

Георг Вильгельм Рихман

(К 300-летию со дня рождения)

Академик Санкт-Петербургской академии наук Георг Вильгельм Рихман родился 22 (11 по старому стилю) июня 1711 г. в семье казначея в г. Пернове Ревельской губернии России (ныне г. Пярну в Эстонии). Начальное и среднее образование получил в Ревеле (ныне Таллинн). Учился в немецких университетах в городах Галле и Йене, где с особым старанием изучал физику и математику. В начале 1730-х годов юноша работал в Санкт-Петербурге воспитателем детей графа А.И. Остермана, фактического руководителя внутренней и внешней политикой России при императрице Анне Ивановне.

В 1735 г. Рихман подал президенту Санкт-Петербургской академии наук барону И.А. Корфу прошение о приеме в академию, приложив пробное сочинение по физике. Он был зачислен в академию со званием студента физического класса и с разрешения президента присутствовал на собраниях академии; исследования проводил под руководством проф. Г.Ф. Крафта в физическом кабинете, где насчитывалось около 400 приборов. Опубликовал в издаваемых Академией наук «Примечаниях к Санкт-Петербургским ведомостям» научно-популярные статьи: «О фосфоре», «О янтаре», «О орфейском плавании под водой», «Физическое известие о целительных водах вообще», «О достойных примечаниях переменах, которыми поверхность Земли от времени до времени подвержена бывает», «Беседа между двумя философами о пустом и наполненном пространстве» и др. Статьи студента Рихмана были увлекательными, чувствовалось глубокое знание истории вопроса и современного его состояния.

В 1740 г. как способный и хорошо подготовленный физик Рихман был назначен адъюнктом (помощником профессора), а в 1741 г. ввиду «особливых трудов» избран вторым профессором и академиком по кафедре теоретической и экспериментальной физики. В 1744 г. Г.Ф. Крафт уехал в Германию, и Рихман стал единственным руководителем кафедры физики и физического кабинета Санкт-Петербургской академии наук. Благодаря его стараниям в середине XVIII в. Физический кабинет Академии стал центром научно-исследовательской и учебной деятельности в России. Ученый придавал особое значение систематическому по-



полнению физического кабинета новыми приборами, каждый из которых давал возможность проводить более точные измерения, а иногда и более глубоко изучать сущность того или иного физического явления. С 1742 по 1753 гг. Рихман читал лекции по физике и математике в академическом университете молодым русским ученым, при этом подробно останавливаясь на задачах, которые следовало решить. В числе его слушателей были будущие академики С.К. Котельников, С.Я. Румовский, А.С. Протасов и профессора открытого в 1755 г. Московского университета А.А. Барсов и Н.Н. Поповский.

В 1744 г. Рихман представил в Академию труд «Размышления о количестве теплоты, которое должно получаться при смешивании жидкостей, имеющих определенные градусы теплоты. Он впервые на основании уравнения теплового баланса ввел и проверил на опыте носящую его имя формулу для определения температуры смеси однородных жидкостей, экспериментально исследовал влияние температуры, формы и поверхности тел и скорости движения охлаждающей среды на теплообмен. Молодой ученый обратил внимание, что время нагрева различных металлов на одно и то же число градусов неодинаково. Это зависело от способности тел принимать или отдавать тепло (по современной терминологии от их теплоемкости). В ходе исследований им была составлена таблица, в которой металлы располагались по теплоемкости. Через несколько лет эта физическая величина была названа относительной теплоемкостью. Рихман обосновал закон охлаждения тел, обратив внимание на процесс теплообмена при нестационарных условиях, изучил процессы испарения в зависимости от состояния среды, температуры, площади поверхности, массы, глубины воды и других факторов. Исследователь также показал, что испарение всегда сопровождается понижением температуры воды.

С целью оснащения отечественных метеорологических станций более точными приборами он создал гидравлический испаритель для точного измерения количества испаряемой воды, метеорологический термометр для измерения средней температуры за сутки, барометр особой конструкции. Используя формулу Рихмана, шотландский физик

Д. Блэк и независимо от него шведский физик И. Вильке в XVIII в. открыли скрытую теплоту плавления льда. На основе этой формулы был разработан способ смешивания жидкостей для определения их теплоемкостей. Этот способ, также названный именем Рихмана, до сих пор является одним из основных при определении теплоемкости, удельной теплоемкости и других физических величин.

Стремясь получить возможность проводить количественные измерения над электрическими явлениями, Рихман в 1744 г. придумал первый работающий электроизмерительный прибор, основанный на явлении отталкивания двух наэлектризованных тел. В начале 1745 г. ученый сделал сообщение на заседании Санкт-Петербургской академии наук об «Электрическом указателе» (применяется в различных модификациях до настоящего времени). Прибор представлял собой вертикальную металлическую линейку длиной 52 см, к которой подводился электрический заряд от электростатической машины. К верхнему концу линейки прикреплялась льняная нить длиной 61 см. Как только металлической линейке передавался электрический заряд, льняная нить отклонялась от нее на некоторый угол в зависимости от величины заряда. Угол отклонения измерялся на деревянном квадранте с дуговой шкалой, разделенной на градусы. Для более точных измерений каждый градус был разделен на 4 равные части. В целях устранения контакта льняной нити с квадрантом и частичной утечки заряда конец нити был удален от него на одну линию (2,5 мм). Так как в то время единиц для выражения электрических зарядов еще не было, то их значение можно было сопоставлять по градусной шкале электрометра.

Для измерения «электрической силы» Рихман решил использовать весы, которые в целях изоляции подвешивались на шелковом шнуре и уравновешивались грузом, двигавшимся вдоль вертикальной линейки со шкалой. Конструкция позволяла довольно точно измерять расстояние между уравновешенными весами и расположенной под чашкой весов металлической пластиной, лежавшей на массивных железных грузах, которые с целью изоляции опирались на смолу в деревянном коническом сосуде; грузы соединялись с электростатической машиной и при электризации притягивали чашку весов. Сила притяжения зарядов определялась по высоте подъема груза. Самый сильный полученный в экспериментах заряд поднял груз массой 6 г на высоту 5,1 см. В конце XIX в. идею измерять заряд взвешиванием физики стали активно применять для измерения разностей потенциалов. В настоящее время на этом принципе основано устройство абсолютного электрометра.

Для определения «интенсивности электрической силы» Рихман в 1745 г. использовал звонок. Между двумя колоколами помещался железный молоточек. Получив заряд от электростатической машины, молоточек притягивался к колоколу и ударял по нему. Разрядившись, он возвращался назад и снова электризовался, ударившись о другой колокол, соединенный с электростатической машиной. Частота и сила ударов молоточка зависели от степени электризации. Это было первое автоматическое регистрирующее устройство. Оно позволяло без участия наблюдателя фиксировать величину и время прохождения заряда по цепи.

Создав приборы, предназначенные для количественного изучения электрических явлений, Рихман в 1746–52 гг. проводил исследования по электростатике. Полученные результаты он записывал в тетрадь «Новые опыты над электрическими явлениями». Это был один из первых в России «печатных» трудов по электричеству. Выполнив многочисленные эксперименты, он установил, что влажность воздуха и наличие на расстоянии не более 12–15 см от наэлектризованного тела проводника, соединенного с землей, приводят к уменьшению электрических зарядов на электрометре. Кроме того, утечки зарядов способствуют тела, имеющие острые углы. После прекращения электризации показания электрометра уменьшались на 5° у изолированного тела с циркулем, имеющим острые и торчащие в разные стороны ножки, в 1,16 раза быстрее, чем у того же тела, но без циркуля. Ученый наблюдал зависимость плотности электричества от кривизны поверхности. Он экспериментально доказал, что на телах с поверхностью одинаковой кривизны, например на изолированном шаре, электрические заряды распределяются равномерно по всей поверхности, а на телах с поверхностью различной кривизны, например на призме, – неравномерно. Они скапливаются вблизи острых углов и выступающих граней. По современной терминологии экспериментатор сумел по отклонению нити на шкале прибора определить напряженность электрического поля. При этом ему удалось доказать, что она становится меньше по мере удаления электрометра от наэлектризованного тела. Для случая наэлектризованного шара она одинакова со всех сторон только на равных расстояниях от него.

Рихман проводил опыты по электризации воды, спирта, снега и льда. Он поочередно помещал эти вещества в металлический сосуд, ставил его на наэлектризованную железную подставку и, поднося к поверхности исследуемого вещества палец, наблюдал проскаивание искр и свечение. С помощью наэлектризованного льда ученый воспламенил неэлектризованный винный спирт. Он исследовал

электропроводность различных тел двумя методами: вначале выяснял возможность электризации путем их натирания, а затем включал тела в цепь, чтобы с помощью электрометра установить, могут ли они быть проводниками электричества. В 1746 г. Рихман экспериментально опроверг ошибочное утверждение английского физика и врача У. Гильберта (Гилberta) в научном труде «О магните, магнитных телах и о большом магните – Земле», опубликованном им в 1600 г., что металлы не могут быть наэлектризованы трением. Он вставлял в тонкие изолированные цилиндрические стаканы железные стержни и путем легкого поглаживания электризовал их. При прикосновении стержни испускали искру. Его утверждение о том, что металлы можно наэлектризовать путем трения при условии их тщательной изоляции, было позднее подтверждено русским академиком В.В. Петровым.

Рихман с помощью электрометра экспериментально изучил влияние температуры и влажности воздуха на электропроводность различных тел. Опыты показали, что мелкий стеклянный порошок из-за большой поверхности за один и тот же промежуток времени может притягивать большее количество водяных паров, чем более крупный порошок, и по этой причине быстрее теряет свойство изолятора. Так ему впервые удалось подойти к современному пониманию адсорбции (поглощения) водяных паров активной поверхностью мелко размельченного стеклянного порошка. Он установил, что проводниками электричества являются все металлы, вода, тела животных, мясо, густые жидкости, в состав которых входит вода, влажное дерево различных видов, сырье травы, угли и полотна, земля и глина, а хорошими изоляторами – янтарь, агат, стекло, сургуч, смола, воск, фарфор, канифоль, алмаз, хрусталь, камфора, сухие льняные и конопляные веревки, шелковые шнурки, сухие ель и дуб и некоторые другие тела.

Рихман проводил опыты по электрофизиологии, так как ученые того времени стали заниматься вопросами применения в России электричества для лечебных целей. Он изучал влияние электричества на организм животных; им было установлено, что электризация человека не влияет на его пульс. Много экспериментов ученый провел с целью выяснения зависимости электроемкости тел от их массы, формы, объема и площади поверхности. Он доказал, что электроемкость тел зависит от площади их поверхности.

Рихман был пропагандистом науки об электричестве. Свои опыты он неоднократно демонстрировал перед коллегами и студентами: легко воспламенял винный спирт и нефть, поднося к ним наэлектризованный лед, электризовал людей и, соединив

их между собой проводником, сообщал заряд одному изолированному человеку, а соединив того с другим, ненаэлектризованным, получал искры и «ощущительный свет». Демонстрируя проводимость человеческого тела и сырых ниток, опытным путем доказывал, что неизолированное тело наэлектризовать нельзя. Показывал истечение электрических зарядов с острых конусов наэлектризованных изолированных тел и действие электрического звонка, рассказывал о своих оригинальных методах изучения электрических явлений. Демонстрации сопровождались и комментариями результатов, полученных иностранными учеными У. Гильбертом, О. Герике, Р. Бойлем, С. Греем, Ш.Ф. Дюфэ, Д. Бозе, П. Мушенбруком, И. Винклером и др.

В декабре 1747 г. в здании Кунсткамеры, где располагался физический кабинет Санкт-Петербургской академии наук, произошел пожар. В 1748 г. Академия отвела для электрических опытов Рихмана отдельное помещение в каменном арендованном доме. Для того чтобы во время опытов электрические заряды держались дольше, стены и потолок лаборатории были оббиты деревянными досками. Для физического кабинета он спроектировал электростатическую машину, которая прочно крепилась на массивном деревянном постаменте. При вращении двух стеклянных шаров с помощью колеса с рукояткой и перекидных ремней создавались электрические заряды. Они снимались с помощью проволоки и собирались на отдельных изолированных полых металлических шарах-кондукторах. Рихман на протяжении ряда лет совершенствовал свой электрометр. Для большего удобства металлическую линейку он поместил в небольшой тонкостенный стеклянный сосуд с узким горлышком и заполнил его железными опилками, стружками любого металла или свинцовыми шариками. Для того чтобы линейку можно было прикладывать к любому наэлектризованному телу, к ее верхнему концу прикреплялась изогнутая металлическая пластина. К верхнему концу линейки прикреплялась и тонкая льняная нить. Стеклянный сосуд на половину своей высоты помещался в металлический сосуд с ручкой, на которой была укреплена деревянная дуга, разделенная на 170°.

В 1748–51 гг. Рихман обнаружил неизвестное явление, которое впоследствии получило название электростатической индукции. Рядом с наэлектризованным телом, непрерывно получающим заряды от электростатической машины, на расстоянии нескольких сантиметров он поместил изолированное остроконечное ненаэлектризованное тело, обращенное острием к наэлектризованному. Соединив острие тела с электрометром, ученый заметил, что нить по немногу поднимается, т.е. заряд возрастает. Он уда-

лил электрический заряд с наэлектризованного тела и заметил, что в остроконечном теле электричество постепенно ослабело. Это же явление в 1753 г. наблюдал английский физик Д. Кантон.

Рихман, обобщив свои наблюдения и опыты, а также литературные данные, пришел к заключению, что самая крупная электрическая искра получается при наибольшей разнице в значениях заряда между двумя телами. Количественное изучение электрических явлений позволило ему в плотную подойти к закону сохранения электрических зарядов, к которому в 1758 г. пришел академик Ф.У.Т. Эпинус. Экспериментатор отметил, что при соединении двух тел, имеющих разные заряды, происходит выравнивание их значений.

В 1752 г. в «Санкт-Петербургских ведомостях» было сообщено об опытах американского физика Б. Франклина, доказывающих, что молния есть явление электрическое. Рихман сразу же принялся за исследование атмосферного электричества. В начале лета 1752 г. он соорудил в двухэтажном каменном здании, в котором жил, установку по определению количественных характеристик разрядов молнии. Установка состояла из железного стержня длиной 2 м, который одним концом проходил через крышу, а другим упирался в бутылку, установленную на кирпичах. К нижней ее части прикреплялась проволока, которая без соприкосновения с другими проводниками выводилась на первый этаж и привязывалась шелковой веревкой к вбитому в стену гвоздю. На проволоку ученый вертикально повесил железную линейку, к ее верхнему концу привязал льняную нитку той же длины, что и линейка, а под нитью поместил электрометр. В течение двух летних сезонов 1752–53 гг. он неутомимо усовершенствовал свою установку, соединив ее с лейденской банкой. Это были первые опыты по изучению атмосферного электричества.

Во время раскатов грома ученый наблюдал не только отталкивание нити от линейки, но и электрический огонь на конце железной линейки. Из проволоки также вылетали с треском электрические искры при прикосновении к ней, как это было при искусственной электризации проволоки посредством электростатической машины. О результатах исследований Рихман сообщал в «Санкт-Петербургских ведомостях». Он предположил, что сильный искровой разряд, полученный в лабораторных условиях, является аналогом молнии. Для экспериментальной проверки своей гипотезы он с помощью смеси смолы и воска укрепил небольшие бронзовые гвоздики на некотором расстоянии друг от друга по вертикали. После пропускания по цепи заряда от лейденской банки светящиеся точки, сопровождаемые треском, змейкой

«перебегали» от гвоздика к гвоздику. Лишь в XX в. изучение физических процессов методом моделирования получило широкое распространение.

Нидерландский физик П. Мушенбрук обратил внимание на изменение направления магнитной стрелки компаса во время молнии. Однако объяснить связь между этими явлениями он не мог. Сопоставив это наблюдение со своими опытами, Рихман предположил, что от молнии в воздухе возникает электрическое поле. В 1758 г. эта его догадка получила подтверждение в работе Эпинуса «О сходстве электрической силы с магнитною». Рихман много времени уделял изучению и научному обоснованию безопасных методов и устройств молниезащиты. Признавая заземленный молниеотвод, он в 1752 г. предложил метод превентивной защиты путем предупреждения возможности образования молнии.

Подводя атмосферное электричество к ртути, находящейся в барометрической трубке, Рихман наблюдал ее свечение, т.е. по современной терминологии – электролюминесценцию. Им были проведены исследования по искусственно намагничиванию стрелок в компасах, что имело важное практическое значение для мореходного дела и геодезии. Он электризовал атмосферным электричеством самого себя. Дотрагиваясь во время грозы до другого металлического провода, замечал выходящие из пальца искры. В июле 1753 г. он закончил составление доклада «Речь об опытах, примененных над электрическою силою посредством машины электрической, показывающей величину сея силы, и о сходстве явлений, произведенных искусством такой силы, с явлениями натуральной силы электрической». В докладе был дан обзор всех важнейших экспериментальных исследований, в том числе и проведенных самим ученым в 1745–53 гг.

6 августа (26 июля по ст. стилю) 1753 г. Рихман пригласил для зарисовки цвета электрических искр академического художника и гравера И.А. Соколова. Художник стал свидетелем того, как ученый, стоявший во время наблюдения за приближавшейся темной тучей на расстоянии 30 см от электрометра, был поражен бледно-синеватым огненным шаром (по современной терминологии шаровой молнией) размером с кулак, вылетевшим из толстого железного прута. Руководство Академии наук не оценило подвиг ученого и вышло жалование за день гибели. В пенсии на воспитание трех малолетних детей вдове ученого было отказано.

Множество публикаций появилось в Германии и Франции по поводу необыкновенной смерти ученого и опасности опытов над атмосферным электричеством. Опыты с незаземленными установками почти повсеместно были прекращены. В последующем

изучение атмосферного электричества продолжалось с обеспечением максимальной безопасности экспериментаторов.

Труды академика Г.В. Рихмана и других отечественных ученых того времени явились ценным вкладом Санкт-Петербургской академии в мировую науку в области электричества и заложили основы блестящим успехам их преемников.

Дополнительно о Г.В. Рихмане можно прочитать в работах: Елисеев А.А. Г.В. Рихман. – М.: Просвещение, 1987; Елисеев А.А. К 200-летию со дня смерти Г.В. Рихмана. – «Изв. Академии наук СССР», 1953, №8; Дорфман Я.Г. Выдающийся русский физик Г.В. Рихман и его роль в истории науки об электричестве. – Электричество, 1953, № 8.

Григорьев Н.Д., канд. техн. наук