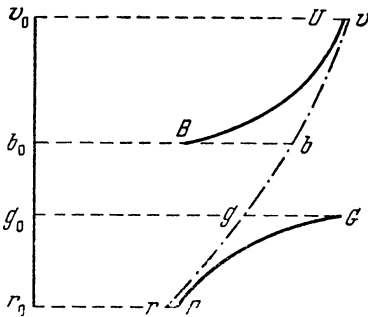


Рис. 2

Получив место профессора в Цюрихе, Кундт два года прожил в Швейцарии и потом перешел профессором в Вюрцбургский университет (1870). Здесь возникли и были окончены им исследования по аномальной дисперсии света, которые обессмертили имя Кундта в оптике. В них сказались все особенности его таланта: основываясь на единичных случаях, где были замечены отступления от обычных законов дисперсии (Le Roux [8], Christiansen [9]), Кундт увидал, что перед ним явление первостепенной важности, общее для

тел, поглощающих свет, и способом, известным в физике под названием «кундтовых кривых дисперсии», он нашел, что аномальная дисперсия имеет место для всех окрашенных сред.

Вот какими простыми средствами воспользовался Кундт для своих исследований: он взял спектрометр, заменил щель малым отверстием и, поместив перед коллиматором стеклянную призму с горизонтальным преломляющим ребром, получил узкий вертикальный спектр (рис. 2) от красного r_0 до фиолетового v_0 конца; помещая на столике спектрометра полую призму с испытуемой жидкостью, он мог сразу видеть весь ход дисперсии; для всех прозрачных тел отклонение (показатель преломления) растет равномерно от красного конца спектра к фиолетовому (пунктирная кривая $rgbv$), и голубой свет b больше отклонен, чем желтый g ;



Проф. А. Кундт (1839—1894)

но всякий раз, когда преломляющее тело подкрашено и поглощает какой-нибудь цвет спектра (на рис. 2 — зеленый), то изменение показателя преломления сильно возрастает с приближением к полосе поглощения, и потому лучи, лежащие ближе к красному концу (желтые G), могут быть более отклонены, чем лежащие ближе к фиолетовому (голубые B), т. е. не так, как в до тех пор известной «нормальной» дисперсии.

Эти работы в корне изменили взгляды на явление преломления света и послужили основанием для целого ряда теоретических изысканий (в. Helmholtz, Ketteler [10], Lommel [11], Sellmeier [12], Voigt [13] и др.), которые выяснили влияние материальных частичек среды на проходящий через нее луч, — другими словами, послужили основанием современной оптике; в литературе легко проследить то значительное влияние, которое имело открытие Кундта на все последующие работы по оптике.

После непродолжительной деятельности в Вюрцбурге Кундта ожидала огромная задача — создать физический институт нового Страсбургского университета и он создал не только лучший в мире Кундтовский физический институт, но и основал в нем ту интернациональную Кундтовскую школу физиков, ученики которой рассеяны теперь по всему земному шару. С присущим ему талантом не только схватывать общие черты задачи, но и разрабатывать изящнейшим образом ее детали, Кундт приступил к составлению плана здания: он задался целью построить институт, удовлетворяющий всем требованиям научного комфорта, как для лекционных и педагогических целей, так и для всевозможных научных исследований, предвидя самые разнообразные условия будущих работ; весь план был выполнен Кундтом собственноручно, и вся стройка проводилась под постоянным его наблюдением. Не только описание, но даже и осмотр Страсбургского института (см. рис. 6), не может дать об нем настоящего понятия: надо поработать в нем, чтобы оценить значение всех тех приспособлений, в которых увековечились обдуманность и проницательность великого строителя.

Вряд ли возможно поставить такое требование, которому не удовлетворял бы Страсбургский институт: обширная удобная аудитория со всеми приспособлениями для демонстраций, особая малая аудитория для математических курсов, богатый кабинет, просторная лаборатория для начинающих, могущая вместить до пятидесяти человек, и, наконец, для занимающихся самостоятельными исследованиями — целый ряд комнат со всеми удобствами: везде каменные консоли и плиты, тяги, вода, газ и электричество, огромные залы, широкие длинные коридоры для работ, требующих много места, комнаты для магнитных и оптических исследований, башня в 30 м для опытов с манометрами и маятниками, подземное помещение для постоянных температур, библиотека, химическая лаборатория, механическая мастерская, газовый двигатель с динамомашинной, весовая, ртутная, а также и фотографические комнаты, кладовые — все это соединено в одно целое, замечательно удобно расположено и снабже-

но всеми добавочными приспособлениями, которые только могут оказаться необходимыми для самых разнообразных работ.

Создание Страсбургского института, который вот уже пятнадцать лет служит прототипом для физических институтов, аудиторий и лабораторий всех стран, принадлежит к числу крупнейших научных заслуг Кундта: он впервые во всей полноте выяснил те наивыгоднейшие внешние условия, при которых надо учить и работать современному физику.

Как только план института был выработан и началась постройка его, Кундт поспешил воспользоваться физическим кабинетом страсбургской академии, чтобы продолжать свои экспериментальные исследования. В начале семидесятых годов кинетическая теория газов привлекла внимание всех физиков и открывала им казавшийся недоступным мир молекул; теория предсказывала парадоксальные с первого взгляда явления, и опыт блистательно подтверждал эти догадки.

Одним из таких парадоксов, особенно заинтересовавших Кундта, был закон, теоретически найденный Максвеллом, что внутреннее трение и теплопроводность газа не зависят от его давления, а обуславливаются исключительно его химической природой и температурой,— закон, который для предельно малых давлений приводит к невероятному предположению. Кундт задался целью проследить закон в возможно широких пределах давлений, и ему в сообществе с Варбургом [7] удалось показать, что в пределах от одной целой до одной тысячной доли атмосферы закон Максвелла имеет место, но при больших разрежениях замечаются резкие отступления, благодаря тому, что средние пути молекул становятся соизмеримыми с размерами измеряющих приборов. Ряд исследователей (Graetz [14], Pulluj [15], Winkelmann [16] и др.) впоследствии воспользовались их остроумными методами.

Другим интересным вопросом кинетической теории газов, которым занялся Кундт, также в сообществе с Варбургом, было положение, что частички одноатомных газов обладают только энергией поступательного движения и не имеют внутренней энергии вращательного, свойственного многоатомным частичкам; эта особенность в резкой форме сказывается в скорости звука в подобном газе. Огромное большинство газов и паров двух- или многоатомно; исключением из них является одноатомный пар ртути, на котором Кундт и решил проверить выводы кинетической теории газов, измеряя в нем скорость звука.

Для решения этой трудной задачи Кундт воспользовался, как я уже упоминал, методом «кундтовых фигур», и исследователи нашли скорость звука вполне согласной с предсказанной теоретически.

Описанные работы Кундта и Варбурга принадлежат к числу классических в области кинетической теории газов, изящно иллюстрируя основные ее положения и смелые заключения; они в значительной степени способствовали успеху кинетической теории.

Переходя к работам Кундта, которые он выполнил в своем новом институте, я должен ограничиться только теми из них, которые указывали бы в общих чертах на направление его исследований и были выполнены им лично, совершенно не касаясь всех многочисленных работ его учеников, сделанных на предложенные Кундтом темы и по его плану.

Из целого ряда работ Кундта надо упомянуть, помимо его исследования влияния растворителя на оптические свойства (поглощение) растворимого тела — вопроса, которому, по всем данным, суждено играть выдающуюся роль в ближайшем будущем оптики, еще до его исследования кристаллооптических явлений в некристаллических телах; этот последний вопрос заинтересовал Кундта еще в самом начале его научной деятельности в лаборатории Магнуса и впоследствии привел его к интересному открытию двойного преломления в жидкостях. Мы знаем, что при изменении формы твердого тела обнаруживаются внутренние силы, противодействующие деформации, сказывающиеся в прозрачных телах явлением двойного преломления; в телах полутвердых (например, в канадском бальзаме) эти внутренние силы, препятствующие деформации, и связанное с ними двойное преломление исчезают. Для жидкостей мы привыкли предполагать полное отсутствие упругой деформации; но Кундт показал экспериментально, что это неверно, что разница для твердых тел и для жидкостей лишь количественная, а не качественная. Так как эти силы в жидкостях слишком быстро приходят в равновесие, то Кундт решил непрерывно деформировать жидкость; он воспользовался следующим приспособлением (рис. 3): в сосуд G со стеклянными стенками наливалась испытуемая жидкость, и помещались два концентрических цилиндра C_1 и C_2 , из которых внешний был неподвижен, а внутренний мог вращаться около оси и приводился в движение двигателем; прибор помещался между двумя скрещенными николями, так что свет шел параллельно оси вращения, и покуда цилиндр C_2 был неподвижен, поле оставалось темным; но лишь только цилиндр начинал вращаться с достаточной скоростью и каждый элемент жидкости, находящейся между цилиндрами и прилипающей как к неподвижному, так и к вращающемуся цилиндру, начинал беспрерывно деформироваться, в поле появлялся светлый крест — жидкость стала двупреломляющей, проявляя силы упругой деформации; дальнейшие исследования (Де Метц [17]) подробнее выяснили ряд других особенностей.

По существу к тому же циклу работ о кристаллах принадлежит и большое, весьма элегантное по приему, исследование электризации кристаллов. Как известно, кристаллы обладают свойством при деформациях, происходящих от механических сил или нагреваний, электризоваться на поверхности. Исследование распределения получаемых электрических зарядов, необходимое для выяснения связи электризации с кристаллической формой тела, представляло собою массу затруднений и во многих случаях было даже недоступно. Все эти затруднения Кундт устранил са-

мым простым и всем давно известным способом: он обсыпал электризовавшийся кристалл тем порошком из серы и сурьмы, который употребляют для лихтенберговых фигур, — и сразу получал всю картину распределения электричества на данном кристалле. На рис. 4 изображена электризация при нагревании пластинки кварца, вырезанной перпендикулярно оси; в тех случаях, когда в кристалле есть срощения, получаемая фигура несравненно более сложна и представляет собою целую сеть красных и желтых жилок. Этим способом впоследствии пользовались многие исследователи (Blasius [18], Czermak [19], Röntgen, Warburg [7] и др.).

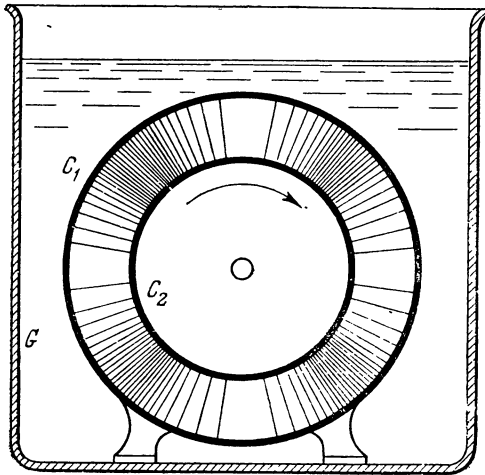


Рис. 3

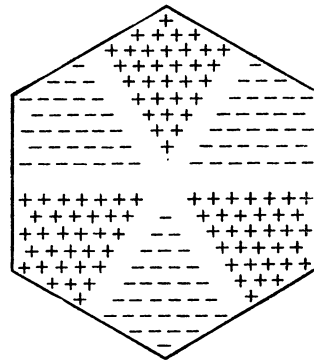


Рис. 4

Начиная с 1885 г. работы Кундта главным образом лежат в области металлической оптики, и результаты, добытые здесь, поражают не только простотою и глубиною мысли, но и теми огромными трудностями, победить которые мог только Кундт. Вот как однажды в разговоре он сам формулировал свою мысль: все явления металлической оптики обуславливаются проникновением света на очень небольшую глубину под поверхность металла; но мы ничего не можем сказать, какими свойствами обладает луч, уже прошедший часть такого слоя — вот почему интересно изолировать эту поверхность (полупрозрачную пленку металла) и изучить действие ее на свет в отдельности. Технические способы приготовления таких листов представляют собою огромные трудности: вальцование, химическое осаждение и распыление катода применимы не всегда и не для всех металлов, и потому Кундт, после целого ряда опытов, остановился на придуманном им гальванопластическом способе: стекло, покрытое тончайшим, совершенно

прозрачным слоем металлической платины, он помещал в гальванопластическую ванну, осаждал на него испытуемый металл слоем любой толщины — препарат был готов. Этим способом Кундт воспользовался для своих дальнейших работ.

Еще значительно раньше интерес Кундта привлекло явление вращения плоскости поляризации в магнитном поле; работы его в этом направлении начались сделанным им в сообществе с Рентгеном открытием той вращательной способности газов, которую тщетно искал великий Фарадей [20]; дальнейшие работы над вращением плоскости поляризации при отражении от магнитных металлов (явление Керра [21]) навели его на мысль исследовать свойства луча, проходящего поверхностную пленку: он приготовил по своему способу прозрачную пленку железа и, поместив ее в магнитном поле, мог наблюдать вращение плоскости поляризации проходящего света, несмотря на ничтожную толщину слоя; это вращение оказалось огромным; в сильном магнитном поле оно на единицу длины в 1000 раз больше естественного вращения в кварце. Это явление, которому присвоено теперь название «явления Кундта», послужило краеугольным камнем современной электрооптики и вызвало целый ряд экспериментальных и теоретических исследований в этой области (du Bois [22], Drude [23], Гольдгаммер, Sissingh [24], Zeemann [25]).

Способ гальванопластического приготовления прозрачных металлических слоев может давать, при умении им пользоваться, препараты, вполне годные для тонких оптических работ, но те платинированные стекла, которые можно достать в продаже, были дороги и далеко не удовлетворяли необходимым требованиям; приступая к ряду дальнейших исследований, Кундт увидел необходимость или оставить задуманные работы, или самому заняться изготовлением их; он предпочел последнее. Так как приготовление даже столь несовершенных стекол продавцы держали в секрете, то Кундт принужден был начать работу без каких-либо указаний и сам изобретал платинирование стекла; более года он не отходил от обжигательной печки и искал, пробуя всевозможные вещества, такого растворителя для хлористой платины, который бы при сравнительно низкой температуре давал равномерный, хорошо пристающий к стеклу осадок металла, и, наконец, после 2000 обжиганий он стал получать те превосходно платинированные стекла, которые принято называть «зеркалами Кундта». Это чисто техническая работа знаменитого ученого, пожалуй, более, чем всякая другая, характеризует отношение его к тем затруднениям, которые он встречал на пути своих исследований.

Последняя работа, которую Кундт сделал в Страсбурге, была достойным венцом его блестящей деятельности не только по своему фундаментальному значению для оптики, но и по своему выполнению, в котором в полной мере сказался экспериментаторский гений Кундта, гений, не знающий непреодолимых трудностей: это было определение показателя преломления света в металлах. Кундт измерил этот показатель самым элемен-

тарным способом — отклонением пучка лучей призмой из испытуемого вещества; с первого взгляда для металлов такой способ кажется непонятным, но он является приложимым для «кундтовских призм», для тех маленьких призм с весьма малым преломляющим углом (меньше минуты), которые так тонки, что пропускают достаточное для измерений количество света. Кундт получал их своим гальванопластическим способом (рис. 6): положив горизонтально платинированное стекло в ванну и расположив перпендикулярно к нему пластинку из испытуемого металла M , он получал при электролизе слой в виде двойного клина (на рис. 5 он изображен схематически)¹, и тогда каждый из этих клиньев служит отдельной

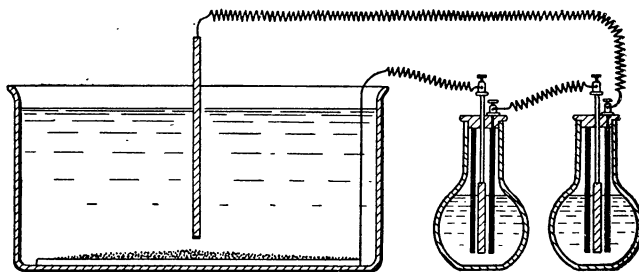


Рис. 5

призмой; помещая эти призмы на столик спектрометра, он определял его преломляющие углы, как это делают обыкновенно, способом Гаусса, а потом измерял отклонение луча, и так находил показатель преломления. С появлением этой работы Кундта начинается новая эпоха в области металлической оптики, так как показатель преломления металла играет первенствующую роль во всех ее вопросах: целый ряд дальнейших исследований (du Bois, Drude, Shee [26], Rubens [27], и др.) отмечают это новое движение.

В 1888 г. Кундт принял лестное предложение Берлинского университета быть преемником Гельмгольца в Берлинском физическом институте, и навсегда покинул Страсбург.

И в Берлине, несмотря на массу работы, которая ожидала его в новом институте, несмотря на тяготившую его столичную жизнь, он неутомимо продолжал свои научные исследования, первое время особенно занимаясь показателями преломления металлов; не имея возможности спокойно работать днем, он работал вечером и ночью, обыкновенно часов до трех — и так изо дня в день.

¹ В большинстве случаев сама ванна состояла из капли соляного раствора, который удерживался капиллярными силами между платинированным стеклом и металлической пластинкой.

Последнею его работою было исследование «явления Холла» [27] в связи с «явлением Кундта»; оно является новым крупным вкладом в исследовании внутренней связи оптических и электрических явлений.

Чрезмерная работа и застарелая болезнь сердца подорвали здоровье Кундта; уступая настояниям семьи и друзей, он решил взять отпуск на летний семестр этого года. Все были уверены, что отдых излечит его, но судьба решила иначе: 21 (9) мая 1894 года Август Кундт тихо скончался — не стало знаменитого ученого и всемирного учителя, не стало одного из лучших людей ¹.

Выяснить ученые заслуги Кундта в кратком очерке невозможно: в его многочисленных (более сорока) работах и в еще большем числе работ его учеников, преимущественно сделанных на предложенные им темы и всегда при непосредственном его содействии, — в этих работах заключается целый отдел истории физики: как методы, так и результаты этих исследований давно уже включены в элементы науки.

Сделанный нами хронологический перечень типических работ покойного ученого лишь напоминает нам, какими крупными приобретениями обязана наука Кундту, и свидетельствует о разносторонности, замечательном искусстве и плодovitости великого физика; но этот перечень не может дать нам представления о том огромном влиянии, которое имели работы Кундта на прогресс физики, о том влиянии, которое кроется во всеобщем интересе к его работам и неразрывно с ними связанными дальнейшими исследованиями других ученых.

Причину такой особенности работ Кундта надо искать, помимо других достоинств, еще и в том, что они не стояли особняком, а всегда были связаны незримыми нитями с современным им течением в физических исследованиях; они формулировали смутно чувствуемый всеми пробел и, давая простые основные результаты и удобные методы, невольно возбуждали целый ряд новых, непосредственно из них вытекающих вопросов по тем отраслям исследований, которыми были заняты многие физики — работы Кундта всегда находили готовых деятелей, и вопросы, затронутые им, быстро развивались. В своих работах Кундт является тем физиком-экспериментатором, который не пытается угадать и объяснить природу, а, пользуясь своим исключительным экспериментаторским талантом, заставляет ее говорить и отвечать на целый ряд систематически поставленных ей вопросов. Обладая замечательным «физическим чутьем» — *Physikalische Nase*, как он сам называл свой талант, — Кундт угадывал связь между отдельными, разнородными явлениями, а также с удивительной легкостью схватывал сущность математически развитой теории и всегда умел ребром поставить такой вопрос, который, являясь наиболее смелым следствием теории, был бы доступен непосредственному экспериментальному исследованию; с другой стороны, благодаря этой легкости усвоения и отличной

¹ От имени русских учеников В. А. Ульянов [29] возложил на гроб великого учителя венок с надписью: «Ihrem unvergesslichen Lehrer dankbaren Schüler aus Russland».

памяти Кундт без труда следил за всею физическою литературою и, интересуясь всем, всегда знал, по какому вопросу что сделано, и, что еще важнее, всегда знал, что и как надо сделать, чтобы подвинуть дело: благодаря этому у него никогда не было недостатка в благодарных темах для работ учеников и работы в его Институте всегда одновременно касались всех отделов физики.

Ясно и точно формулируя задачи данного исследования, Кундт при выполнении его является нам во всем блеске своего удивительного экспериментаторского таланта, поражая нас то простотою и изяществом приема (например, «кундтовы кривые дисперсий»), то борьбою с такими экспериментальными трудностями (например, «кундтовы призмы»), которые может оценить только тот, кто сам занимался аналогичными работами; его изобретательность в постановке вопроса, как это знают все работавшие у него, не имела границ, но в тех случаях, где изобретательность не могла помочь и являлась необходимостью идти ощупью (например, «кундтовы зеркала»), он брал кропотливым трудолюбием и настойчивостью, иногда месяцами работая бесплодно, и многие из его работ под своей кажущейся простотою скрывают огромный труд.

Как ясно и просто была постановка вопроса и изящно его выполнение, так ясно и сжато было литературное изложение его работы; это образцовое изложение, конечно, также не мало способствовало популярности его исследований среди физиков.

Если Кундт, как ученый, являясь нам во всем блеске своего таланта, занимает одно из первых мест среди современных ему физиков, то Кундт, как учитель, представляет собою совершенно исключительное явление как лектор и как руководитель будущих деятелей.

Лекции по экспериментальной физике Кундт читал, согласно обычаям германских университетов, одновременно для студентов математического и медицинского факультетов в таком объеме, что весь курс занимал только два семестра по пяти часов в неделю, и, несмотря на такое стеснение во времени и в подготовке слушателей, он справлялся с огромным материалом и касался самых сложных вопросов, не нарушая ни общепонятности, ни гармонии целого.

Характеристическою особенностью его курса была система изложения предмета. Кундт никогда не учил догматически, он всегда избегал внешней, формальной законченности вызвать в слушателе неверное представление, что физика — законченная мертвая мозаика: в его изложении физика была живой наукой, в которой рядом с бесспорно установленными фактами была масса вытекающих из них новых вопросов, еще ждущих дальнейшей разработки; Кундт читал физику так, как он «чувствовал» ее, так, как она доступна только умственному оку глубокого исследователя, с теми особенными неуловимыми оттенками изложения, которые свойственны только очевидцу — на его лекциях слушатели невольно и незаметно проникались духом науки.

В изложении первенствующее значение играл опыт: он служил Кундту не как добавочная иллюстрация текста, а как материал для беседы; обращаясь к какому-нибудь классу явлений и охарактеризовав его в общих чертах, он — всегда сам — проводил опыт и по мере того, как перед глазами слушателей происходило данное явление, он комментировал его ясными простыми словами — он учил слушателей видеть и понимать самое явление, как оно совершается в природе, помимо внешних особенностей аппаратов. Всякая лекция, взятая в отдельности, являлась совершенно законченным произведением по прозрачности плана, ясности изложения и по массе замечательно изящно проделанных опытов, которые, сливаясь с текстом, представляли собою одно неразрывное органическое целое.

Чтобы вы, М. Г., могли составить себе представление о тех своеобразных приемах изложения, которыми пользовался Кундт, я позволю себе рассказать, как он, например, излагал явление потери фазы при отражении: знакомя слушателей с явлением ньютоновых колец в отраженном свете, Кундт выводил явления интерференции, как оно следует из геометрических условий (не вводя потерю фазы), получал, что центральное пятно должно быть светлым, и сейчас же приступал к опыту «для проверки теории»; со словами: «Я пускаю пучок света и получаю белое центральное пятно», он пускал свет и получал черное пятно, что, конечно, возбуждало в аудитории всеобщий ропот недоумения. «Итак, господа,— обращался Кундт,— опыт показывает, что теория наша неверна, что мы в чем-нибудь ошиблись, что мы игнорировали какое-нибудь существенное явление. Как мы бы ни изменяли этот опыт,— всегда он даст нам недочет в полволны; для того чтобы не расходиться с фактами, мы должны сделать гипотезу относительно изменения фазы и т. д.» Такой прием оказался настолько действительным, что даже студенты-медики знали о потере фазы на экзаменах.

Насколько популярен был Кундт как лектор среди студентов, указывает уже то обстоятельство, что раньше в Берлине у Гельмгольца, несмотря на все обаяние имени великого мыслителя, количество слушателей экспериментальной физики не превышало 200 человек, тогда как у Кундта спустя только два года по вступлении в должность число это более чем удвоилось, аудитория уже не могла вместить всех желающих и пришлось сделать в ней хоры. Часто среди слушателей занимали места и работающие в институте — «die älteren Herrn», как их называл Кундт — особенно когда лекция должна была касаться предмета, близкого работам самого Кундта: тут он превосходил самого себя, он переступал те границы, которые положены обыкновенному лектору, и являлся гениальным импровизатором; только прослушавшему такую лекцию становилось понятно, что Кундт мог говорить про себя:

«Vor allem bin ich Docent».

Как на необходимое подспорье при изучении физики Кундт смотрел на занятия студентов в физической лаборатории, где они, пользуясь предоставленными в их распоряжение приборами, экспериментально решали ряд задач из всех областей физики; Кундт расширил скромную программу лаборатории Магнуса и создал свой «das kleine physikalische Practicum»; важное значение таких занятий оценено теперь повсюду, и мы можем найти их в той же форме и по той же программе во всяком университете. Непосредственное руководство этими занятиями Кундт предоставлял своим ассистентам, так как молодые физики, занимавшиеся самостоятельными исследованиями — «das grosse Practicum» — и его собственные работы не оставляли ему свободного времени; только изредка приходил он в эту лабораторию, но тогда, всякий раз, как только замечал какое-либо затруднение у работающего студента, он тотчас же приходил ему на помощь, показывая, как надо делать, и следил за ходом опыта с неподдельным интересом.

Во всем объеме ярко выступали все особенности Кундта в связи с его простым дружеским отношением к людям, когда он являлся руководителем молодых «будущих» физиков, руководителем своей международной Кундовской школы: за последние пятнадцать лет слава его распространилась далеко за пределы Германии, к нему стекались учиться не только из всех государств Европы¹, но также и из Северной Америки и Японии люди отличные друг от друга не только по языку, но и по подготовке и по взглядам на науку; и всех этих людей Кундт умел соединить в одну дружескую семью, научал их понимать и любить живую науку, научал их работать на нераздельную, общечеловеческую пользу.

Главным стремлением Кундта было открыть перед начинающим физиком всю закулисную сторону научного исследования и дать ему возможность поприобовать свои силы и научиться самостоятельно работать при самых благоприятных внешних условиях. Предоставляя всякому работающему полную свободу как в выборе темы, так и в разработке ее, Кундт особенно поощрял всякое проявление самостоятельности в работе: давал советы и указания в тех случаях, когда неопытный исследователь не был в состоянии сам справиться с какой-нибудь трудностью; Кундт, всегда вникая в мельчайшие детали работы, предоставлял работающему самому обдумывать различные приемы и испробовать их — он с первых шагов учил самостоятельности (если можно так сказать), видя в ней залог будущих успехов. Пользуясь такую свободой, начинающие студенты нередко брались за весьма трудные и неблагоприятные темы или располагали опыт в очень несовершенной форме, но Кундт не мешал им и даже подбадривал при первых неудачах; в таком приеме великий учитель видел

¹ Заимствую из тепло написанного некролога «Памяти Учителя» Д. А. Гольдгаммера (Казань, 1894 г.) имена его русских учеников: кн. Голицин, Гольдгаммер, Де-Метц, Коновалов [30], Коленко [2], Лебедев, Михельсон, Натансон [31], Ростовцев [2], Световидов [2], Станкевич [32], Терешин [2], Ульянин, Щегляев [33] и, вероятно, еще несколько лиц.

особую пользу: «Пусть молодой физик,— говорил он,— сразу почувствует, что представляет из себя самостоятельное исследование — ряд неудач ему гораздо больше объяснит сущность дела, чем все мои описания».

В тех случаях, когда тема стоила того, чтобы ею заниматься, безразлично, была ли она дана самим Кундтом или нет, он являлся идеальным руководителем и помощником: благодаря превосходной памяти и большой эрудиции он указывал на целый ряд статей, иногда из совершенно разных областей науки, могущих быть полезными в данном случае, часто сам присаживался к приборам и показывал, как и на что в них надо обращать особое внимание, или сразу изобретал какой-нибудь крайне простой способ победить встретившееся затруднение. И все это он делал с той удивительной простотой, которая совершенно заставляла забывать, что он непосредственный начальник и знаменитый ученый.

Простота отношения имела огромное образовательное и воспитательное влияние: всякий, даже и мало подготовленный студент, всегда прямо обращался к нему за разрешением какого-нибудь недоразумения, которое нередко было простым незнанием, и Кундт разъяснял его простым разговорным языком, только касаясь вопроса, не делая никаких личных замечаний спрашивавшему.

Еще более интересны и поучительны были те случаи, когда вопрос касался какого-нибудь сложного и запутанного явления; нередко бывали случаи, что спрашивающий не сразу соглашался с взглядом Кундта и завязывались оживленные дебаты, в которых не только знание и остроумие, но и в особенности физическое чутье Кундта являлось в полной силе. Великий учитель ежедневно служил примером того, как надо разбираться в любом физическом вопросе; перед собеседником, неопытным в такой работе, открывалась закулисная сторона обдумывания вопроса, видно было, что ответ получался в окончательном виде не сразу, а слагался из отдельных, разрозненных сведений, под влиянием обобщающих аналогий, неразрывно связанных с природой, далеких от всяких гипотез — Кундт учил «физически думать» — «*physikalisch denken*», как он это сам называл.

В еще большей мере учил он «физически работать» — «*physikalisch arbeiten*», открывая перед начинающим исследователем полную картину экспериментальной работы: Кундт всегда настаивал на постоянном общении всех занимающихся у него самостоятельными исследованиями (число которых доходило до двадцати одновременно), и это общение носило самый симпатичный товарищеский оттенок, так как на него благотворным образом влияла простота обращения самого Кундта, сглаживая все те различия, которые могли бы быть между учениками. Всматриваясь в эту разнообразную работу, молодой физик не только расширял свои познания, беседуя с товарищами по специально их занимающим вопросам, — следя за ходом их работ он осваивался с духом экспериментальных исследований вообще, он видел, как шаг за шагом создавался метод исследования, как появлялись затруднения, с которыми приходилось бороться

ся иногда без полной надежды на успех, как под влиянием их изменяются приемы работ и как, наконец, ценою долгих усилий его товарищи, ничем от него не отличавшиеся, получали ясные интересные результаты, подобные тем, которые мы находим в курсе физики, он научался ценить всю прелесть научной работы, перед ним открывалась сущность ее, и в нем крепла уверенность в возможности сделать новое исследование. С другой стороны, это постоянное общение давало совершенно незаметно массу практических сведений и приемов, которые так необходимы в лаборатории, и предохраняло от ряда бесплодных попыток, которые делали товарищи.

Организация занятий в институте вполне соответствовала духу Кундтовской школы. Официально институт был открыт в течение всего семестра пять раз в неделю от 8 до 12 и от 2 до 6 часов, но в действительности не было никаких стеснений во времени занятий, и Кундт охотно разрешал работать не только поздно вечером, но даже ночью, а также в течение вакаций, если того требовала работа — с условием не тревожить никого в институте. Каждому из работающих предоставлялась отдельная комната, если то позволяло помещение, а также и все необходимые приборы, подчас весьма ценные; в тех случаях, когда даже в богатом физическом кабинете Кундта не было нужных аппаратов и из предварительных грубых опытов было видно, что исследование может дать хорошие результаты, щедрость Кундта являлась на помощь и прибор, нередко составленный по проекту ученика, немедленно заказывался. Ставя своих учеников в те наивыгоднейшие условия научного комфорта, которыми можно было располагать в его институте, Кундт постоянно являлся их помощником и руководителем: с восьми часов утра повсюду слышны были его быстрые шаги и его громкий голос, — Кундт, сопровождаемый ассистентом, обходил занимавшихся самостоятельными исследованиями, и, выслушивая отчет о ходе работ, делал замечания, давал советы или беседовал по поводу какого-нибудь нового вопроса, нередко оканчивая свое посещение на какой-нибудь шутке, полной того особого юмора и остроумия, которым он отличался. В тех случаях, когда являлась необходимость увидеть Кундта в течение дня, всегда можно было постучаться в дверь его комнаты, и услышать «herein» («войдите»): он всегда был занят чем-нибудь, но тотчас же отрывался и сосредоточивал весь свой интерес на вопросе ученика.

Обаяние Кундта, помимо его огромного таланта, особенно сильно импонирующего при ежедневном непосредственном соприкосновении, заключалось в том теплом, дружеском отношении к людям, в той отзывчивости, которая свойственна только очень немногим: в каждом из своих учеников он видел и уважал прежде всего будущего деятеля науки, ценил в человеке его любовь к делу и способности работать; только к тем единичным личностям, у которых научный интерес отступал перед интересами другого рода, его отношения были холодны — их он не считал

своими товарищами по труду. Особенно ясно выступали эти дружеские отношения, когда кому-нибудь из работающих удавалось после долгих трудов получить искомый результат: тогда Кундт, обходя всех, с воодушевлением рассказывал об этом успехе и обыкновенно прибавлял: «der kann was»¹; в этих немногих словах сказывалось все стремление Кундта создать способных научных работников, и он любил их всех за те их будущие работы, которые предвидел.

Оценить влияние на учеников этого непосредственного общения с великим учителем и той чисто научной атмосферы, где впервые пробудилась и окрепла любовь их к серьезной, самостоятельной научной работе, — оценить их невозможно; они сказались и сказываются в работах, произведенных далеко от института Кундта, выступая независимо от индивидуальных особенностей авторов в том, что мы привыкли называть духом Кундтовской школы.

Но не только деятельных ученых стремился создавать Кундт — он одновременно заботился и о том, чтобы дать возможность развиваться их лекторским способностям, чтобы научить их ясно передавать чужие мысли, а также ознакомить их с современным состоянием физики, ввести в современную физическую литературу.

«Das physikalische Colloquium» на несколько более широких основаниях, чем он был у Магнуса, являлся таким желательным подспорьем: еженедельно по четвергам от шести до восьми часов вечера в большой аудитории или в библиотеке собирались желающие принять участие студенты первых семестров, занимающиеся самостоятельными исследованиями, ассистенты и профессора родственных физике наук; сначала обыкновенно все толпились около стола, заваленного только что вышедшими тетрадками физических журналов и отдельными оттисками статей, которые в огромном количестве получал Кундт; всякий намечал статьи, наиболее его интересующие, и вскоре все рассаживались по местам, причем предварительно Кундт спрашивал, кто и что собирается реферировать в будущий четверг; затем выступал тот, кто в прошлый раз обещался сделать сообщение, и Colloquium начинался.

Не говоря уже о том, что каждый реферат знакомил слушателей с новым и обыкновенно интересным исследованием, эти беседы имели и совершенно своеобразное воспитательное значение: перед студентом первых семестров они открывали чуждую ему картину роста и непрерывного развития науки, как оно сказывалось в целой кипе новых журналов, из которых по рефератам он узнавал наиболее важные и понятные ему успехи — с первых семестров своего пребывания в университете он сроднялся с мыслью, что наука живет, допускает творческую деятельность и требует ее. Для неопытных референтов Colloquium был превосходной школой, которая учила разбираться в данном материале, выбирать и выяснять существенные результаты иссле-

¹ «Этот может работать!»



Рис. 6. Физический институт Страсбургского университета

дований и оттенять их значение и, кроме того, учила говорить с кафедры; если такой реферат всегда давал нечто новое слушателям, то несравненно больше он был полезен самому референту, давая ему возможность на опыте попробовать свои силы и яснее увидеть свои недостатки.

Часто референтами выступали профессора и ассистенты, которые желали познакомить слушателей с каким-нибудь только что появившимся замечательным исследованием или подвести итог работ новейшего времени по какому-нибудь специальному вопросу.

По окончании каждого реферата (их обыкновенно было три) следовало обсуждение изложенного исследования, причем к референту обращался всякий желающий как к лицу, наиболее знакомому с предметом, для дальнейшего разъяснения, — завязывалась общая беседа, высказывались новые соображения; предоставляя всякому свободно высказываться и всегда поддерживая такую беседу, Кундт обладал особой способностью не стеснять своим присутствием, не подавлять своим знанием и талантом: только изредка вставлял он, как бы мимоходом, коротенькие замечания, которые незаметно направляли ход беседы, незаметно увеличивали общее одушевление, порождая новые соображения, и нередко приводили к какой-нибудь интересной теме для дальнейших исследований. Что особенно было дорого в этих *Colloquia* — это та простота и то товарищеское отношение между отдельными участниками собрания, в котором Кундт ставил себя равным только что поступившему студенту; всякий свободно и не колеблясь высказывал какое-нибудь сомнение, только что пришедшее ему на

мысль, в полной уверенности, что даже в том случае, когда его вопрос и неоснователен, то и тогда никому не придет в голову посмеяться над ним и всегда его недоразумение будет разъяснено знающим человеком.

В течение семестра на кафедре перед слушателем дефилировали все народности, слышалась немецкая речь не только с разными местными оттенками соединенной Германии, но и со всеми теми национальными отзвуками и неправильностями, с которыми говорят иностранцы, начиная от Сан-Франциско до Токио; перед слушателем выступал только что начинающий студент рядом с ученым, имя которого пользуется заслуженною известностью—всех их Кундт соединял в одно целое, одушевленное одним общим интересом. Под влиянием таких бесед в каждом участнике незаметно вырабатывалось представление о современном состоянии физики, о непрерывном ее развитии и о той огромной интернациональной работе, в которой каждый мог принять участие; если занятия в институте учили, как надо физически думать и работать по различным отраслям физики, то Colloquium захватывал в самую середину современного научного течения, делал науку близкой и родной, открывая новые, невиданные горизонты. Все, что было необходимо физическому, Кундт давал своим ученикам в изобилии, уча и воспитывая их, и каждый уносил на свою далекую родину неоцененное богатство знаний и вкрапленные в них отблески гения великого учителя.

Говоря о еженедельных Colloquia, нельзя не упомянуть и о том, что после каждого из них все участники собирались под председательством самого Кундта в какой-нибудь пивной, чтобы за кружкой пива в дружеской беседе провести вечер. Вряд ли кто-нибудь из посторонних посетителей мог представить себе, что наиболее живой и веселый в этом кружке молодежи — знаменитый ученый и член многих Академий! Обладая замечательным даром слова, неистощимым остроумием и тонким художественным чутьем, Кундт всегда был душою общества: веселые добродушные шутки не прекращались и разнообразные афоризмы придавали особый оттенок его беседе; чтобы дать о них понятие, я позволю себе на память привести хотя некоторые из них. Так, рассуждая о каком-нибудь сложном вопросе, Кундт обыкновенно заканчивал: «Probieren geht über Studieren»¹ — этим догматом своей школы; характеристичен также его рецепт работать: «Zuerst die Frage präzisieren, dann reiflich überlegen, wie man es am besten macht, und nun solange probieren, bis es geht»², в нем сказывается вся та выдержка в борьбе с экспериментальными трудностями, которая удивляет нас в его работах. Если кто-нибудь под влиянием неудач начинал отчаиваться и говорить, что работа невозможна, то Кундт утверждал: «Was physikalisch möglich ist, kann technisch nicht un-

¹ «Опыт гажнее (больше даст), чем изучение теории».

² «Сперва ясно поставить вопрос, потом зрело обсудить, как к нему лучше всего подступиться, а потом до тех пор пробовать, куда пойдет».

möglichst sein es muss gehen»¹ — это девиз всех его работ, в которых так ясно сказывалась его безграничная изобретательность.

Молодым физикам он всегда особенно советовал привыкать к самостоятельному критическому и творческому мышлению, а также не мерить знания количественно, говоря, что в книжном шкафу всегда больше уже известного, чем в любой человеческой голове — что не в этом задача физика «Nur wissen ist für einen Physiker noch sehr wenig — er muss vor allem auch was können»², в творческой работе он видел мерило значения физики, и сам он в наивысшей мере удовлетворял этому требованию. Подобные афоризмы, перемешанные с веселыми шутками, у него встречались на каждом шагу, и в них он также незаметно, непрерывно являлся бесподобным учителем, слова которого гораздо глубже западали в душу слушателя, чем это может показаться с первого взгляда.

Особенно интересны были его воспоминания; он был лично знаком со всеми современными физиками Европы и Америки, часто сталкивался с ними, путешествуя во время каникул по Швейцарии; мастерски набрасывал он портрет ученого, перед глазами слушателей, привыкших к имени того ученого как к звуку, вырисовывался живой человек, со всеми его особенностями, и всякий с интересом следил за описанием какой-нибудь совместной прогулки, тем более что Кундт мимоходом, описывая Швейцарию, высказывал свою художественную чуткость.

Кундт особенно охотно вспоминал годы своей молодости, то положение физики, из которого она развилась на его глазах, описывал ту школу, те скудные средства, которыми приходилось довольствоваться, и с любовью всегда говорил о своем учителе — Магнусе, заветы которого свято храня, ученик превзошел учителя и создал для всего мира, то что создал Магнус для маленького кружка немецких физиков. Свои воспоминания о Магнусе Кундт неоднократно заканчивал такими словами: «вся жизнь моя сложилась счастливо, но счастливее всего было время, когда я был у Магнуса». Далеко не все ученики Кундта могут сказать про себя, что жизнь их сложилась счастливо, но каждый из них скажет, что самое счастливое время жизни он провел, работая у великого учителя.

В лице Кундта наука потеряла физика в самом широком смысле этого звания: не только первоклассного ученого, так много потрудившегося для современной физики, но и несравненного учителя, который заботился о будущем своей любимой науки, образуя и воспитывая ей будущих деятелей. Если Кундт, в течение всей своей жизни неугомонно работая, старался возможно более расширить область нашего знания своими исследованиями, то, может быть, в еще большей мере он стремился передать каждому из своих учеников частичку своей души, частичку той бескорыстной любви к науке, которая ведет человечество к истине.

¹ «Что возможно физически, то не может быть технически невозможным — оно должно идти».

² «Только знать — еще слишком мало для физика: он должен прежде всего иметь способность творчески работать».