**Уче­ный по­не­во­ле**

В кон­це вес­ны 1889 го­да про­фес­сор Джон Ф. Пек, ко­то­рый чи­тал лек­ции по гре­че­ско­му язы­ку в не­боль­шом кол­лед­же Обер­лин (штат Огайо), об­ра­тил­ся к од­но­му из сту­ден­тов, изу­чав­ших клас­си­че­ские язы­ки и ли­те­ра­ту­ру, с прось­бой по­ду­чить фи­зи­ку, что­бы на бу­ду­щий год пре­по­да­вать эле­мен­тар­ный курс этой нау­ки.

- Но я не знаю фи­зи­ки.

- Ка­ж­дый, кто хо­ро­шо ус­ваи­ва­ет гре­че­ский, мо­жет пре­по­да­вать фи­зи­ку.

- Хо­ро­шо, - ска­зал сту­дент, - но за все по­след­ст­вия от­ве­чае­те вы.

По­след­ст­вия­ми ока­за­лись два наи­бо­лее фун­даментальных ис­сле­до­ва­ния в об­лас­ти фи­зи­ки XX ве­ка. Мил­ли­кен от­ве­тил про­фес­со­ру согла­сием, так как ну­ж­дал­ся в день­гах. К изу­че­нию клас­си­ки он не вер­нул­ся.

Ро­берт Мил­ли­кен ро­дил­ся 22 мар­та 1868 го­да в шта­те Ил­ли­нойс в се­мье свя­щен­ни­ка. Его детст­во про­шло в не­боль­шом, сто­яв­шем на бе­ре­гу ре­ки, го­род­ке Ма­к­во­ке­та (штат Ай­о­ва). “Мой отец и мать вос­пи­та­ли шес­те­рых де­тей - трех де­во­чек и трех маль­чи­ков, жи­вя на жа­ло­ва­нье свя­щен­ни­ка не­боль­шо­го го­род­ка в ты­ся­чу три­ста дол­ла­ров в год, - рас­ска­зы­вал он. - Мы но­си­ли кос­тю­мы и пла­тья из си­ней бу­маж­ной тка­ни и хо­ди­ли бо­си­ком, на­чи­ная с окон­ча­ния шко­лы в мае и до на­ча­ла за­ня­тий в сен­тяб­ре. Зи­мой мы, маль­чи­ки, рас­пи­ли­ва­ли еже­днев­но де­сять че­ты­рех­фу­то­вых бре­вен. Так про­дол­жа­лось до тех пор, по­ка мы не на­пи­ли­ва­ли де­сять кор­дов (1 корд = 3,63 ку­бо­мет­ра) дров. Во вре­мя ка­ни­кул по ут­рам мы долж­ны бы­ли ра­бо­тать в са­ду, но по­сле обе­да у нас бы­ло сво­бод­ное вре­мя для игр”.

Де­ти пла­ва­ли в ре­ке, иг­ра­ли в бейс­бол, два раза в день дои­ли ко­ров, вста­ва­ли в три ча­са но­чи, что­бы встре­тить бро­дя­чую цирко­вую труп­пу, вы­учи­лись кру­тить­ся на самодель­ных па­рал­лель­ных брусь­ях и ни­ко­гда не слы­ха­ли о том, что взрос­лый че­ло­век мо­жет за­ра­бо­тать се­бе на жизнь, про­во­дя вре­мя в ла­бо­ра­то­рии и ра­бо­тая над ка­кой-то фи­зи­кой. Для них сло­во “фи­зи­ка” свя­зы­ва­лось с по­ня­ти­ем о сла­би­тель­ном (разг. physic - сла­би­тель­ное).

Курс фи­зи­ки в сред­ней шко­ле Ма­к­во­ке­ты вел сам ди­рек­тор, ко­то­рый в лет­ние ме­ся­цы за­нимался глав­ным об­ра­зом по­ис­ка­ми под­зем­ных вод при по­мо­щи раз­дво­ен­но­го оре­хо­во­го пру­ти­ка и уж во вся­ком слу­чае не очень-то ве­рил во всю эту ерун­ду, на­пе­ча­тан­ную в учеб­ни­ке: “Как это мож­но из волн сде­лать звук? Ерун­да, маль­чики, это все ерун­да?” Но за­то учи­те­ля ал­геб­ры Мил­ли­кен с ува­же­ни­ем вспо­ми­нал всю жизнь.

Ко­гда ему ис­пол­ни­лось во­сем­на­дцать, он по­ступил в Обер­лин­ский кол­ледж - брат его ба­бушки был од­ним из ос­но­ва­те­лей это­го учеб­но­го за­ве­де­ния. На вто­ром кур­се кол­лед­жа он вновь про­слу­шал курс лек­ций по фи­зи­ке, ко­то­рые бы­ли ни­чуть не ве­се­лее тех, что ему чи­та­ли в сред­ней шко­ле. На­вы­ки в спор­тив­ных иг­рах и ат­ле­ти­ке, при­об­ре­тен­ные в дет­ст­ве на зад­них дво­рах, по­могли ему по­лу­чить ме­сто пре­по­да­ва­те­ля гим­настики, а до­ход от пре­по­да­ва­ния фи­зи­ки в сред­ней шко­ле еще бо­лее ук­ре­пил его финан­совое по­ло­же­ние.

Мил­ли­кен, на­до ска­зать, доб­ро­со­ве­ст­но от­носился к сво­им пре­по­да­ва­тель­ским обя­зан­но­стям. Что­бы ид­ти впе­ре­ди сво­их уче­ни­ков, он изу­чал все учеб­ни­ки, ка­кие толь­ко мог дос­тать. В то вре­мя в аме­ри­кан­ских кол­лед­жах бы­ло все­го две кни­ги по фи­зи­ке - пе­ре­ве­ден­ные с фран­цуз­ско­го язы­ка ра­бо­ты Га­но и Де­ша­не­ля.

При та­ких об­стоя­тель­ст­вах Мил­ли­кен дей­ствительно хо­ро­шо нау­чил пред­мет.

По окон­ча­нии кол­лед­жа в 1891 го­ду Мил­ли­кен про­дол­жал пре­по­да­вать фи­зи­ку в Обер­ли­не, по­лу­чая не­боль­шое жа­ло­ва­нье. Он был вынуж­ден за­ни­мать­ся этим, ибо, как го­во­рил он сам, “в тот год де­прес­сии ни­ка­кой ва­кан­сии не бы­ло”. Од­на­ко пре­по­да­ва­те­ли Обер­ли­на зна­чи­тель­но серь­ез­нее от­но­си­лись к ро­ли Мил­ли­ке­на в нау­ке, чем он сам, и без его ве­до­ма на­пра­ви­ли его до­кументы в Ко­лум­бий­ский уни­вер­си­тет. Ему бы­ла пред­ло­же­на сти­пен­дия, и Мил­ли­кен по­сту­пил в уни­вер­си­тет, ибо дру­гой воз­мож­но­сти по­лу­чать ре­гу­ляр­но 700 дол­ла­ров у не­го не бы­ло. В Колум­бийском уни­вер­си­те­те он впер­вые встре­тил­ся с людь­ми, глу­бо­ко ин­те­ре­со­вав­ши­ми­ся фи­зи­кой, Мил­ли­кен ре­шил по­сле­до­вать их при­ме­ру и по­пытаться стать на­стоя­щим уче­ным, не­смот­ря на то, что уже мно­го лет тер­зал­ся со­мне­ния­ми от­но­си­тель­но сво­их спо­соб­но­стей.

В 1893 го­ду нау­ка в Аме­ри­ке бы­ла отста­лой. Толь­ко лю­ди, по­лу­чив­шие об­ра­зо­ва­ние в Ев­ро­пе, хо­ро­шо пред­став­ля­ли се­бе, как имен­но сле­ду­ет вес­ти на­уч­но-ис­сле­до­ва­тель­скую ра­бо­ту. На фи­зи­че­ском фа­куль­те­те Ко­лум­бий­ско­го уни­верситета был толь­ко один та­кой че­ло­век - про­фессор Майкл Пью­пин, по­лу­чив­ший об­ра­зо­ва­ние в Кем­брид­же. Мил­ли­кен го­во­рил: “Слу­шая курс оп­ти­ки, ко­то­рый чи­тал док­тор Пью­пин, я все боль­ше удив­лял­ся. Впер­вые в жиз­ни я встре­тил че­ло­ве­ка, ко­то­рый на­столь­ко хо­ро­шо знал анали­тические про­цес­сы, что, не го­то­вясь к за­ня­ти­ям, при­хо­дил еже­днев­но в ау­ди­то­рию и из­ла­гал свои мыс­ли в ви­де урав­не­ний. Я ре­шил по­пы­тать­ся нау­чить­ся де­лать то же са­мое”. Ко­гда срок сти­пен­дии, на­зна­чен­ный Мил­ли­ке­ну для изу­че­ния фи­зи­ки, ис­тек, она не бы­ла во­зоб­нов­ле­на: Пью­пин пред­по­чел Мил­ли­ке­ну дру­го­го кан­ди­да­та.

Ко­гда до Пью­пи­на дош­ло, что Мил­ли­кен ос­тал­ся без вся­ких средств, он заинте­ресовался им все­рь­ез. На сле­дую­щий год имен­но по на­стоя­нию Пью­пи­на Мил­ли­кен ре­шил по­ехать учить­ся в Гер­ма­нию. Мил­ли­ке­ну при­шлось приз­наться, что у не­го нет средств, и Пью­пин дал ему взай­мы не­об­хо­ди­мую сум­му. Пью­пин хо­тел по­да­рить ему эти день­ги, но Мил­ли­кен не согла­сился и вру­чил Пью­пи­ну рас­пис­ку в по­лу­че­нии де­нег.

Пе­ред са­мым отъ­ез­дом Мил­ли­кен встре­тил­ся еще с од­ним че­ло­ве­ком, сыг­рав­шим значи­тельную роль в его жиз­ни. Во вре­мя лет­ней сес­сии Мил­ли­кен по­бы­вал в не­дав­но от­кры­том Чи­каг­ском уни­вер­си­те­те, где по­зна­ко­мил­ся с А. А. Май­кель­со­ном. Ни один че­ло­век ни­ко­гда не про­из­во­дил на мо­ло­до­го уче­но­го столь силь­ного впе­чат­ле­ния. Здесь же он в 1895 году по­лу­чил док­тор­скую сте­пень.

Мил­ли­кен на­хо­дил­ся в Ев­ро­пе (ра­бо­та­ет в Бер­лин­ском и Гет­тин­ген­ском уни­вер­си­те­тах), ко­гда за се­рией экс­пе­ри­мен­таль­ных ра­бот по­сле­до­вал гран­диозный взрыв всех клас­си­че­ских тео­рий. В 1895 и 1896 го­дах про­зву­ча­ли в нау­ке име­на Бек­ке­ре­ля, Рент­ге­на, Кю­ри и Том­со­на.

Бро­же­ние еще про­дол­жа­лось, ко­гда ле­том 1896 го­да Милли­кен по­лу­чил от А. А. Май­кель­со­на те­ле­грам­му с пред­ло­же­ни­ем за­нять ме­сто ас­си­стен­та в Чи­каг­ском уни­вер­си­те­те. Мил­ли­ке­ну бы­ло то­гда 28 лет. “Я от­дал мою оде­ж­ду вме­сте с че­мо­да­ном в за­клад ка­пи­та­ну од­но­го из су­дов Аме­ри­кан­ской транс­порт­ной ли­нии, за­верив ком­па­нию, что я вы­пла­чу ка­пи­та­ну стои­мость про­ез­да в Нью-Йор­ке и толь­ко по­сле это­го при­ду за ве­ща­ми”.

Сле­дую­щие две­на­дцать лет Мил­ли­кен про­вел в об­ста­нов­ке не­уто­ми­мой на­уч­ной активно­сти, ха­рак­тер­ной для Чи­ка­го в на­ча­ле ве­ка. Чи­каг­ский уни­вер­си­тет со­брал в сво­их сте­нах мо­ло­дых лю­дей, ко­то­рых в ско­ром вре­ме­ни ожи­да­ла ши­ро­кая из­вест­ность: ас­тро­но­ма Джорд­жа Гей­ля, ис­то­ри­ка Джейм­са Бре­сте­да, эко­но­ми­ста Сте­фе­на Ли­ко­на, Ро­бер­та Ло­вет­та и мно­гих, мно­гих дру­гих. В од­ном пан­сио­не с Мил­ли­ке­ном про­жи­ва­ли двое юно­шей: Тор­стейн Веб­лен и Га­рольд Икс.

Пер­вые го­ды, про­ве­ден­ные в Чи­ка­го, Мил­ликен по­свя­тил на­пи­са­нию удо­бо­ва­ри­мых аме­ри­кан­ских учеб­ни­ков по фи­зи­ке и за­бо­там о сво­ей мо­ло­дой се­мье. Май­кель­сон взва­лил на не­го всю пре­по­да­ва­тель­скую ра­бо­ту, ко­то­рая не со­от­вет­ст­во­ва­ла нра­ву ста­ри­ка.

В го­ды пер­вой ми­ро­вой вой­ны (1914-1918) Мил­ли­кен был заместителем пред­се­да­те­ля на­цио­наль­но­го ис­сле­до­ва­тель­ско­го со­ве­та (раз­ра­ба­ты­вал ме­тео­ро­ло­ги­че­ские при­бо­ры для об­на­ру­же­ния под­вод­ных ло­док).

Мил­ли­кен на­чал серь­ез­но за­ни­мать­ся на­учно-ис­сле­до­ва­тель­ской ра­бо­той, ко­гда ему бы­ло поч­ти со­рок лет. Про­бле­мы для исследова­ния обыч­но вы­би­ра­лись им из чис­ла тех, кото­рые так по­тря­си уче­ный мир, ко­гда он еще был в Ев­ро­пе. Мил­ли­кен. по­не­во­ле став­ший фи­зи­ком, по­ста­вил два экс­пе­ри­мен­та, ко­то­рые и по­ны­не яв­ля­ют­ся клас­си­че­ским об­раз­цом изя­ще­ст­ва за­мыс­ла и вы­пол­не­ния. Он за­слу­жил по­лу­чен­ную им Но­бе­лев­скую пре­мию (в 1923 го­ду).

**Та­ин­ст­вен­ное чет­вер­тое со­стоя­ние ма­те­рии**

Вспо­ми­ная свою жизнь, Мил­ли­кен го­во­рил, что боль­ше все­го ему по­вез­ло, ко­гда Пью­пин не взял его сво­им ас­си­стен­том. Ес­ли бы это про­изош­ло, Мил­ли­кен ни­ко­гда не по­пал бы за гра­ни­цу и не ока­зал­ся бы в Ев­ро­пе, ко­гда со­временная фи­зи­ка толь­ко на­чи­на­лась по-на­стоя­ще­му.

4 ян­ва­ря 1896 го­да Виль­гельм Кон­рад фон Рент­ген вы­сту­пил с док­ла­дом в Вюрц­бур­ге на за­се­да­нии Вюрц­бург­ско­го фи­зи­ко-ма­те­ма­ти­че­ско­го об­ще­ст­ва, а за­тем по­вто­рил док­лад в Бер­ли­не на еже­год­ной кон­фе­рен­ции Германско­го фи­зи­че­ско­го об­ще­ст­ва. Его со­об­ще­ние яви­лось сен­са­ци­ей для двух на­ук: Рент­ген расска­зал об от­кры­тии со­вер­шен­но но­вой фор­мы ра­диации, по­зво­лив­шей ему фо­то­гра­фи­ро­вать пред­ме­ты сквозь не­про­зрач­ные твер­дые эк­ра­ны. Он про­де­мон­ст­ри­ро­вал фо­то­гра­фию час­тей свое­го соб­ст­вен­но­го жи­во­го ске­ле­та - кос­тей ру­ки.

Для ме­ди­цин­ско­го ми­ра лу­чи Рент­ге­на бы­ли чу­дом, ко­то­рое сле­до­ва­ло не­мед­лен­но по­ста­вить на служ­бу ди­аг­но­сти­ке. Для ми­ра фи­зи­ки в тот мо­мент го­раз­до важ­нее бы­ло объ­яс­не­ние яв­ле­ния, не­же­ли его при­ме­не­ние. По­ис­ки это­го объ­яс­не­ния и яви­лись впослед­ствии пер­вым прыж­ком в атом­ный и суб­атом­ный мир.

Чу­дес­ные лу­чи, от­кры­тые Рент­ге­ном, име­ли уже по край­ней ме­ре со­ро­ка­лет­нюю ис­то­рию в ев­ро­пей­ской нау­ке. В 1863 го­ду фран­цуз­ский фи­зик Мас­сон на­пра­вил элек­три­че­скую ис­кру вы­со­ко­го на­пря­же­ния на стек­лян­ный со­суд, из ко­то­ро­го был вы­ка­чан поч­ти весь воз­дух. Со­суд вне­зап­но на­пол­нил­ся яр­ким не­зем­ным пур­пур­ным све­че­ни­ем.

В 60-е и 70-е го­ды про­шло­го ве­ка Гит­торф я Крукс про­дол­жи­ли изу­че­ние это­го не­обычного яв­ле­ния. Изо­бре­те­ние со­вер­шен­но­го ва­ку­ум­но­го на­со­са, по­мог­ше­го Эди­со­ну соз­дать лам­поч­ку на­ка­ли­ва­ния, да­ло воз­мож­ность Крук­су на­блю­дать та­ин­ст­вен­ное за­ре­во в ва­кууме при все умень­шаю­щем­ся дав­ле­нии. Ха­рактер све­че­ния ме­нял­ся при умень­ше­нии дав­ления в со­су­де сна­ча­ла до од­ной со­той, а по­том и до од­ной ты­сяч­ной ат­мо­сфе­ры. Оно сна­ча­ла ста­ло еще яр­че, за­тем рас­сы­па­лось на от­дель­ные сгу­ст­ки све­та и, на­ко­нец, по­ту­ск­не­ло и со­всем ис­чез­ло. Ко­гда в со­су­де соз­да­вал­ся дос­та­точ­но боль­шой ва­ку­ум, све­че­ние пропада­ло, но за­то стек­лян­ные стен­ки со­су­да на­чи­на­ли из­лу­чать при­зрач­ный зе­ле­но­ва­тый свет.

Труб­ка Крук­са по фор­ме на­по­ми­на­ла боль­шую гру­шу, на обо­их кон­цах ко­то­рой он впа­ял ме­тал­ли­че­ские пла­стин­ки. Крукс ус­та­но­вил, что све­че­ние в труб­ке объ­яс­ня­ет­ся про­хо­ж­де­ни­ем лу­чей че­рез ва­ку­ум ме­ж­ду дву­мя металли­ческими дис­ка­ми - элек­тро­да­ми, ко­гда метал­лические пла­стин­ки со­еди­ня­ли с ис­точ­ни­ком вы­сокого на­пря­же­ния. Лу­чи на­зва­ли ка­тод­ны­ми лу­ча­ми, а со­суд - ка­тод­ной лу­че­вой труб­кой.

Крукс так­же за­ме­тил, что та­ин­ст­вен­ные лу­чи, по-видимому, име­ют мас­су и ско­рость. Одна­ко при­ро­ды этих лу­чей он не по­ни­мал и счи­тал их “чет­вер­тым со­стоя­ни­ем ма­те­рии”, в отли­чие от жид­ко­го, га­зо­об­раз­но­го и твер­до­го.

В даль­ней­шем ус­та­но­ви­ли, что ка­тод­ные лу­чи име­ют элек­три­че­скую при­ро­ду, так как маг­нит, под­не­сен­ный к труб­ке, от­кло­нял по­ток лу­чей. Так же дей­ст­во­вал на них и электри­ческий ток. Дру­гие ис­сле­до­ва­те­ли до­ка­за­ли, что ка­тод­ные лу­чи мож­но на­пра­вить за преде­лы труб­ки, ес­ли по­ста­вить на их пу­ти тон­кую пла­стин­ку из алю­ми­ние­вой фоль­ги. Од­на­ко в воз­ду­хе ка­тод­ные лу­чи рас­про­стра­ня­лись на очень не­боль­шое рас­стоя­ние.

Не­ко­то­рые фи­зи­ки по­ла­га­ли, что “четвер­тое со­стоя­ние ма­те­рин” бы­ло не чем иным, как та­ин­ст­вен­ной эк­то­плаз­мой, опи­сан­ной спирита­ми. На вре­мя рез­ко воз­рос спрос на ду­хов.

Осе­нью 1895 го­да Кон­рад фон Рент­ген про­во­дил опы­ты с труб­кой Крук­са, плот­но за­вернутой в чер­ную бу­ма­гу, что­бы из­лу­че­ние не вы­рва­лось на­ру­жу. Со­вер­шен­но слу­чай­но он за­ме­тил, что в тем­ной ком­на­те “бу­маж­ный эк­ран, про­мы­тый циа­ни­дом пла­ти­ны и ба­рия, яр­ко за­го­ра­ет­ся и флуо­рес­ци­ру­ет, не­за­ви­си­мо от то­го, об­ра­бо­тан­ная или же об­рат­ная сторо­на эк­ра­на об­ра­ще­на к раз­ряд­ной труб­ке”.

Бу­маж­ный эк­ран по­ме­щал­ся на рас­стоя­нии поч­ти в шесть фу­тов от ап­па­ра­та. Рент­ген знал, что ка­тод­ные лу­чи за­став­ля­ют флуо­рес­ци­ро­вать об­ра­бо­тан­ный этим рас­тво­ром эк­ран, но на та­кое рас­стоя­ние ка­тод­ные лу­чи ни­ко­гда не про­никали! Он об­на­ру­жил вско­ре, что все ве­ще­ст­ва в той или иной сте­пе­ни про­ни­цае­мы для этих та­ин­ст­вен­ных но­вых лу­чей. Толь­ко сви­нец ока­зался не­про­зрач­ным для них.

Рент­ген за­ме­тил так­же, что лу­чи эти за­свечивали су­хие фо­то­пла­стин­ки и плен­ку, и это по­зво­ля­ло при­ме­нять луч и для фо­то­съем­ки. Он до­б­рал­ся и до ис­точ­ни­ка лу­чей. Они возника­ли в том мес­те на по­верх­но­сти стек­ла, на кото­рое па­да­ли ка­тод­ные лу­чи при вы­со­ком напря­жении. Рент­ген то­гда зая­вил, что но­вые лу­чи мож­но по­лу­чить, на­пра­вив ка­тод­ные лу­чи на твер­дое те­ло. Что­бы под­твер­дить это, он скон­струировал труб­ку, из­лу­чав­шую бо­лее интен­сивный по­ток но­вых лу­чей, ко­то­рым за неиме­нием луч­ше­го он дал на­зва­ние “икс - лу­чи” (X - не­из­вест­ное).

Уже че­рез не­сколь­ко ме­ся­цев по­сле со­об­ще­ние Рент­ге­на его труб­ка на­шла разнообраз­ное при­ме­не­ние в ме­ди­ци­не для об­сле­до­ва­ния пе­ре­ло­мов, глу­бо­ких ра­не­ний и внут­рен­не­го строе­ния че­ло­ве­че­ско­го те­ла.

На­уч­ные жур­на­лы ве­ду­щих стран бы­ли за­полнены стать­я­ми фи­зи­ков, по­вто­ряв­ших опы­ты Рент­ге­на и ка­ж­дый раз по-но­во­му объ­яс­няв­ших это яв­ле­ние. Сам Рент­ген все еще не по­ни­мал сущ­но­сти сво­его от­кры­тия и го­во­рил, что это “про­доль­ные виб­ра­ции в эфи­ре”.

От­кры­тие Рент­ге­на за­ста­ви­ло мно­гих фи­зи­ков бо­лее тща­тель­но ис­сле­до­вать яв­ле­ние флуо­рес­цен­ции.

**Ра­дио­ак­тив­ность и фо­то­элек­три­че­ский эф­фект**

Ме­сяц спус­тя Ан­ри Бек­ке­рель по­ста­вил опыт, ис­сле­дуя флуо­рес­ци­рую­щие свой­ст­ва двой­но­го суль­фа­та ура­на и ка­лия. Ко­гда неко­торые ве­ще­ст­ва, по­сле то­го, как их по­дер­жа­ли на све­ту, на­чи­на­ли све­тить­ся в тем­но­те, про них го­во­ри­ли, что они флуо­рес­ци­ру­ют. Бы­ло извест­но мно­же­ст­во та­ких ве­ществ, и од­ним из них был при­ме­нен­ный Бек­ке­ре­лем уран.

В экс­пе­ри­мен­те Бек­ке­ре­ля ура­но­вая соль сна­ча­ла под­вер­га­лась дей­ст­вию сол­неч­но­го све­та, а по­том из­ме­ря­лись ее флуо­рес­ци­рую­щие свой­ст­ва. Как-то ис­пор­ти­лась по­го­да, и Бек­ке­рель от­ло­жил пре­па­рат в сто­ро­ну на несколь­ко дней. Со­вер­шен­но слу­чай­но соль ока­за­лась в од­ном ящи­ке сто­ла с гор­кой фо­то­гра­фи­че­ских пла­сти­нок. Вто­рой слу­чай­но­стью бы­ло то, что Бек­ке­рель ре­шил про­ве­рить фо­то­пла­стин­ки пе­ред во­зоб­нов­ле­ни­ем опы­та.

Он про­явил пер­вую пла­стин­ку, ле­жав­шую свер­ху, и, к сво­ему удив­ле­нию, об­на­ру­жил, что она за­све­че­на, при­чем за­све­чен­ное пят­но име­ло та­кую фор­му, слов­но что-то от­бра­сы­ва­ло при за­све­чи­ва­нии тень на пла­стин­ку. Ища объ­яс­не­ние, Бек­ке­рель об­на­ру­жил, что ес­ли рас­сматривать пят­но с не­ко­то­рой до­лей воображе­ния оно на­чи­на­ет на­по­ми­нать по фор­ме метал­лический диск, в ко­то­ром хра­ни­лась ура­но­вая соль. Слу­чись это рань­ше, Бек­ке­рель вы­бро­сил бы пла­стин­ку и за­был про нее. Но шум во­круг икс - лу­чей за­ста­вил всех фи­зи­ков насторо­житься. Бек­ке­рель ре­шил ра­зо­брать­ся в про­исходящем до кон­ца.

Он вновь вы­ста­вил ура­но­вую соль на сол­нечный свет. а по­том по­мес­тил ее в тем­ный ящик сто­ла по­верх фо­то­пла­стин­ки, за­вер­ну­той в чер­ную бу­ма­гу. И сно­ва ура­но­вый суль­фат за­све­тил пла­стин­ку.

В те­че­ние не­сколь­ких ме­ся­цев Бек­ке­ре­лю ка­за­лось, что для то­го, что­бы за­све­тить плас­тинку, суль­фат ура­на нуж­но пред­ва­ри­тель­но по­дер­жать в сол­неч­ных лу­чах.

Но вско­ре он об­на­ру­жил, что пре­па­рат ура­но­во­го суль­фа­та, и не бу­ду­чи под­верг­нут дей­ст­вию сол­неч­но­го све­та, за­све­чи­ва­ет плас­тинку с не­мень­шей ин­тен­сив­но­стью. Яв­ле­ние ка­за­лось та­ин­ст­вен­ным, не­по­сти­жи­мым. За­тем Бек­ке­рель от­крыл, что чис­тый уран, не яв­лявшийся флуо­рес­ци­рую­щим ве­ще­ст­вом, про­изводит еще бо­лее силь­ное дей­ст­вие на фото­пластинку, чем ура­но­вое со­еди­не­ние, так что флуо­рес­цен­цию мож­но бы­ло сбро­сить со сче­тов. Да­лее Бек­ке­рель об­на­ру­жил, что эти невиди­мые лу­чи, ис­пус­кае­мые ура­ном, об­ла­да­ли свой­ством раз­ря­жать те­ла, не­су­щие элек­три­че­ский за­ряд. То же свой­ст­во от­крыл Рент­ген и у икс - лу­чей. Бек­ке­рель на­звал это не­из­вест­ное до той по­ры яв­ле­ние “ра­дио­ак­тив­но­стью”.

Лу­чи Бек­ке­ре­ля (их на­зва­ли имен­но так) бы­ли столь же уди­ви­тель­ны, как и рент­ге­нов­ские лу­чи, и вы­зы­ва­ли у фи­зи­ков рав­ный ин­те­рес. Два ас­си­стен­та Бек­ке­ре­ля - Пьер Кю­ри и его же­на Ма­рия ста­ли раз­ра­ба­ты­вать эту про­бле­му. По про­ше­ст­вии не­ко­то­ро­го вре­ме­ни они обна­ружили, что су­ще­ст­ву­ют два дру­гих хи­ми­че­ских эле­мен­та с те­ми же свой­ст­ва­ми. Оба они не бы­ли ра­нее из­вест­ны нау­ке. Один из них был на­зван по­ло­ни­ем - в честь ро­ди­ны г-жи Кю­ри, дру­гой - ра­ди­ем.

Ка­за­лось, что ве­ли­кие клас­си­че­ские тео­рии фи­зи­ки по­тря­се­ны до са­мо­го ос­но­ва­ния. Фи­зи­ки по­ла­га­ли, что икс - лу­чи оп­ро­вер­га­ют за­ко­ны Мак­свел­ла, но по­том Рент­ген до­ка­зал, что они не про­ти­во­ре­чат эфир­ной тео­рии, так как обла­дают нор­маль­ны­ми оп­ти­че­ски­ми свой­ст­ва­ми - от­ра­же­ни­ем, реф­рак­ци­ей и ин­тер­фе­рен­ци­ей. Яв­ле­ние ра­дио­ак­тив­но­сти, за­ме­чен­ное Бек­ке­ре­лем, ка­за­лось, оз­на­ча­ло ко­нец кра­си­вой тео­рии со­хра­не­ния энер­гии. Ка­ким об­ра­зом ве­ще­ст­во без ус­та­ли вы­ра­ба­ты­ва­ет энер­гию, по всей оче­вид­но­сти, ни­как не по­пол­няя ее за­па­сов?

Лю­бо­пыт­ное от­кры­тие бы­ло сде­ла­но в 1887 го­ду. Ген­рих Герц об­на­ру­жил, что ультра­фиолетовый свет, па­дая на элек­трод, ко­то­рый при­сое­ди­нен к це­пи с вы­со­ким на­пря­же­ни­ем, за­став­ля­ет ис­кру от­ска­ки­вать зна­чи­тель­но даль­ше. Дж. Дж. Том­сон до­ка­зал, что это проис­ходит из-за то­го, что ульт­ра­фио­ле­то­вый свет соз­да­ет на по­верх­но­сти ме­тал­ла от­ри­ца­тель­ный за­ряд. Яв­ле­ние по­лу­чи­ло на­зва­ние “фо­то­элек­три­че­ский эф­фект”.

От­кры­тие икс - лу­чей за­ста­ви­ло фи­зи­ков не толь­ко при­сталь­нее при­смот­реть­ся к яв­ле­нию флуо­рес­цен­ции, но и по­бу­ди­ло их вер­нуть­ся к при­ро­де ка­тод­ных лу­чей. Су­ще­ст­во­ва­ли две точ­ки зре­ния. Не­мец­кие уче­ные по­ла­га­ли, что ка­тод­ные лу­чи в труб­ке пред­став­ля­ют со­бой виб­ра­ции в эфи­ре. Анг­лий­ские фи­зи­ки склон­ны бы­ли счи­тать эти лу­чи за­ря­жен­ны­ми электри­чеством час­ти­ца­ми, как это пред­ска­зы­вал Бенд­жа­мен Франк­лин. Вы­даю­щим­ся вы­ра­зи­те­лем анг­лий­ской шко­лы был Дж. Дж. Том­сон.

В 1897 го­ду Том­сон опуб­ли­ко­вал класси­ческую ста­тью под на­зва­ни­ем “Ка­тод­ные лу­чи”, в ко­то­рой он сде­лал об­зор всех опы­тов с ка­тодными лу­ча­ми. Ста­тья вклю­ча­ла так­же опи­сание не­ко­то­рых из его соб­ст­вен­ных опы­тов. Он при­шел к вы­во­ду, что ка­тод­ный луч - это на са­мом де­ле по­ток дви­жу­щих­ся при вы­со­ком на­пря­же­нии от­ри­ца­тель­но за­ря­жен­ных час­тиц го­раз­до мень­ше­го раз­ме­ра, чем са­мый ма­лый атом. Ис­поль­зуя пред­ло­жен­ное Сто­ни на­зва­ние, Том­сон дал этой час­ти­це имя “элек­трон”. Он ут­вер­ждал, что фо­то­элек­три­че­ский эф­фект есть не что иное, как вы­би­ва­ние этих элек­тро­нов из ме­тал­ли­че­ской по­верх­но­сти лу­чом ультрафиоле­тового све­та. Том­сон на­стаи­вал и на том, что элек­трон был так­же со­став­ной ча­стью лу­чей Бек­ке­ре­ля.

Ут­вер­жде­ние Том­со­на ка­за­лось фантасти­ческим це­ло­му по­ко­ле­нию уче­ных, ко­то­рые не хо­те­ли при­зна­вать ги­по­те­зу, что ма­те­рия состо­ит из ато­мов. Пред­по­ло­же­ние, что су­ще­ст­ву­ет час­ти­ца еще мень­шая, чем атом, вы­зва­ло бу­рю. Не­ко­то­рые уче­ные бы­ли го­то­вы со­гла­сить­ся с тем, что элек­три­че­ст­во - это по­ток очень ма­лень­ких час­тиц, имею­щих элек­три­че­ский за­ряд, но еще на­до бы­ло до­ка­зать, что ка­ж­дая та­кая час­ти­ца об­ла­да­ла оп­ре­де­лен­ной мас­сой и опре­деленным элек­три­че­ским за­ря­дом. Нуж­но бы­ло про­вес­ти опыт, что­бы раз и на­все­гда до­ка­зать, что элек­тро­ны су­ще­ст­ву­ют на са­мом де­ле.

В 90-х го­дах про­шло­го ве­ка был все же один не­мец­кий уче­ный, ко­то­рый не раз­де­лял эфир­ную тео­рию икс - лу­чей. Его зва­ли Аль­берт Эйн­штейн. На это­го уче­но­го про­из­вел глу­бо­кое впе­чат­ле­ние опыт Май­кель­со­на с интерферо­метром. И еще один не­мец воз­ра­жал про­тив эфир­ной тео­рии - Макс Планк. Он сде­лал в рав­ной сте­пе­ни ра­ди­каль­ное пред­по­ло­же­ние: лу­чевую энер­гию, т. е. свет, сле­ду­ет пред­став­лять в ви­де “кван­тов”, или мель­чай­ших час­тиц. Эйн­штейн ис­поль­зо­вал кван­то­вую тео­рию План­ка для объ­яс­не­ния фо­то­элек­три­че­ско­го эф­фек­та и со­ста­вил изу­ми­тель­ное по кра­со­те сум­мирующее урав­не­ние. Но в то вре­мя мыс­ли Эйн­штей­на о фо­то­элек­три­че­ском эф­фек­те не встре­ти­ли до­ве­рия.

Мил­ли­кен - один из не­мно­гих американ­ских ас­пи­ран­тов, ра­бо­тав­ших то­гда в Ев­ро­пе, - был тем че­ло­ве­ком, ко­то­ро­му су­ж­де­но бы­ло пос­ле дол­гих лет тру­дов и раз­ду­мий по­ста­вить два важ­ней­ших экс­пе­ри­мен­та эпо­хи: один опыт под­твер­дил пра­виль­ность элек­трон­ной тео­рии Том­со­на; вто­рой дал до­ка­за­тель­ст­во тео­рии фо­тоэлектрического эф­фек­та Эйн­штей­на и то­го, что кван­то­вая тео­рия - не­что боль­шее, чем “бред” ма­те­ма­ти­ка.

**Элек­трон на ка­п­ле мас­ла**

“К кон­цу пер­во­го де­ся­ти­ле­тия, про­ве­ден­но­го в Чи­каг­ском уни­вер­си­те­те (1906 год), я все еще был пре­по­да­ва­те­лем-ас­си­стен­том, - пи­сал Ро­берт Мил­ли­кен. - У ме­ня рос­ло двое сы­но­вей. Я на­чал стро­ить дом, рас­счи­ты­вая оп­ла­тить рас­хо­ды за счет мо­их го­но­ра­ров, но я знал, что до сих пор не за­ни­мал сколь­ко-ни­будь за­мет­но­го мес­та сре­ди фи­зи­ков-исследо­вателей”.

Учеб­ник, над ко­то­рым он ра­бо­тал, был уже в из­да­тель­ст­ве. На­ко­нец он смог при­сту­пить к ин­тен­сив­ной ис­сле­до­ва­тель­ской ра­бо­те. В его уче­ной карь­е­ре на­чал­ся но­вый этап.

“Все фи­зи­ки ин­те­ре­со­ва­лись ве­ли­чи­ной элек­три­че­ско­го за­ря­да элек­тро­на, и, тем не ме­нее, до сих пор не уда­лось ее из­ме­рить...”

Мно­го по­пы­ток про­вес­ти это ре­шаю­щее из­ме­ре­ние уже пред­при­нял Дж. Дж. Том­сон, но про­шло де­сять лет ра­бо­ты, и ас­си­стент Том­со­на Г. Виль­сон со­об­щил, что по­сле один­на­дца­ти раз­лич­ных из­ме­ре­ний они по­лу­чи­ли один­на­дцать раз­лич­ных ре­зуль­та­тов.

Пре­ж­де чем на­чать ис­сле­до­ва­ния по свое­му соб­ст­вен­но­му ме­то­ду, Мил­ли­кен ста­вил опы­ты по ме­то­ду, при­ме­няв­ше­му­ся в Кембридж­ском уни­вер­си­те­те. Тео­ре­ти­че­ская часть экспе­римента за­клю­ча­лась в сле­дую­щем. Мас­са те­ла оп­ре­де­ля­лась пу­тем из­ме­ре­ния дав­ле­ния, про­из­во­ди­мо­го те­лом под воз­дей­ст­ви­ем си­лы тя­же­сти на ча­шу ве­сов. Ес­ли со­об­щить беско­нечно ма­лой час­ти­це ве­ще­ст­ва элек­три­че­ский за­ряд и ес­ли при­ло­жить на­прав­лен­ную вверх элек­три­че­скую си­лу, рав­ную си­ле тя­же­сти, на­прав­лен­ной вниз, то эта час­ти­ца бу­дет на­ходиться в со­стоя­нии рав­но­ве­сия, и фи­зик мо­жет рас­счи­тать ве­ли­чи­ну элек­три­че­ско­го заря­да. Ес­ли в дан­ном слу­чае час­ти­це бу­дет сооб­щен элек­три­че­ский за­ряд од­но­го элек­тро­на, мож­но бу­дет вы­счи­тать ве­ли­чи­ну это­го за­ря­да.

Кем­бридж­ская тео­рия бы­ла впол­не логич­ной, но фи­зи­ки ни­как не мог­ли соз­дать при­бор, при по­мо­щи ко­то­ро­го мож­но бы­ло бы за­ни­мать­ся ис­сле­до­ва­ния­ми от­дель­ных час­тиц ве­ществ. Им при­хо­ди­лось до­воль­ст­во­вать­ся на­блю­де­ни­ем за по­ве­де­ни­ем об­ла­ка из водя­ных ка­пель, за­ря­жен­ных элек­три­че­ст­вом. В ка­мере, воз­дух из ко­то­рой был час­тич­но уда­лен, соз­да­ва­лось об­ла­ко па­ра. К верх­ней час­ти ка­меры под­во­дил­ся ток. Че­рез оп­ре­де­лен­ное вре­мя ка­пель­ки ту­ма­на в об­ла­ке ус­по­каи­ва­лись. За­тем сквозь ту­ман про­пус­ка­ли икс - лу­чи, и водя­ные ка­п­ли по­лу­ча­ли элек­три­че­ский за­ряд.

При этом ис­сле­до­ва­те­ли по­ла­га­ли, что элек­три­че­ская си­ла, на­прав­лен­ная вверх, к на­ходящейся под вы­со­ким на­пря­же­ни­ем крыш­ке ка­ме­ры, долж­на яко­бы удер­жи­вать ка­п­ли от па­де­ния. Од­на­ко на де­ле не вы­пол­ня­лось ни од­но из слож­ных ус­ло­вий, при ко­то­рых, и толь­ко при ко­то­рых, час­ти­цы мог­ли бы на­хо­дить­ся в со­стоя­нии рав­но­ве­сия.

Мил­ли­кен на­чал ис­кать но­вый путь реше­ния про­бле­мы. Де­ло бы­ло не в ап­па­ра­те, а в том, как им поль­зо­вать­ся. Он внес в его кон­струкцию ряд не­боль­ших из­ме­не­ний, ко­то­рые “впер­вые по­зво­ли­ли про­вес­ти все из­ме­ре­ния на од­ной и той же от­дель­ной ка­пель­ке”.

“В ка­че­ст­ве пер­во­го ша­га в об­лас­ти усо­вер­шен­ст­во­ва­ния в 1906 го­ду скон­ст­руи­ро­вал не­боль­шую по га­ба­ри­там ба­та­рею на 10 ты­сяч вольт (что са­мо по се­бе бы­ло в то вре­мя не­ма­лым дос­ти­же­ни­ем), ко­то­рая соз­да­ва­ла по­ле, дос­та­точ­но силь­ное для то­го, что­бы удер­живать верх­нюю по­верх­ность об­ла­ка Виль­сона в под­ве­шен­ном, как “гроб Ма­го­ме­та”, со­стоя­нии. Ко­гда у ме­ня все бы­ло го­то­во и ко­гда об­ра­зо­ва­лось об­ла­ко, я по­вер­нул выклю­чатель и об­ла­ко ока­за­лось в элек­три­че­ском по­ле. В то же мгно­ве­ние оно на мо­их гла­зах рас­тая­ло, дру­ги­ми сло­ва­ми - от це­ло­го об­ла­ка не ос­та­лось и ма­лень­ко­го ку­соч­ка, ко­то­рый мож­но бы­ло бы на­блю­дать при по­мо­щи конт­рольного оп­ти­че­ско­го при­бо­ра, как это де­лал Виль­сон и со­би­рал­ся сде­лать я. Как мне снача­ла по­ка­за­лось, бес­след­ное ис­чез­но­ве­ние обла­ка в элек­три­че­ском по­ле ме­ж­ду верх­ней и ниж­ней пла­сти­на­ми оз­на­ча­ло, что экс­пе­ри­мент за­кон­чил­ся без­ре­зуль­тат­но... Од­на­ко, по­вто­рив опыт, я ре­шил, что это яв­ле­ние го­раз­до бо­лее важ­ное, чем я пред­по­ла­гал. По­втор­ные опы­ты по­ка­за­ли, что по­сле рас­сеи­ва­ния об­ла­ка в мощ­ном элек­три­че­ском по­ле на его мес­те мож­но бы­ло раз­ли­чить не­сколь­ко от­дель­ных во­дя­ных ка­пель”.

Соз­да­вая мощ­ное элек­три­че­ское по­ле, Мил­ли­кен не­из­мен­но рас­сеи­вал об­ла­ко. От не­го ос­та­ва­лось очень не­боль­шое чис­ло час­тиц, мас­са и элек­три­че­ский за­ряд ко­то­рых находи­лись в иде­аль­ном рав­но­ве­сии. На са­мом де­ле, имен­но те ка­п­ли, ко­то­рые бы­ли те­перь уда­ле­ны из ка­ме­ры, на­ру­ша­ли все пред­ше­ст­во­вав­шие из­ме­ре­ния.

“Я на­блю­дал при по­мо­щи мое­го коротко­фокусного те­ле­ско­па за по­ве­де­ни­ем этих на­хо­дя­щих­ся в рав­но­ве­сии ка­пе­лек в элек­три­че­ском по­ле. Не­ко­то­рые из них на­чи­на­ли мед­ленно дви­гать­ся вниз, а за­тем, по­сте­пен­но те­ряли вес в ре­зуль­та­те ис­па­ре­нии, ос­та­нав­ли­ва­лись, по­во­ра­чи­ва­лись... и мед­лен­но на­чи­на­ли дви­гать­ся вверх, так как си­ла тя­же­сти все умень­ша­лась вслед­ст­вие ис­па­ре­ния... Ес­ли элек­три­че­ское по­ле вне­зап­но ис­че­за­ло, все на­ходящиеся в рав­но­ве­сии ка­пель­ки, по­хо­жие на звез­доч­ки на тем­ном по­ле, на­чи­на­ли па­дать - од­ни мед­лен­но, дру­гие го­раз­до бы­ст­рее. Эти по­след­ние ка­пель­ки ока­за­лись во взве­шен­ном со­стоя­нии по­то­му, что они не­сли на се­бе два, три, че­ты­ре, пять и боль­ше элек­тро­нов вме­сто од­но­го... Это бы­ло, на­ко­нец, пер­вое от­чет­ли­вое, яс­ное и не­дву­смыс­лен­ное до­ка­за­тель­ст­во то­го, что элек­три­че­ст­во еди­но по струк­ту­ре”.

Это по­след­нее на­блю­де­ние бы­ло в то вре­мя фак­ти­че­ски зна­чи­тель­но бо­лее важ­ным, чем из­ме­ре­ние за­ря­да элек­тро­на.

Мил­ли­кен за­кон­чил пер­вые из­ме­ре­ния за­ряда элек­тро­на в сен­тяб­ре 1909 го­да и незамед­лительно вы­сту­пил с со­об­ще­ни­ем на совеща­нии Бри­тан­ской ас­со­циа­ции со­дей­ст­вия нау­ке в Вин­ни­пе­ге. Хо­тя его име­ни не бы­ло в спи­ске док­лад­чи­ков, ему да­ли воз­мож­ность вы­сту­пить. Прав­да, он не пи­тал ни­ка­ких ил­лю­зий. Он хоро­шо по­ни­мал, что ре­зуль­та­ты его опы­тов явля­ются лишь пред­ва­ри­тель­ны­ми и что с по­мо­щью бо­лее со­вер­шен­ных в тех­ни­че­ском от­но­ше­нии при­бо­ров мо­гут быть по­лу­че­ны бо­лее точ­ные дан­ные.

“Воз­вра­ща­ясь в Чи­ка­го с это­го со­ве­ща­ния, я смот­рел из ок­на мо­ей поч­то­вой ка­ре­ты на рав­ни­ны Ма­ни­то­бы и вне­зап­но ска­зал се­бе: “Ка­кой глу­пец! Пы­тать­ся та­ким гру­бым спо­собом пре­кра­тить ис­па­ре­ние во­ды в во­дя­ных ка­пель­ках в то вре­мя, как че­ло­ве­че­ст­во за­тратило по­след­ние три­ста лет на усовершен­ствование мас­ла для смаз­ки ча­сов, стре­мясь по­лу­чить сма­зоч­ное ве­ще­ст­во, ко­то­рое вооб­ще не ис­па­ря­ет­ся!”

Ко­гда я вер­нул­ся в Чи­ка­го, у вхо­да в лабо­раторию я встре­тил Май­кель­со­на. Мы усе­лись на по­ро­ге и на­ча­ли бол­тать. Я спро­сил его, на­сколь­ко, по его мне­нию, точ­но из­ме­рил он ско­рость све­та. Он от­ве­тил, что из­ме­ре­ние про­изведено с точ­но­стью при­мер­но до од­ной де­сятитысячной. “Так вот, - ска­зал я, - я приду­маю ме­тод, при по­мо­щи ко­то­ро­го я смо­гу опре­делить ве­ли­чи­ну за­ря­да элек­тро­на с точ­но­стью до од­ной ты­сяч­ной, или грош мне це­на”.

Я не­мед­лен­но на­пра­вил­ся в мас­тер­скую и по­про­сил ме­ха­ни­ка из­го­то­вить воз­душ­ный кон­денсатор, со­стоя­щий из двух круг­лых ла­тун­ных пла­стин око­ло 10 дюй­мов в диа­мет­ре, ко­то­рые бы­ли бы за­кре­п­ле­ны на рас­стоя­нии при­мер­но шес­ти де­ся­тых дюй­ма од­на от дру­гой. В цен­тре верх­ней пла­сти­ны бы­ло про­свер­ле­но не­сколь­ко по­лу­мил­ли­мет­ро­вых от­вер­стий, сквозь ко­то­рые ка­пель­ки сма­зоч­но­го мас­ла, по­сту­паю­щие из рас­пы­ли­те­ля, мог­ли бы по­пасть в про­стран­ст­во ме­ж­ду пла­сти­на­ми. К пла­сти­нам бы­ли подклю­чены вы­во­ды мо­ей ба­та­реи на 10 ты­сяч вольт”... Мил­ли­кен на­ме­ре­вал­ся за­ря­дить ка­пель­ки мас­ла при по­мо­щи по­то­ка икс -лу­чей, как он де­лал это рань­ше с во­дой.

В те­че­ние трех лет, с 1909 по 1912 год, он по­свя­щал все свое вре­мя опы­там над капель­ками сма­зоч­но­го мас­ла.

“Ме­ня за­ча­ро­вы­ва­ла та аб­со­лют­ная уве­ренность, с ко­то­рой мож­но бы­ло точ­но пересчи­тать ко­ли­че­ст­во элек­тро­нов, си­дев­ших на дан­ной ка­п­ле, будь это один элек­трон или лю­бое их чис­ло, до сот­ни вклю­чи­тель­но. Для это­го тре­бовалось лишь за­ста­вить ис­сле­дуе­мую ка­п­лю про­де­лать боль­шую се­рию пе­ре­ме­ще­нии вверх и вниз, точ­но из­ме­рив вре­мя, по­тра­чен­ное ею на ка­ж­дое пе­ре­ме­ще­ние, а за­тем вы­счи­тать наи­меньшее об­щее крат­ное до­воль­но боль­шой се­рии ско­ро­стей.

Для то­го что­бы по­лу­чить не­об­хо­ди­мые дан­ные по од­ной от­дель­ной ка­п­ле, ино­гда тре­бовалось не­сколь­ко ча­сов. Од­на­ж­ды г-жа Мил­ликен и я при­гла­си­ли к обе­ду гос­тей. Ко­гда про­би­ло шесть ча­сов, у ме­ня бы­ла все­го лишь по­ло­ви­на не­об­хо­ди­мых мне дан­ных. По­это­му я вы­ну­ж­ден был по­зво­нить г-же Мил­ли­кен по те­ле­фо­ну и ска­зать, что уже в те­че­ние полуто­ра ча­сов на­блю­даю за ио­ном и дол­жен закон­чить ра­бо­ту. Я про­сил ее обе­дать без ме­ня. Позд­нее гос­ти осы­па­ли ме­ня ком­пли­мен­та­ми по по­во­ду мое­го при­стра­стия к до­маш­не­му хо­зяйству, по­то­му что, как они объ­яс­ня­ли, г-жа Мил­ли­кен со­об­щи­ла им, что я в те­че­ние по­лутора ча­сов сти­рал и гла­дил и дол­жен был за­кон­чить ра­бо­ту”(англ. “watch an ion”- на­блю­дать за ио­ном; “washed and ironed” - сти­рал и гла­дил).

Мил­ли­кен опуб­ли­ко­вал ре­зуль­та­ты сво­их опы­тов осе­нью 1910 го­да и ока­зал­ся в цен­тре вни­ма­ния фи­зи­ков все­го ми­ра. Не­мец­кая шко­ла, в том чис­ле и Рент­ген, от­крыв­ший за 15 лет до это­го икс - лу­чи, пол­но­стью из­ме­ни­ла свою точ­ку зре­ния. Пред­ста­ви­тель этой шко­лы, ве­ликий уче­ный в об­лас­ти фи­зи­че­ской хи­мии Ост­вальд в 1912 го­ду пи­сал: “Те­перь я убеж­ден... По­лу­чен­ные опыт­ным пу­тем до­ка­за­тель­ст­ва... ко­то­рые лю­ди без­ус­пеш­но ис­ка­ли в те­чение со­тен и ты­сяч лет... те­перь... да­ют воз­можность да­же са­мо­му ос­то­рож­но­му уче­но­му го­во­рить о том, что тео­рия атом­но­го строе­ния ве­ще­ст­ва экс­пе­ри­мен­таль­но до­ка­за­на”.

**Ре­во­лю­ция в об­лас­ти све­та**

В пе­ри­од с 1921 по 1945 гг. Мил­ли­кен - ди­рек­тор Ла­бо­ра­то­рии Нор­ма­на Брид­жа Ка­ли­фор­ний­ско­го тех­но­ло­ги­че­ско­го ин­сти­ту­та.

В 1921 го­ду Аль­берт Эйн­штейн был удо­стоен Но­бе­лев­ской пре­мии за раз­ра­бот­ку тео­рии, объ­яс­нив­шей фо­то­элек­три­че­ский эф­фект. Спус­тя два го­да Ро­берт Мил­ли­кен полу­чил Но­бе­лев­скую пре­мию за про­ве­де­ние опы­та, под­твер­див­ше­го тео­рию Эйн­штей­на. Тео­рия Эйн­штей­на бы­ла вы­дви­ну­та в 1905 го­ду. Ве­ликий экс­пе­ри­мент Мил­ли­ке­на был про­ве­ден поч­ти де­сять лет спус­тя. Двой­ное при­су­ж­де­ние пре­мии оз­на­ча­ло ус­пех од­ной из са­мых вели­ких ре­во­лю­ций в об­лас­ти фи­зи­ки.

Иса­ак Нью­тон обо­га­тил фи­зи­ку дву­мя тео­риями: пер­вая ка­са­лась за­ко­нов дви­же­ния тел; со­глас­но вто­рой свет пред­став­лял со­бой ско­пище кро­шеч­ных час­тиц све­тя­щей­ся ма­те­рии. Пер­вая тео­рия Нью­то­на при­нес­ла ему репута­цию ге­ни­аль­но­го уче­но­го. И толь­ко бла­го­да­ря его пре­сти­жу бы­ла при­ня­та вто­рая тео­рия - о кор­пус­ку­ляр­ной струк­ту­ре све­та, хо­тя она бы­ла зна­чи­тель­но сла­бее пер­вой и объ­яс­ня­ла все­го два из всех из­вест­ных свойств све­та.

По Нью­то­ну, от­ра­же­ние - это про­сто от­ска­ки­ва­ние уп­ру­гих час­тиц све­та от отра­жающей по­верх­но­сти. Реф­рак­ция же, прелом­ление све­то­вых лу­чей при пе­ре­хо­де из ме­нее плот­ной сре­ды, та­кой, на­при­мер, как воз­дух, в бо­лее плот­ную, как, на­при­мер, во­да, име­ло ме­сто в ре­зуль­та­те из­ме­не­ния ско­ро­сти частич­ки све­та в мо­мент про­хо­ж­де­ния ее сквозь по­верхность бо­лее плот­ной сре­ды. Нью­то­нов­ская тео­рия све­та не мог­ла объ­яс­нить интерферен­ции, ди­фрак­ции и по­ля­ри­за­ции.

К на­ча­лу XVIII сто­ле­тия ста­ла привле­кать вни­ма­ние вол­но­вая тео­рия све­та, выдви­нутая со­вре­мен­ни­ком Нью­то­на - Гюй­ген­сом. По этой тео­рии свет со­сто­ит из виб­ра­ции в эфи­ре. Ве­ли­кий фран­цуз­ский фи­зик Фре­нель ма­тематически до­ка­зал, что ес­ли свет действи­тельно вол­но­вое яв­ле­ние, то все его наблюда­емые про­яв­ле­ния лег­ко мож­но объ­яс­нить. Спус­тя пол­сто­ле­тия Джемс Мак­свелл под­кре­пил вол­но­вую тео­рию све­та, тео­ре­ти­че­ски до­ка­зав, что свет яв­ля­ет­ся виб­ра­ци­ей элек­три­че­ских и маг­нит­ных волн. До по­след­не­го де­ся­ти­ле­тия XIX ве­ка в тео­рии Мак­свел­ла не бы­ло, каза­лось, ни­ка­ких про­ти­во­ре­чий.

В 1887 го­ду Герц за­ме­тил, что свет, осо­бенно ульт­ра­фио­ле­то­вые лу­чи, за­ря­жа­ли ме­таллические по­верх­но­сти элек­три­че­ст­вом. Том­сон до­ка­зал, что по­ло­жи­тель­ный за­ряд на по­верх­но­сти ме­тал­ла был след­ст­ви­ем мгновен­ного ис­пус­ка­ния им от­ри­ца­тель­но за­ря­жен­ных элек­тро­нов.

Аль­берт Эйн­штейн был един­ст­вен­ным фи­зиком, по­няв­шим, что в этом таи­лось проти­воречие, ко­то­рое вол­но­вая тео­рия све­та не мо­жет раз­ре­шить. В 1905 го­ду он вы­ска­зал пред­положение, что фо­то­элек­три­че­ский эф­фект мож­но объ­яс­нить, толь­ко воз­вра­тив­шись к кор­пускулярной тео­рии све­та, в ко­то­рую сле­ду­ет вне­сти не­ко­то­рые важ­ные из­ме­не­ния.

По мне­нию Эйн­штей­на, про­ти­во­ре­чие за­ключалось в сле­дую­щем: чем боль­ше све­та па­да­ет на ме­тал­ли­че­скую по­верх­ность, тем боль­ше вы­де­ля­ет­ся элек­тро­нов; од­на­ко энер­гия ка­ж­до­го от­дель­но­го элек­тро­на с из­ме­не­ни­ем ин­тен­сив­но­сти све­та не из­ме­ня­ет­ся, хо­тя, по тео­рии Мак­свел­ла, ин­тен­сив­ность све­та слу­жит ме­ри­лом его энер­гии.

Эйн­штейн пред­ло­жил сле­дую­щее объясне­ние: луч све­та со­сто­ит из по­то­ка кро­шеч­ных кор­пус­кул, ка­ж­дая из ко­то­рых не­сет опреде­ленную энер­гию. Энер­гия кор­пус­ку­лы пропор­циональна цве­ту, или, вы­ра­жа­ясь клас­си­че­ским язы­ком, час­то­те све­та, а не его ам­пли­ту­де, как за­яв­лял Мак­свелл. Ко­гда свет па­да­ет на твер­дое ве­ще­ст­во, не­ко­то­рые из эйнштейнов­ских кор­пус­кул энер­гии по­гло­ща­ют­ся. Коли­чество по­гло­щае­мой энер­гии в не­ко­то­рых слу­чаях ока­зы­ва­ет­ся на­столь­ко боль­шим, что элек­тро­ны по­лу­ча­ют воз­мож­ность по­ки­нуть ато­мы, в ко­то­рых они на­хо­ди­лись. Энер­гия этих ос­во­бо­ж­ден­ных “фо­то­элек­тро­нов” дол­жна по­это­му быть аб­со­лют­но рав­ной энер­гии пой­ман­ных кор­пус­кул све­та, на­зы­вае­мых “кван­та­ми”, ми­нус ко­ли­че­ст­во энер­гии, нуж­ной для то­го, что­бы вы­рвать элек­тро­ны из ато­мов.

Это по­след­нее ко­ли­че­ст­во, “ра­бо­та вы­хо­да”, мо­жет быть не­по­сред­ст­вен­но из­ме­ре­но.

Эйн­штейн со­об­щит об этом в фор­ме урав­нения, в ко­то­ром бы­ла ус­та­нов­ле­на связь меж­ду ско­ро­стью вы­ле­тев­ше­го элек­тро­на, энерги­ей пой­ман­но­го кван­та све­та и с ра­бо­той вы­хо­да”.

“Та­кая кор­пус­ку­ляр­ная тео­рия, гово­рил Мил­ли­кен, - не бы­ла под­твер­жде­на экспе­риментально, за ис­клю­че­ни­ем на­блю­де­ний, про­ве­ден­ных Ле­нар­дом в 1900 го­ду и сво­дившихся к то­му, что энер­гия, с ко­то­рой элект­роны вы­ле­та­ют из цин­ко­вой пла­стин­ки, кажет­ся, не за­ви­сит от ин­тен­сив­но­сти све­та. Я ду­маю, пра­виль­но бу­дет ска­зать, что мысль Эйн­штей­на о кван­тах све­та, не­су­щих­ся в про­странстве в фор­ме им­пуль­сов, или, как мы на­зываем их те­перь, “фо­то­нов”, при­бли­зи­тель­но до 1915 го­да не име­ла прак­ти­че­ски ни од­но­го убе­ж­ден­но­го сто­рон­ни­ка.

То­гда, на тех ран­них эта­пах, да­же сам Эйн­штейн не от­стаи­вал эту мысль с достаточ­ной ре­ши­тель­но­стью и оп­ре­де­лен­но­стью”.

Мил­ли­кен то­же да­ле­ко не был убе­ж­ден в пра­во­те Эйн­штей­на, но, по­сколь­ку ла­бо­ра­то­рия в Чи­ка­го, ру­ко­во­ди­мая Май­кель­со­ном, про­во­ди­ла очень мно­го экс­пе­ри­мен­тов, основан­ных на вол­но­вой тео­рии све­та, Мил­ли­кен ре­шил раз и на­все­гда про­ве­рить ги­по­те­зу Эйн­штейна.

“Как толь­ко я вер­нул­ся в свою лаборато­рию осе­нью 1912 го­да, - пи­сал Мил­ли­кен, - я при­сту­пил к кон­ст­руи­ро­ва­нию но­во­го аппара­та, при по­мо­щи ко­то­ро­го мож­но бы­ло бы по­лучить убе­ди­тель­ное ре­ше­ние про­бле­мы это­го фо­то­элек­три­че­ско­го урав­не­ния Эйн­штей­на. Я поч­ти не на­де­ял­ся, что ре­ше­ние, ес­ли толь­ко я его по­лу­чу, бу­дет по­ло­жи­тель­ным. Но во­прос был чрез­вы­чай­но важ­ным, и най­ти ка­кое-то ре­ше­ние бы­ло не­об­хо­ди­мо. Я на­чал фо­тоэлектрические ис­сле­до­ва­ния в ок­тяб­ре 1912 го­да, и они за­ня­ли прак­ти­че­ски все мое вре­мя, ко­то­рое я по­свя­щал ис­сле­до­ва­ни­ям на про­тя­же­нии по­сле­дую­щих трех лет”.

Вся труд­ность сво­ди­лась к то­му, что­бы оп­ре­де­лить, в ка­кой за­ви­си­мо­сти на­хо­дит­ся энер­гия от цве­та, или час­то­ты. Эйн­штейн го­ворил, что эта за­ви­си­мость бы­ла пря­мой: энер­гия рав­на час­то­те, по­мно­жен­ной на оп­ре­де­лен­ное чис­ло. Это “оп­ре­де­лен­ное чис­ло” бы­ло по­стоянным для лю­бо­го пас­та. Оно долж­но бы­ло быть при­род­ной кон­стан­той. Эйн­штейн приме­няя для это­го чис­ла обо­зна­че­ние **h** из ува­же­ния к сво­ему кол­ле­ге Мак­су План­ку.

За не­сколь­ко лет до это­го Макс Планк пер­вый су­мел ре­шить тео­ре­ти­че­скую про­бле­му в об­лас­ти ра­диа­ции, про­из­воль­но за­ме­нив в фор­му­ле член, обо­зна­чаю­щий энер­гию, дру­гим чле­ном, в ко­то­рый вхо­ди­ли обо­зна­че­ния часто­ты и этой са­мой по­сто­ян­ной ве­ли­чи­ны. Планк обо­зна­чил эту ве­ли­чи­ну че­рез **h** и рассматри­вал всю опе­ра­цию лишь как удоб­ный мате­матический при­ем, ко­то­рый по­мог ему ре­шить за­да­чу. Эйн­штейн же уви­дел, что Планк не­воль­но сде­лал зна­чи­тель­но боль­ше. При по­мо­щи “ма­те­ма­ти­че­ско­го прие­ма” План­ка про­бле­ма ре­ша­лась - зна­чит, он точ­но от­ра­жал ис­тин­ное по­ло­же­ние ве­щей.

Эйн­штейн при­дал это­му прие­му бу­к­валь­ное зна­че­ние, и его фо­то­элек­три­че­ское урав­не­ние ста­ло пер­вым не­по­сред­ст­вен­ным при­ме­не­ни­ем но­вой кван­то­вой тео­рии. Мил­ли­кен ре­шил про­верить тео­рию Эйн­штей­на, по­пы­тав­шись полу­чить от­ве­ты на сле­дую­щие три во­про­са:

1. Дей­ст­ви­тель­но ли энер­гия кван­та све­та рав­на час­то­те све­та, взя­той **h** раз?

2. Яв­ля­ет­ся ли чис­ло **h** дей­ст­ви­тель­но по­стоянной ве­ли­чи­ной для всех цве­тов?

3. Со­от­вет­ст­ву­ет ли фо­то­элек­три­че­ское урав­не­ние Эйн­штей­на то­му, что име­ет ме­сто в при­ро­де?

Для опы­тов Мил­ли­кен скон­ст­руи­ро­вал ори­ги­наль­ный ап­па­рат, ко­то­рый он позд­нее на­звал “ва­ку­ум­ной па­рик­махер­ской”. В стеклян­ную ва­ку­ум­ную ка­ме­ру он по­мес­тил поворот­ный диск. Этот диск мож­но бы­ло по­во­ра­чи­вать при по­мо­щи маг­ни­та, рас­по­ло­жен­но­го за преде­лами ка­ме­ры. С трех сто­рон на дис­ке находи­лись не­боль­шие ко­ли­че­ст­ва трех ме­тал­лов, от­личающихся вы­со­кой ак­тив­но­стью, - на­трия, ка­лия и ли­тия, ка­ж­дый реа­ги­ро­вал на свет толь­ко од­ной оп­ре­де­лен­ной час­то­ты.

Вслед­ст­вие то­го, что ус­пех экс­пе­ри­мен­та в ог­ром­ной сте­пе­ни за­ви­сел от ха­рак­те­ра по­верхности ка­ж­до­го из ме­тал­ли­че­ских образ­цов, в ка­ме­ру бы­ло так­же по­ме­ще­но не­боль­шое при­спо­соб­ле­ние для шли­фов­ки по­верх­но­сти об­разцов. Оно при­во­ди­лось в дей­ст­вие при помо­щи маг­ни­тов, рас­по­ло­жен­ных вне ка­ме­ры.

Про­хо­дя сквозь лин­зы и приз­му, бе­лый свет пре­лом­лял­ся. Сквозь уз­кую щель луч то­го или ино­го ос­нов­но­го цве­та получавшего­ся спек­тра на­прав­лял­ся на по­верх­ность метал­лического об­раз­ца, и Мил­ли­кен мог на­блю­дать дей­ст­вие лу­ча од­но­го цве­та на ме­талл. В то вре­мя как ме­тал­ли­че­ская по­верх­ность освеща­лась по­сле­до­ва­тель­но лу­чом ка­ж­до­го основно­го цве­та, Мил­ли­кен из­ме­рял ко­ли­че­ст­ва выле­тавших элек­тро­нов и их энер­гию, оп­ре­де­ляя ко­ли­че­ст­во элек­три­че­ской энер­гии, необхо­димой, что­бы ос­та­но­вить их. Ес­ли, на­при­мер, для то­го, что­бы удер­жать в воз­ду­хе те­ло не­известного ве­са, не­об­хо­ди­ма си­ла, рав­ная пя­ти фун­там, то мож­но ска­зать, что это те­ло ве­сят пять фун­тов. Рас­су­ж­дая та­ким об­ра­зом. Мил­ли­кен оп­ре­де­лял ско­рость элек­тро­нов пу­тем из­мерения си­лы, тре­буе­мой для пол­ной оста­новки их. Зная ско­рость, он мог вы­счи­тать энер­гию элек­тро­нов, вы­де­ляю­щих­ся при осве­щении ме­тал­ли­че­ской по­верх­но­сти лу­чом каж­дого цве­та.

Ко­гда этот опыт и рас­че­ты бы­ли продела­ны для всех час­тей спек­тра, Мил­ли­кен смог вы­чер­тить кри­вую, по­ка­зы­ваю­щую зависи­мость энер­гии элек­тро­на от цве­та лу­ча, иличас­то­ты. По­лу­чен­ные им ре­зуль­та­ты да­ли аб­солютно по­ло­жи­тель­ные от­ве­ты на поставлен­ные им три во­про­са и под­твер­ди­ли вер­ность тео­рии Эйн­штей­на. По­сле пря­мых из­ме­ре­ний ока­за­лось, что по­сто­ян­ная ве­ли­чи­на План­ка рав­на  Дж\*се­кунд ( эрг\*се­кунд).

Мил­ли­кен так­же раз­ра­бо­тал ме­то­ди­ку атом­ной спек­то­ро­ско­пии в край­ней ульт­ра­фио­ле­то­вой об­лас­ти и ис­сле­до­вал кос­ми­че­ские лу­чи с по­мо­щью ио­ни­за­ци­он­ной ка­ме­ры.

Он умер 19 де­каб­ря 1953 го­да в Сан-Ма­ри­но.

Аме­ри­ка дол­го жда­ла та­ко­го че­ло­ве­ка, как Мил­ли­кен. Он был вы­даю­щим­ся исследо­вателем. Ра­бо­тая пре­по­да­ва­те­лем в Чи­ка­го, он от­да­вал мно­го вре­ме­ни под­го­тов­ке и поощре­нию мо­ло­дых лю­дей, на ра­бо­ту с ко­то­ры­ми у Май­кель­со­на не хва­та­ло тер­пе­ния. Вы­пол­няя ад­ми­ни­ст­ра­тив­ные функ­ции в Ка­ли­фор­ний­ском тех­но­ло­ги­че­ском ин­сти­ту­те, он под­го­то­вил не­сколько по­ко­ле­ний мо­ло­дых уче­ных. Уро­вень их под­го­тов­ки был на­столь­ко вы­сок, что отпа­ла не­об­хо­ди­мость на­прав­лять мо­ло­дых амери­канцев за гра­ни­цу для по­лу­че­ния на­уч­но­го об­разования. Бла­го­да­ря Ро­бер­ту Эн­д­рю­су Мил­ли­ке­ну аме­ри­кан­ская нау­ка всту­пи­ла в по­ру зре­ло­сти.