

Памяти Германа-Людвига-Фердинанда фон Гельмгольца (1821–1894)

09, сентябрь 2014

DOI: 10.7463/0914.0730289

Самохин В. П.^{1,*}, Мещеринова К. В.¹

УДК 929

¹Россия, МГТУ им. Баумана

* svp@bmstu.ru

Он стал первым врачом среди ученых и первым ученым среди врачей. С именем врача, математика, профессора физиологии и физики Гельмгольца неразрывно связана коренная реконструкция физиологических представлений. «Среди ученых XIX столетия совершенно особое место занимает Гельмгольц, один из величайших естествоиспытателей, имя которого можно поставить наряду с именами Архимеда и Ньютона», – академик П.П. Лазарев. [1]



Ранние годы жизни. Герман фон Гельмгольц (нем. *Hermann von Helmholtz*) родился 31 августа 1821 года в германском городе Потсдаме в семье небогатого учителя гимназии. Кроме него, в семье позже появились две девочки и мальчик. Его отец Август-Фердинанд Гельмгольц (1792–1859) получил высшее образование в Берлинском университете, где сначала учился на теологическом факультете и занимался философией. В 1813 году, увлеченный идеей национального возрождения Германии, он вступил добровольцем в войска и, несмотря на слабое здоровье, два года провел в походах. После заключения мира он вновь поступил в университет, но на факультет филологии. Выдержав в 1820 году специальный экзамен, Август Гельмгольц и получил место старшего учителя в гимназии *Große Stadtschule* Потсдама. Вскоре он женился на Каролине Пенн (нем. *Caroline Penne*), дочери артиллерийского офицера, происходившего по мужской ветви от американца, а по женской – из французской семьи Соваж, переселившейся в Германию в начале XIX века и принадлежащей к гугенотам. [2]

В гимназии Август-Фердинанд преподавал немецкий язык и философию Платона, читал Гомера, Вергилия, Овидия и иногда преподавал математику и физику, но любимыми предметами были греческая литература и культура. В 1827 году его, как выдающегося педагога, избрали профессором Große Stadtschule, где он проработал до выхода на пенсию в 1857 году.



В детстве Герман рос хилым ребенком, часто и подолгу хворал. В семь лет он начал учиться в гимназии, где трудился его отец. Герман удивлял учителей исключительной способностью к восприятию пространственных образов. Но *«... очень скоро, – вспоминал впоследствии Гельмгольц – обнаружился один недостаток моих умственных способностей: слабая память на несвязанные между собой вещи. Первый признак этого я усматриваю в той трудности, с которой, это и теперь помнится, я отличал правую руку от левой; <...> мне труднее, чем другим, было заучивать фразы, неправильные грамматические формы и особенные обороты речи. Совершенно овладеть историей в том виде, в каком она нам преподавалась, я едва ли был в состоянии. Заучивать на память отрывки в прозе было для меня мучением»*. [2]

В 1830 году Герман учился уже в шестом классе гимназии, а через полгода был переведен в пятый (в Германии классы идут в убывающем порядке). В четвертом и третьем классах главное внимание он уделял языкам и литературе. *«...В старших классах гимназии я мог цитировать на память некоторые песни из «Одиссеи», довольно много из Горация и великие сокровища немецкой поэзии... Что человеку легко дается, тем он охотно и занимается; поэтому-то я вначале был таким большим поклонником поэзии»*. Тут проявилось влияние отца, преподававшего в гимназии немецкую и греческую литературу. Он прививал детям любовь к музыке, поэзии, живописи. Длительные прогулки с отцом по живописным пригородам и его рассказы развивали у детей любовь к природе.

В последних двух классах Герман отдавал предпочтение уже математике и физике. *«... Первое знакомство с физикой, которую я узнал в гимназии, скоро приковало мое внимание к ней с большей силой, чем занятия чистой геометрией или алгеброй»*. Юношу поразило то множество знаний о сущности природы, которое можно было сформулировать в виде законов и положений. Осознание этого заставило Германа взяться за учебники по физике, найденные в библиотеке отца. Но в этих

книгах еще видную роль играл "флогистон", гипотетическая огненная субстанция, якобы наполняющая все горючие вещества и высвобождающаяся из них при горении, а изложение гальванизма не шло дальше вольтова столба. С помощью самых примитивных средств он выполнял и эксперименты.

В те годы в Европе очень быстро развивались почти все отрасли естествознания и особенно физики. В 1820 году датский физик Ханс Кристиан Эрстед (дат. *Hans Christian Ørsted*, 1777 – 1851) открыл магнитное действие тока, затем французские учёные Жан-Батист Био (фр. *Jean-Baptiste Biot*, 1774 – 1862), Феликс Савар (фр. *Félix Savart*, 1791 – 1841) и Пьер-Симон де Лаплас (фр. *Pierre-Simon de Laplace*, 1749 – 1827) установили один из основных законов электромагнетизма. Через год Андре-Мари Ампер (фр. *André-Marie Ampère*, 1775 – 1836) открыл взаимодействие токов, а еще через год он же дал электрическую теорию магнетизма. В 1825 году Георг Симон Ом (нем. *Georg Simon Ohm*, 1787 – 1854) установил свой закон, в 1827 году английский математик и физик Джордж Грин (англ. *George Green*, 1793 – 1841) заложил основы теории потенциала, а в 1831 году Майкл Фарадей (англ. *Michael Faraday*, 1791 – 1867) открыл электромагнитную индукцию. Все это создало предпосылки для возникновения электродинамики. В 1824 году вышла из печати работа Сади Карно (фр. *Sadi Carnot*, 1796 – 1832) «*Рассуждение о движущей силе огня*», заложившая основу классической термодинамике. В те же годы создавались основы волновой теории света, большие успехи произошли и в прикладных науках. В России появились первые железные дороги (Черепановы), были изобретены электромагнитный телеграф (П.Л. Шиллинг), первый электромотор и гальванопластика (Б.С. Якоби).

Учителем физики и математики будущего ученого был друг отца, замечательный педагог Карл Майер (нем. *Karl Mayer*). Возможно, именно под влиянием учителя, который опубликовал в научном журнале статью об отражении света от поверхностей второго порядка, в гимназии Герман особенно увлекся геометрической оптикой. *«Я должен сознаться, что иной раз, когда класс читал Цицерона или Виргилия (оба казались мне очень скучными), я вычислял под столом ход лучей в телескопе и при этом открыл несколько оптических законов, о которых в учебниках обычно не упоминается; они оказались для меня полезными при конструировании глазного зеркала».* [2]

Начало самостоятельной жизни. В 1838 году Герман окончил гимназию, но, несмотря на интерес к физике, не смог из-за недостатка средств поступать в университет. Учителя гимназии составляли в Пруссии низкооплачиваемый слой интеллигенции, и содержащий большую семью отец Германа был не в состоянии послать своего сына в университет. Возникла надежда, что Герман сможет поступить в военно-медицинскую академию, где курсанты находились на обеспечении государства. [3]

Подписав обязательство прослужить 8 лет военным хирургом, Герман был принят в Военно-медицинский институт Фридриха Вильгельма в Берлине. Многие предметы студенты этого института ("питомника", как его в шутку называли) слушали в Берлинском университете. ↓

Берлинский университет имени Гумбольдта (нем. *Humboldt-Universität zu Berlin*), основан в 1809 году по инициативе Вильгельма фон Гумбольдта, в 1828 – получил название Университет Фридриха Вильгельма в честь прусского короля Фридриха Вильгельма III, в 1949 – переименован в честь братьев Гумбольдтов. Занятия в университете начались в 1810 году с 256 студентами, в 2008 году их стало 34 612.



В университете первокурсник Герман учился у одного из крупнейших ученых Германии того времени, физиолога Иоганнеса Петера Мюллера (нем. *Johannes Peter Müller*, 1801 – 1858), профессора, уже привлекавшего к научной работе учеников, среди которых были занявшие впоследствии выдающиеся положения в науке.



Мюллер боролся за сочетание теории и эксперимента, направляя внимание учеников на теоретическое обоснование экспериментальных результатов. Гельмгольц заинтересовался физиологией и быстро вошёл в близкий круг последователей Мюллера, среди которых был Эмиль Дюбуа-Реймон (фр. *Emil du Bois-Reymond*, 1818 – 1896).



Швейцарец по отцу и потомок гугенотов по матери, он посвятил жизнь изучению физиологии электрических рыб и воздействия электричества на нервы, стал основателем научной школы электрофизиологии, профессором и заведующим кафедрой Берлинского университета (1858), членом Берлинской (1851) и членом-корреспондентом Санкт-Петербургской (1892) академий наук. В 1849 году он открыл существование электрического потенциала глаза.

Подружился Гельмгольц и с Эрнстом фон Брюкке (нем. *Brücke*, 1819 – 1892), будущим знаменитым физиологом, профессором физиологии и микро-анатомии, членом Венской академии наук и с 1865 года почетным членом Московского университета. Научную известность Брюкке принесло сочинение "Анатомическое описание глазного яблока" (нем. "*Anatomische Beschreibung des Augapfels*", 1847). Им было опубликовано много работ по анатомии и физиологии, в том числе "Базовый курс физиологии и классификация звуков речи" (нем. "*Grundzuge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute*", 1856). Дальнейшие исследования Брюкке в этой области, обобщенные в работе "Новый метод фонетической транскрипции" (нем. "*Neue Methode der phonetischen Transskription*", 1863), заключались в разработке метода изображения



звуков в соответствии с их действительным звучанием, который давал возможность научиться говорить на иностранном языке, не слыша его.

Ученики Мюллера, будущие корифеи физиологии XIX века, Гельмгольц, Дюбуа-Реймон и Брюкке дали клятву объяснить все явления живой природы исключительно в категориях физики и химии, что вошло в историю как создание физико-химической школы в физиологии.

Характеризуя роль Мюллера и его школы, К.А. Тимирязев писал в статье *«Развитие биологии в XIX столетии»*: *«Родившийся с XVIII веком Иоганн Мюллер мог бы быть признан его наиболее всеобъемлющим умом в области физиологии, если бы к этой области не принадлежал, хотя только половиной, универсальный гений, Герман Гельмгольц»*.

Учеба шла своим чередом. Гельмгольц начал заниматься в лаборатории Мюллера, уделяя серьезное внимание физике и математике. Став добровольным помощником библиотекаря, он получил доступ к книгам. Особенно его интересовали труды классиков механики Лагранжа, Даламбера и др. Кроме того, он много читал, особенно Гомера, Гёте, Байрона, занимался музыкой, предпочитая произведения Баха, Бетховена и Моцарта, посещал театры. Отдавая дань светским требованиям, Герман учился фехтовать и плавать, а в каникулярное время совершил путешествия: в 1839 году в Кёнигсберг и к Балтийскому морю, в 1840 – в Силезию, Прагу и Дрезден. Он много ходил пешком, любился природой. Его письма к родителям – образец поэтического описания природы.

В ноябре 1840 года, сдав экзамен по анатомии, Герман задумался над своей дальнейшей судьбой. Карьера практикующего врача его не привлекала, хотя он знал, что ему придется отслужить восемь лет за бесплатную учебу. Он решил еще до окончания института начать работу над докторской диссертацией. В создавшейся обстановке единственный, кто мог способствовать осуществлению его стремлений, был Мюллер. Зимой 1841 года под его руководством Герман начал исследования нервной системы беспозвоночных. Тогда же он особенно сблизился с Дюбуа-Реймоном, с которым его связали стремление подвести под физиологию прочное физическое основание.

Заболевших студентов Военно-медицинского института содержали в больнице бесплатно. Както заболев, Герман сэкономил там некоторую сумму денег и по выздоровлении купил небольшой микроскоп. Это был первый собственный прибор будущего экспериментатора. [4]

В сентябре 1842 года Гельмгольц был направлен врачом в больницу Шарите ↓ (фр. *Charité*, *Благотворительность*), основанную в 1710 году, которая на протяжении многих лет служила центром подготовки врачей для прусской армии. Здесь Герман должен был пройти перед окончанием института практику в разных должностях. Хотя работа в больнице отнимала много времени, Гельмгольц продолжал научные изыскания. Его диссертация под названием «О строении нервной системы беспозвоночных», представленная при окончании института 2 ноября 1842 года, была посвящена трудной гистологической теме. В то время были известны нервные клетки, залегающие в нервных центрах головного и спинного мозга, и нервные волокна, составляющие нервные стволы. Их взаимоотношение, несмотря на работы многих гистологов, ещё не было известно. Гельмгольц выбрал в качестве объекта исследования беспозвоночных и доказал, что нервная клетка и волокно составляют одно целое, получившее впоследствии название *неврона*.



Через год в силу вступило обязательство Германа отслужить 8-летний срок в прусских воинских частях, и он был направлен эскадронным хирургом в королевский лейб-гвардии гусарский полк, расквартированный в Потсдаме. Новый врач-гусар приступил к выполнению своих служебных обязанностей без особого энтузиазма. Вынужденный вставать в пять утра по сигналу трубы, участвовать в различных военных упражнениях, лечить всякие вывихи и переломы, а также выполнять другие малоприятные работы, Гельмгольц не отказался от научных занятий. На скудные сбережения он оборудовал небольшую лабораторию, где почетное место занимал его микроскоп, а вскоре появились портативные весы, переданные ему Дюбуа-Реймоном, электрофорная машина, калориметр и другое оборудование. С этими приборами он приступил к изучению скорости распространения возбуждений по нервам и определению тепла, выделяющегося при работе мышц.

В 1845 году Гельмгольц вступил в члены Берлинского физического общества. С этого времени он стал регулярно ездить в Берлин, где проводил эксперименты в лаборатории известного немецкого физика и химика Генриха Магнуса. Вскоре Гельмгольц опубликовал работу "О расходовании вещества при действии мышц" и в журнале «Успехи физики» (нем. «*Fortschritte der Physik*») вышел обзор Гельмгольца по теории физиологических тепловых явлений. После экспериментальных исследова-

ний, давших ему материал для решения основной задачи об обмене энергии в организме, Гельмгольц в 1847 году опубликовал свое гениальное исследование «о законе сохранения силы», или, как теперь называется этот закон, «о законе сохранения энергии».

Магнус Генрих Гюстав (нем. *Magnus*, 1802 – 1870) – немецкий физик и химик, в 1828 году открыл названную его именем платиновую соль, эффект возникновения поперечной силы, действующей на вращающееся тело в потоке жидкости или газа (*эффект Магнуса*, 1852). Глава научной школы, основатель Берлинского физического (1845) и химического (1868) обществ, иностранный член-корреспондент Санкт-Петербургской АН (1854), труды по механике, гидродинамике, термодинамике и др. Известен Магнус и как учитель в будущем выдающихся физиков.



23 июля 1847 года Германа сделал доклад в Физическом обществе, в котором ввёл понятие потенциальной энергии (в его терминологии – *силы напряжения*) и связал этот закон с невозможностью построения вечного двигателя. В своих исследованиях закона сохранения энергии, который был провозглашен Ломоносовым еще в XVIII веке, Гельмгольц не был первым ученым, взявшимся за этот вопрос. Раньше него Роберт Майер, Джоуль и некоторые другие установили связь между теплотой и механической работой, но никто не дал такой полной, исчерпывающей картины превращения энергии, никто не вывел всех следствий так, как это сделал Гельмгольц. Он показал действие Закона сохранения энергии и для процессов в живых организмах, что стало наиболее сильным аргументом против концепции особой "живой силы", якобы управляющей организмами.

Великим открытиям, связанным с окончательной формулировкой законов или с установлением новых незыблемых фактов, часто предшествует большая подготовительная работа ряда ученых. Так было с учением о происхождении видов Дарвина, раньше которого некоторые общие идеи его об изменчивости видов были высказаны Ламарком (фр. *Jean-Baptiste de Lamarck*). Великие идеи, приводящие к открытию новых законов, новых явлений, постепенно готовятся ученым миром, и иногда несколько ученых сразу высказывают одни и те же мысли, устанавливают одни и те же законы. Так было с Лейбницем и Ньютоном при открытии дифференциального исчисления. Человечество связывает открытие, сделанное рядом людей, с именем того, кто шире и глубже обосновал новые законы или новые факты и сделал из них все возможные выводы. Признавая огромное значение Майера, Джоуля и других исследователей в открытии этого закона, физики связывают его с именем Гельмгольца, давшего исчерпывающее изложение всех его следствий и выводов из них. [1]

Значение этого первого великого открытия Гельмгольца огромно. Современная энергетика целиком построена на законе сохранения энергии. В основе биологии лежат проблемы обмена веществ, связанные Гельмгольцем также с проблемой сохранения энергии. За все годы существования закон сохранил тот же вид и то же значение, какое он имел при его открытии в 1847 году.

Физика XIX столетия является, как это отметили Столетов, Герц и другие выдающиеся физики, учением о превращениях энергии, и этим была установлена количественная связь между различными явлениями природы.

Уже первые физиологические и физические исследования принесли Гельмгольцу определенную известность в научных кругах. Стало ясно, что в его лице наука приобретает искусного экспериментатора и тонкого теоретика, дальнейшему росту которого препятствует военная служба.

1 июня 1847 года Гельмгольц был переведен в королевский полк Gardes-du-Corps, дислоцированный также в Потсдаме. Здесь Герман познакомился с семейством Фельтен, глава которого был военным врачом. Молодая Ольга Фельтен (нем. *Velten*), с которой Герман часто играл на рояле, читал стихи и участвовал в спектаклях, произвела на него неизгладимое впечатление, и весной 1847 года он был с ней обручен (свадьбу решено было отложить до тех пор, пока у жениха будет более определенное материальное положение). Большая любовь, связавшая молодых людей, прошла через всю их короткую совместную жизнь.

30 сентября 1848 года Гельмгольц был произведен в старшие врачи, и друзья начали хлопотать о его переводе на научную работу. Такая возможность представилась в 1848 году, когда Александр Гумбольдт помог Герману Гельмгольцу освободиться от обязательной службы и содействовал его назначению на скромное место преподавателя анатомии в Берлинской академии художеств. [2]



✚ Вильгельм фон Гумбольдт (1767 – 1835) – немецкий филолог, философ, языковед, государственный деятель, дипломат, осуществил реформу образования в Пруссии, один из основоположников лингвистики как науки, основал в 1809 году университет в Берлине, был другом Гёте и Шиллера.

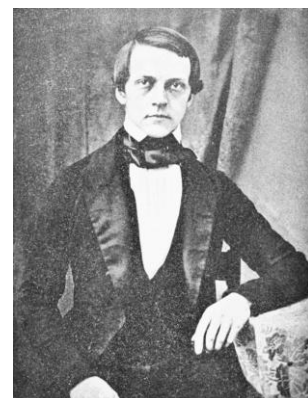
Его младший брат Александр (1769 – 1859) – физик, ✚ метеоролог, географ, ботаник, зоолог и путешественник, член Берлинской (1800), Прусской и Баварской академий наук. Почётный член Санкт-Петербургской академии наук (1818).



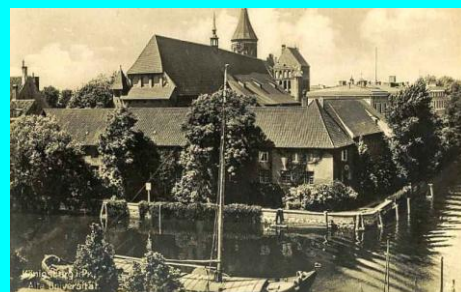
Несмотря на небольшое количество слушателей, Гельмгольцу приходилось ежедневно тратить по несколько часов на подготовку анатомических препаратов для занятий, но это не помешало ему вести интенсивную научную работу. Вскоре он приступил к решению капитальной задачи нервной физики – к вопросу о скорости распространения возбуждения по нерву.

Чтобы ясно представить себе все трудности этой задачи, следует вспомнить, что еще Ньютон в своих «Математических началах естественной философии» считал нервные процессы явлениями, протекающими в эфире и имеющими, следовательно, скорость, равную скорости света. Для объяснения механизма передачи возбуждения Ломоносов придумал даже аппарат, в котором процесс, возникший в одной точке, мог передаваться в среде практически мгновенно. Учитель Гельмгольца, Мюллер, считал, что вследствие огромной скорости нервного процесса все попытки его определения обречены на неудачу. Гельмголец не устрасился всех трудностей поставленной им задачи и, разработав замечательный метод определения коротких промежутков времени, блестяще разрешил задачу, показав, что скорость распространения нервного возбуждения невелика и для лягушечьего нерва составляет около 30 метров в секунду.

В Кёнигсберге. Едва лишь Гельмголец освоился в новых условиях, как в 1849 году Брюкке пригласил его на должности экстраординарного профессора и своего заместителя в Кёнигсбергский университет. Должность экстраординарного профессора физиологии и общей патологии в Кёнигсбергском университете предполагала одновременное заведование Физиологическим институтом, а все это вместе определяло годовое содержание в восемьсот талеров. Теперь можно было содержать семью, и 26 августа 1849 года состоялась свадьба Германа и Ольги. Счастливый Герман написал Дюбуа-Реймону: *«... мы можем спокойно вкушать счастливейшее время жизни; я рекомендую тебе найти при первой возможности такую же милую жену, какую имею я. Душа сейчас столь полна удовлетворения, появилась столь спокойная уверенность в достигнутом, что моя работоспособность значительно увеличилась».*



В то время большую известность приобрела кёнигсбергская математическая и физическая школы, в которой главную роль играли Борис Семёнович (Мориц Герман фон) Якоби (нем. *Moritz Hermann von Jacobi*, 1801 – 1874) – немецкий и русский физик, академик Санкт-Петербургской Академии наук, и немецкий физик Франц Эрнст Нейман (нем. *Franz Ernst Neumann*, 1798 – 1895). Еще в 1834 году они основали совместный семинар по теоретической физике и математике. Такая форма приобщения студентов университета к науке применялась в Германии впервые. Из этого семинара вышел ряд выдающихся физиков-теоретиков, в том числе Густав Роберт Кирхгоф (нем. *Gustav Robert Kirchhoff*, 1824 – 1887) – один из великих физиков XIX века, который вскоре подружился с Гельмгольцем. В отличие от берлинских физиков-эмпириков кёнигсбергские физики стояли за разумное сочетание эксперимента и теории с основным упором на теорию.



Обстановка кёнигсбергской лаборатории была очень скромна, но благодаря гениальным способностям конструирования Гельмголец строил сам из кусочков картона, проволоки, из дерева, сте-

кол, сургуча модели нужных ему приборов. Только когда все детали прибора были им изучены, окончательную модель выполнял механик, и при помощи такого прибора проводились опыты.

В процессе кёнигсбергских исследований Герман Гельмгольц создал несколько оригинальных приборов, в результате чего ему удалось решить ряд задач, связанных с определением скорости распространения нервного раздражения. Для этого Гельмгольц сконструировал установку, в которой начало отклонения зеркальца измерительного гальванометра совпадало с моментом возбуждения нерва, а конец – с моментом соответствующего сокращения мышцы. По отклонению зеркальца можно было судить об интервале прошедшего времени. При этом для исключения неизвестного времени между началом раздражения мышцы и ее сокращением каждое измерение проводилось дважды, заставляя нервное возбуждение пробегать различные по длине участки нерва при одной и той же мышце. Скорость определялась по разности времен, чем исключалось влияние внутримышечных процессов (см. Приложение 1).

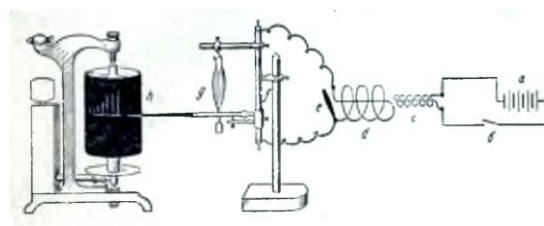
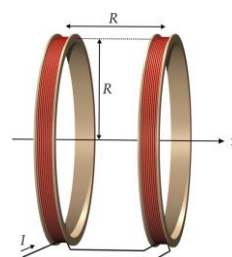
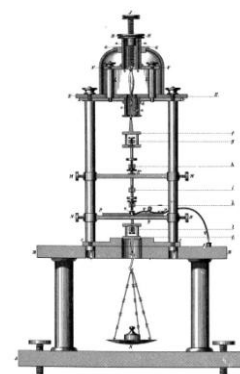
Основная часть экспериментальной установки Гельмгольца ➤

В качестве гальванометра Гельмгольц использовал высокочувствительную тангенс-бусоль Дебуа-Реймона, изменив в ней конфигурацию ➤ измерительной катушки так, чтобы магнитного поле, создаваемое измеряемым током в зоне диска с зеркальцем, было однородно. Отсчёт отклонений магнитного зеркальца тангенс-буссоли производился по шкале зрительной трубки.

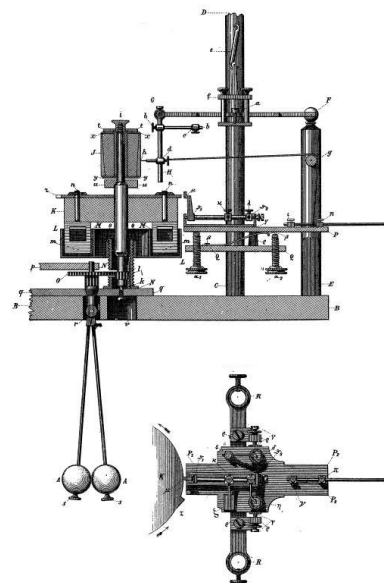
Конфигурация катушки, создающая однородное магнитное поле, получила название катушки Гельмгольца. ➔

Прибор для записи сокращения мышц Гельмгольц назвал миографом. Он состоял из вращающегося закопченного цилиндра, по которому скользила игла, связанная с

исследуемой мышцей. Пока мышца g спокойна, игла h ➤ прочерчивала прямую линию, при сокращении мышцы игла поднималась. Максимум получаемой кривой принимался за меру сокращения мышцы. Особое приспособление



позволяло нанести на цилиндр черту, соответствующую началу раздражения нерва. По расстоянию между этой чертой и началом подъема кривой можно было определить время при известной угловой скорости вращения цилиндра. Опытным путём Гельмгольц пришел к выводу, что средняя скорость распространения раздражения зависит от физиологических условий и составляет 26,4 м/сек для нерва лягушки при температурах 11...21°C, уменьшаясь при охлаждении и усталости. Он установил также замечательный факт, что между моментом раздражения мышцы и ее сокращением проходит примерно 0,01 с, в течении которых в мышце вырабатываются вещества, которые и вызывают сокращение. Созданный им прибор, позволяющий проводить периодические раздражения ткани с заданным интервалом времени, получил название маятника Гельмгольца.



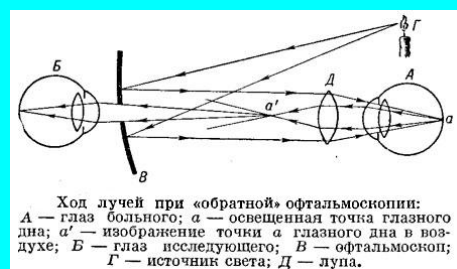
В июле 1850 года Гельмгольца родилась дочь Катерина, а через год – сын Рихард. Благополучными были и внешние обстоятельства, но напряженная умственная работа стала проявляться в виде возникающих у учёного головных болей, которые часто мучали его и впоследствии, – своеобразный показатель умственного напряжения. Для отдыха Гельмгольц с Кирхгофом выезжали к морю.

В декабре 1850 года в Физико-химическом обществе Кёнигсберга Гельмгольц сделал доклад «О методах измерения малых промежутков времени и их применении для физиологических целей». Подробная статья о них была опубликована в Берлине и Париже, обратив на себя внимание Парижской академии наук. Широкое признание работ Гельмгольца по физиологии в научных кругах позволило факультету представить его на получение звания ординарного профессора.

Воспоминания о Гельмгольце у его студентов противоречивы: одни считали его прекрасным лектором, другие были не в состоянии следить за ходом его мыслей. Гельмгольц тщательно готовился к лекциям, уделяя особое внимание лекционным опытам. В лаборатории, где готовились такие опыты, был изобретён миограф, изучалась природа зрения, и были начаты исследования по физиологической оптике. Одним из результатов этого стало изобретение глазного зеркала (офтальмоскопа) – прибора, предназначенного для исследования дна живого глаза.

«Мне была хорошо известна, – вспоминал Гельмгольц – нужда глазных врачей в приборе для определения тех состояний глаза, которые тогда объединялись под общим названием "черного бельма", и я взялся за устройство инструмента из очковых стекол и покровных стекол микроскопических объективов. <...>

спустя восемь дней на мою долю выпала величайшая радость быть первым человеком, перед которым раскрылась живая человеческая сетчатка.<...> Я сам объяснял свои успехи тем обстоятельством, что благодаря счастливой судьбе я попал в медики, хорошо понимая геометрию и обладая познаниями в физике».



Во время каникул 1851 года Гельмгольц совершил большое путешествие по Германии, Франции, Италии, Швейцарии и Австрии. Он посетил ведущие физиологические лаборатории и пообщался с крупными учеными. Закончив деловую часть путешествия, Гельмгольц посетил живописные места горной Швейцарии. В конце 1851 года он получил профессию в Кёнигсбергском университете.

Конец 1852 года сложился для семьи довольно несчастливым. Тяжело заболела жена, долго болела мать, а сам Гельмгольц стал страдать постоянной мигренью. Эти обстоятельства несколько тормозили научные занятия, но ничто не могло оторвать его от них совсем. Он написал для журнала «*Fortschritte der Physik*» обзор работ по теоретической акустике за 1848...1849 годы, свидетельствующий о том, что в это время Гельмгольца стали интересовать проблемы акустики и гидродинамики.

В Кенигсберге существовала традиция, в силу которой профессора университета выступали с научно-популярными докладами. Темой для своего первого выступления Гельмгольц избрал научное творчество великого немецкого поэта Иоганна Гёте, заинтересовавшее его в связи с работами по теории цветов. 18 января 1853 года он прочитал доклад «Об естественнонаучных работах Гёте».

В августе 1853 года Гельмгольц предпринял первое путешествие в Англию, где познакомился с Майклом Фарадеем.

Офтальмоскоп быстро получил широкое распространение во многих странах. В 1852 году его привёз в Россию профессор Киевского университета, под руководством которого были организованы специальные офтальмоскопические курсы. Здесь студентам и врачам предоставлялась возможность тренироваться на кроликах и больных. В Медико-хирургической академии офтальмоскоп появился в 1856 году. Особенно внимание работе с ним стало уделяться после возвращения в Академию известного врача-окулиста Э.А. Юнге, выпускника Московского университета, несколько лет проработавшего в лаборатории Гельмгольца.



На одном из офтальмологических съездов за границей Гельмгольцу были сказаны следующие замечательные слова: *«Офтальмология была во мраке; бог сказал, что Гельмгольц родился, и воссиял свет»*. Высокую оценку дал ему в 1891 году и знаменитый русский офтальмолог А.Н. Маклаков. *«Смело утверждаю, – писал он, – что если бы Гельмгольц даже ничего другого, кроме открытия глазного зеркала, не сделал, имя его навсегда было бы написано яркими буквами на страницах истории, если не созданной, то возрожденной им офтальмологии»*.

Физиология зрения и слуха – такими исследованиями Гельмгольц начал интенсивно заниматься в эти годы. Его многолетние труды по зрению человека завершились изданием в 1866 году фундаментального трехтомника «Физиологическая оптика».

После изобретения офтальмоскопа Гельмгольц стал исследовать физику аккомодации глаза при образования изображений в сложной оптической системе тел, ограниченных сферическими поверхностями. Он находит, каким образом общие законы преломления в такой системе тел могут быть приложены к преломлению в глазу, если известны кривизны преломляющих поверхностей роговицы и хрусталика глаза с их показателями преломления. Для нахождения этих величин Гельмгольц впервые в физиологии создал точные физические методы исследований и измерил кривизну не только роговицы, но и хрусталика. Он доказал, что аккомодация глаза происходит благодаря тому, что хрусталик изменяет свою форму, причем для близких предметов кривизна хрусталика увеличивается, а при рассматривании более отдалённых предметов хрусталик становится менее выпуклым.

Теория аккомодации Гельмгольца была принята учёным миром с удовлетворением, и никто не ожидал, что в неё можно что-либо добавить. Но шведскому офтальмологу, профессору Альвару Гульстранду (швед. *Allvar Gullstrand*), удалось её усовершенствовать. Он обнаружил, что хрусталик глаза состоит из множества прозрачных нитей, и при аккомодации, наряду с изменением кривизны оптической поверхности хрусталика, происходит и перемещение этих нитей, что даёт дополнительное увеличение преломляющей способности хрусталика. В 1911 году Альвар Гульстранд был удостоен Нобелевской премии по физиологии и медицине за работы по диоптрике глаза, в частности за исследования астигматизма и аккомодации.

Толчком к изучению цветного зрения послужило письмо Брюкке Гельмгольцу осенью 1851 года, в котором он написал: *«Как известно, Гёте в своем учении о цветах неправильно объясняет все цвета наложением света и темноты, основываясь при этом на известном факте, что прозрачные среды на темном фоне могут казаться фиолетово-серыми, голубовато-серыми и голубыми, тогда как в проходящем свете они представляются коричневыми, желтыми или красными. При моих ис-*

следованиях хамелеонов я обратил внимание на то, что в животном царстве часто таким путем возникают очень яркие краски. С точки зрения волновой теории это явление, по-моему, нигде не объяснено, хотя, как мне кажется, путь к объяснению лежит близко. Прошу тебя, напиши, было ли вообще в оптике обращено внимание на различную окраску отраженного и преломленного луча».

Гельмгольц внимательно изучил все, что писали по этому вопросу его предшественники. Происхождение цветов дискутировалось давно, но после Ньютона здесь было сделано мало. А Ньютон, по аналогии со звуковой гаммой, выделял семь основных цветов, из которых состоит белый цвет.

Решительным противником этих воззрений Ньютона был немецкий поэт, мыслитель и естествоиспытатель Иоганн Вольфганг фон Гёте

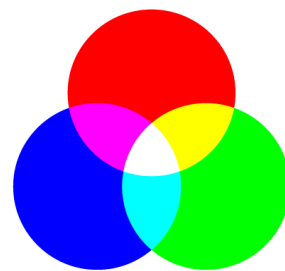
(нем. *Johann Wolfgang von Goethe*; 1749 – 1832), взгляды которого были изложены в его «Наброске учения о цветах». В предисловии к этому труду (1810) Гёте писал: «...мы занимаемся разоблачением ньютоновой теории, которая до сих пор властно и влиятельно противостояла сво-

бодному воззрению на цветовые явления... Мы сравниваем ньютоново учение о цвете со старым замком, который первоначально был возведен ее основателем с юношеской поспешностью...».



Истоки трехкомпонентной теории зрения связаны с именем М.В. Ломоносова, но тогда на его идеи не обратили внимания. В 1802 году такую же теорию смешения цветов

выдвинул англичанин Томас Янг (англ. *Thomas Young*) с позиций волновой теории света. Он понимал, что вряд ли для каждой длины волны попадающего в глаз света имеется специальный воспринимающий аппарат. Поэтому нужно предположить, что их число, а, следовательно, и типов волокон в зрительном нерве равно числу основных цветов (красный, зеленый и синий).



Теорию трехкомпонентного цветного зрения Гельмгольц значительно расширил, уточнив ее физиологическую часть в своей трехтомной монографии «Физиологическая оптика». С помощью двух кварцевых призм, Гельмгольц начал также опыты с ультрафиолетовыми лучами, изучая их воздействия на сетчатку глаза в зависимости от длины волны этих лучей. В процессе этих работ были опубликованы его статьи «О смешении спектральных цветов» и «О чувствительности сетчатки человека к наиболее преломляемым лучам солнечного спектра».

Успехи Гельмгольца доставляли большую радость его родителям. В одном из писем сыну счастливая мать писала: *«Письма из Кёнигсберга чудесны и по содержанию, и по тому, как это содержание выражено. Отец и я смеёмся и плачем над ними, все читаем и читаем, пока не остается ни одной буквы, из которой можно было бы извлечь еще какой-нибудь особый смысл. Ведущие врачи и другие уважаемые лица часто говорят о тебе отцу много лестных вещей, он сам находит весьма удивительным, что такой молодой человек, как ты, уже достиг столь многого»*.

Кёнигсбергский период научной деятельности Германа Гельмгольца был наиболее продуктивным. Там же он, продолжая исследования Георга Ома [5], предложил физиологическую теорию слуха, по которой в основе способности животных и человека различать один звуковой тон от другого лежит явление резонанса. Звук определенной высоты приводит в колебательное движение не всю барабанную перепонку, а в основном одну группу ее волокон, резонирующих на соответствующей звуковой частоте. Гельмгольцем создано учение о слуховой функции *кортиева* органа, расположенного во внутреннем ухе человека.



При разработке вопросов физиологии Гельмгольцу постоянно помогала жена Ольга. Она переписывала рукописи его трудов, и ей первой он читал свои лекции. В 1854 году их счастливая и уединенная жизнь была омрачена смертью его горячо любимой матери. Значительно ухудшилось и состояние здоровья жены. Это заставило Гельмгольца серьезно подумать о переезде из Кёнигсберга, холодный климат которого плохо действовал на здоровье жены, в один из южных университетов. В начале 1855 года такая возможность представилась в связи с освобождением кафедры анатомии и физиологии в Боннском университете.

Еще до отъезда из Кёнигсберга (29.07.1855) Гельмгольд написал для «Fortschritte der Physik» обзор публикаций 1852 года по теории тепла. Речь в них шла в основном о двух началах термодинамики, интерес к которой у него никогда не ослабевал. Среди рецензированных им работ были и статьи Уильяма Томсона, имя которого становилось все более известным как в Англии, так и за рубежом. Поэтому, сняв в Бонне подходящий по цене и расположению дом, Гельмгольд с радостью принял приглашение Томсона приехать к нему в Крейцнах (нем. *Kreuznach*). В этом небольшом курорт-

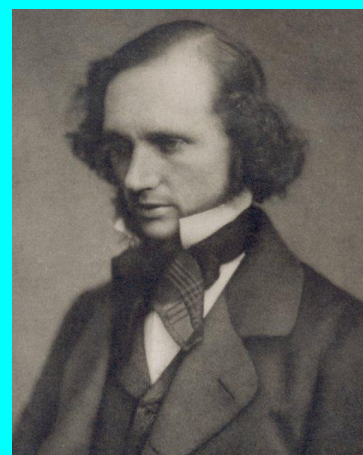
ном городе в западной части Пруссии произошла встреча двух великих ученых, деятельность которых в значительной степени отражает достижения науки XIX века. Делясь впечатлениями об этой встрече, Гельмгольц писал:

«Я ожидал найти в Томсоне, который является одним из первых физиков-теоретиков Европы, человека более пожилого, чем я, и был немало изумлен, когда мне навстречу вышел белокурый юноша с почти девической наружностью. Он снял для меня комнату по соседству со своим домом, и я должен был взять свои вещи из гостиницы, чтобы устроиться там. Он в Крейцнахе ради своей жены, которая появилась вчера на короткое время. Она очень милая и умная молодая женщина, но весьма болезненного вида. Что касается его, то он превосходит всех ученых, с которыми я лично был знаком, точностью мысли, ясностью и подвижностью ума, так что я сам иногда представляю себе рядом с ним тупоумным». Это мнение о Томсоне не изменилось в течение последующих сорока лет тесной дружбы и научного сотрудничества.

После двух дней, проведенных в обществе Томсона, Гельмгольц отправился за семьей и в середине сентября приступил к выполнению своих обязанностей в Боннском университете.



Уильям Томсон (англ. *William Thomson, 1st Baron Kelvin*; 1824 – 1907) – выдающийся британский физик и механик. Предки Томсона были ирландскими фермерами, а его отец Джеймс – известным математиком. В 1846 году Томсон занял кафедру теоретической физики в университете в Глазго, а с 1880 по 1882 год был президентом Лондонского общества физиков. Его работы в области термодинамики, приведшие к установлению абсолютной шкалы температур, гидродинамики, электродинамики, теории волн и по термоэлектричеству, приведшие к открытию «эффекта Томсона», были вполне оценены его современниками. В 1866 году Томсон был возведён в дворянское достоинство, а в 1892 году королева Виктория пожаловала ему пэрство с титулом «барон Кельвин».



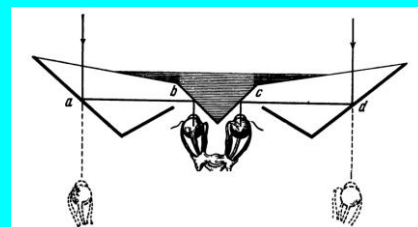
В Бонне Гельмгольц нашел несколько единомышленников среди медиков университета. Но общая обстановка в нём мало способствовала работе: лабораторий фактически не было, а совет университета не выделял средств на экспериментальные работы. Только угроза Гельмгольца уехать заставила руководство обещать ему организацию новой лаборатории, но это не было выполнено.

Вначале много времени Гельмгольца занимала разработка курса анатомии, изготовление анатомических препаратов и борьба с царившей на медицинском факультете рутиной. Первое время он

занимался и редактированием своей «Физиологической оптики». Её первая часть вышла в 1856 году и содержала диоптрику глаза, вторая – должна была содержать учение о чувствительности глаза к свету, а третья – учение о зрительном восприятии.

Гельмгольц продолжал также исследования по анатомии и физиологической оптике. Их результатом были доклады «О действии мышц руки» и «Телестереоскоп» в научном обществе.

Телестереоскоп Гельмгольца содержит четыре плоских зеркала *a, b, c, d*. Входящие световые лучи, отражаясь от зеркал *a* и *d*, затем *b* и *c*, попадают в глаза, создавая на их сетчатках изображения, соответствующие главному расстоянию *a–d*. На этом принципе стали конструировать стереоскопические бинокли и стереотрубы, широко применяемые и в настоящее время.



Наиболее важные работы Гельмгольца в боннский период относятся к акустике и гидродинамике. Интерес к этим проблемам возник еще в Кёнигсберге, и там это отразилось в обзорах для «Fortschritte der Physik». В Бонне его акустические исследования стали систематическими и вошли в книгу «Учение о звуковых ощущениях» (нем. *Die Lehre von den Tonempfindungen*), изданную уже после его отъезда из Бонна.

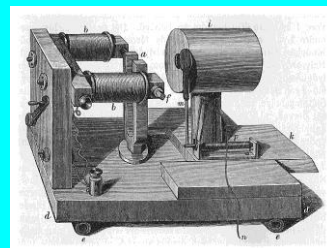


В конце сентября 1857 года в Бонне состоялся Съезд общества немецких естествоиспытателей и врачей (нем. *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*), на котором Гельмгольц выступил с несколькими докладами. В секции медицины он демонстрировал опыты с миографом и распространением нервного раздражения, в секции анатомии говорил о движении слуховых косточек, у физиков – о комбинированных тонах, а на объединенном заседании – о телестереоскопе. Говорил он и о необходимости вложения средств в научные исследования, что получило неожиданный отклик в виде письма из Мюнхена. В нём Гельмгольцу сообщили, что король Баварии Максимилиан II [5] пожелал ежегодно выделять ему определённую сумму для научных исследований, "расходы на которые не под силу частному лицу". Взамен Гельмгольца просили один раз в три месяца составлять для интересующегося наукой монарха краткие отчеты о достигнутых результатах. Первый взнос монарха (400 гульденов) дал возможность Гельмгольцу создать для электромагнитной регулировки колебаний камертонов сложную установку, при помощи которой он изучал тембр звука (звуковую окраску, по его терминологии).

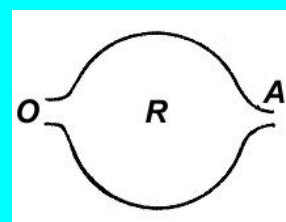


Как много в этом звуке... Анализ тонов выполнялся при помощи резонаторов, выделяющих из сложного звука простые тоны и позволяющих произвести их обратное сложение. При синтезе любых звуков камертоны, снабженные резонаторами, усиливающими их звук, звучали с определенной интенсивностью, причем необходимо было выбрать такие колебания для основного тона и обертонов, которые по анализам, произведенным при помощи резонаторов, присутствовали в изучаемом звуке.

a – камертон, i – резонатор ↘
на один и тот же тон. Изменяя расстояние звучащего камертона и резонатора, можно изменять силу звука, издаваемого резонатором. Гельмгольц имел ряд подобных приборов и с их помощью изучал синтезирование сложных звуков из простых тонов. При опытах колебания камертона поддерживались электромагнитами b .



R – резонатор Гельмгольца, имеющий отверстие O , обращенное к источнику звука, и узкую трубочку A , вставляемую в ухо. Воздух резонатора ↘ начинает колебаться, и ухо слышит звук, если в окружающей среде имеется тон с числом колебаний резонатора. В окружающей среде могут быть тоны самых различных высот, слагающиеся в звуки. Резонатор из них выделяет тот тон, который соответствует тону резонатора.



Как показали исследования Гельмгольца, гласные человеческого голоса отличаются от звуков, даваемых музыкальными инструментами, тем, что наряду с гармоническими обертонами, числа колебаний которых относятся к основному



Набор резонаторов Гельмгольца

тону, как 2, 3, 4 и т. д., в гласных человеческого голоса всегда имеются обертоны определенной высоты, характерной для каждой гласной. Наиболее низкий тон дает обертон гласной **у**, более высокий обертон имеется у гласной **о**, еще более высокий обертон у гласной **а**, гласные **е** и **и** имеют самые высокие обертоны. Образование обертонов постоянной высоты зависит от формы полости рта и, главным образом, формы губ, так что можно на простом опыте показать образование гласных при возникновении колебаний, создаваемых звуком голосовой щели в полости рта.

Эти исследования являются переходом к дальнейшим работам Гельмгольца, касающимся физиологии звуковых восприятий. В своих первоначальных работах Гельмгольц показал, какую роль играет строение барабанной перепонки и косточек, колеблющихся вместе с ней в среднем ухе, для передачи звуковых колебаний во внутреннее ухо, где находятся воспринимающие звуки рецепторы.

Гельмгольц показал, что форма барабанной перепонки и связь ее с косточками имеют целью равномерное воспроизведение всех звуков, рождающихся в окружающей среде. Доведенные до внутреннего уха звуки разлагаются на простые тоны, специальными резонаторами, которые заложены в сложном *кортиевом* органе. *Кортиев* орган представляет собой, с точки зрения Гельмгольца, как бы микроскопический рояль, струны которого, настроенные на разные тона и связанные с нервами, являются резонаторами, разлагающими сложный звук, доходящий до уха, на простые колебания.

В короткой статье невозможно изложить все богатство идей и фактов, которое представляет собой гениальная книга Гельмгольца. Достаточно сказать, что она выдержала в неизменном виде десятки изданий в Германии, переведена на многие языки, включая русский, и что издано множество популярных изложений теории Гельмгольца. В приложении к книге даны математические расчеты, которые являются основанием теоретической акустики.



Трехтомник Гельмгольца завершает исключительный по глубине раздел музыкальной акустики. В этой части излагаются простые представления о консонирующих и диссонсирующих интервалах и дается обоснование физиологической теории музыки. Книга, появившаяся первым изданием в 1862 году, создала новую эру в области акустических исследований. Вся дальнейшая история акустики есть развитие принципов Германа Гельмгольца ➔, усовершенствование методики и приложение ее к ряду акустических явлений, протекающих как в неживой, так и в живой природе.



Восторженную оценку работе дал И.М. Сеченов (1829 – 1905), создатель русской физиологической школы: *«Талант Гельмгольца раскрылся при изучении физиологии слуха и зрения. В его работе «Учение о звуковых ощущениях» лучше, чем где-либо, выступает слияние физического и физиологического кругозоров – звуковые явления исследованы с обеих сторон: физически, как движения, и физиологически, как ощущения. Слуховой орган превращается в его руках в тонкий физический инструмент...»*



Справедливость столь высоких оценок разделял выдающийся британский физик, нобелевский лауреат Джон Рэлей (англ. *John Rayleigh*; 1842 – 1919),  автор капитального двухтомного труда по теории звука, начавший заниматься акустикой под влиянием Гельмгольца, и предсказавший существование поверхностных волн, которые также называются волнами Рэлея.



Акустические работы Гельмгольца важны не только по обилию полученных им результатов, но и по тому влиянию, которое они оказали на развитие этой области физики. Иоганн Розенбергер (нем. *Johann Rosenberger*; 1845 – 1899) в знаменитом 3-томнике «Физика с древнейших времён» (1880) написал об этом так: *«В начале 60-х годов оживился также интерес к акустическим проблемам, главным образом под влиянием исследования Гельмгольца «Учение о звуковых ощущениях», составившего в данном вопросе эпоху. <...> Хотя эта работа была предпринята скорее с физиологическими и музыкальными целями, чем с физическими, но своим ясным и глубоким отношением к трактуемым вопросам она обогатила всю область акустики и <...> благотворно повлияла даже на чисто механическую часть этой дисциплины».*

В связи с акустическими работами Гельмгольц провел оригинальные исследования по аэро- и гидродинамике. Ему были известны дифференциальные уравнения движения жидкостей и газов, выведенные петербургским академиком Леонардом Эйлером. Их решения, найденные Лагранжем и Коши, описывали только такие движения, где частицы жидкости перемещаются вдоль некоторых незамкнутых линий, причем скорости от одной точки жидкости к другой изменяются непрерывно.

Гельмгольц доказал, что уравнениям Эйлера удовлетворяют и другие решения, описывающие такие движения жидкости, когда ее частицы кружатся вокруг так называемой вихревой линии (*подобные движения в воздухе создают курлычки, выдыхая дым изо рта в виде дымовых вихревых колец*).



Работы Гельмгольца о вихревых движениях получили развитие в метеорологии. Учение о циркуляции в атмосфере, о пассатах, циклонах и антициклонах и связанных с ними изменениях погоды после работ Гельмгольца стали областью точных исследований. Решая ряд задач гидродинамики, Гельмгольц выяснил также законы образования волн на границе двух сред разной плотности, движущихся по отношению друг друга.

Состояние прогнозирования погоды в те времена Гёте характеризовал так:

«Дождь идёт, когда желает, и без усталости идёт, а когда надоедает, он идти перестаёт».

Блестящие научные достижения не помогли Гельмгольцу добиться внимания к нуждам своей лаборатории. В Пруссии продолжался период реакции, наступивший после революционных волнений 1848...1849 годов. Борьба против революционных идей сопровождалась притеснением всякой прогрессивной мысли. Строительство нового лабораторного здания было опять отложено. В связи с этим Гельмгольц задумался о выезде из Пруссии. Еще в апреле 1857 года он получил письмо, в котором его старый друг, немецкий химик-экспериментатор Роберт Бунзен (нем. *Robert Bunsen*; 1811 – 1899) ➔



сообщал о намерении Великого герцогства Баден (нем. *Großherzogtum Baden*; 1806 – 1918), расположенного на юго-западе Германии, пригласить на кафедру физиологии Гейдельбергского университета видного ученого, и что предложена кандидатура Гельмгольца. Тогда он отказался, сославшись на обязанности перед прусским правительством, которое незадолго до этого перевело его в Бонн. Кроме того, он считал, что освободившуюся кафедру по праву старшинства должен получить Дюбуа-Реймон. Теперь же, поскольку Дюбуа после смерти Мюллера получил его кафедру в Берлине, Гельмгольц, после вторичного приглашения Бунзена счел себя вправе дать согласие на переезд в Гейдельберг. Прусское правительство не хотело отпускать Гельмгольца и задерживало его почти год.



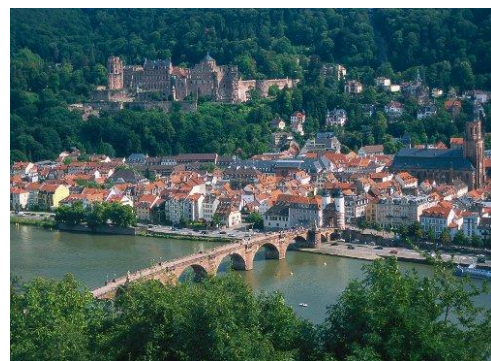
Горелка Бунзена

Известие о согласии Гельмгольца на переезд было с радостью встречено в Гейдельберге (нем. *Heidelberg*). *«Весь Гейдельберг в восторге, – написал ему Гюстав Кирхгоф, ➔* занимавший там кафедру физики, *– от того, что Вы переходите сюда, и я уверен, что Вам у нас понравится».* Теплую записку прислал и Бунзен: *«Сильный ожог правой руки едва позволяет мне водить пером, а потому я только в двух словах хочу сказать Вам, как мы все радуемся тому, что Вы приезжаете».*



В августе 1857 года Гельмгольц отвез семью в Гейдельберг, в сентябре он был в Англии, где присутствовал на очередном собрании Британской ассоциации в Абердине (англ. *Aberdeen*), затем в Карлсруэ (нем. *Karlsruhe*) на собрании Общества немецких естествоиспытателей и врачей, после чего приступил к работе в университете.

Гейдельберг – один из маленьких городков герцогства Баден, расположенный на берегу впадающей в Рейн реки Неккар (нем. *Neckar*). На холме – развалины старинного замка. ⚡ Гейдельбергцы именовали Дворцом природы скромное двухэтажное здание, в котором была лаборатория Гельмгольца в Гейдельбергском университете. В этой лаборатории учился Иван Михайлович Сеченов. О впечатлении, произведённом на него учителем, можно судить по следующим его словам:



«Что я могу сказать об этом из ряда вон человеке? По ничтожности образования приблизиться к нему я не мог, так что видел его, так сказать, лишь издали, никогда не оставаясь притом спокойным в его присутствии. От его <...> фигуры с задумчивыми глазами веяло каким-то миром, словно не от мира сего. Как это ни странно, но говорю сущую правду: он производил на меня впечатление, подобное тому, какое я испытывал, глядя впервые на Сикстинскую мадонну в Дрездене, тем более что его глаза по выражению были, в самом деле, похожи на глаза этой мадонны...»

Гейдельбергский университет, первый на территории собственно Германии (основан в 1385 году), пользовался большой славой не только из-за традиций, но главным образом благодаря работе в нем видных ученых. А когда к химику Бунзену и физику Кирхгофу присоединился Гельмгольц, сюда стали приезжать студенты со всего мира.

Первые почести. Имя Гельмгольца становится все более известным. В конце 1858 года он получил первый в своей жизни орден, о чём написал отцу: *«До сих пор в служебном отношении здесь у меня все идет хорошо. Несмотря на уменьшившееся число медиков, слушателей у меня столько же, сколько было в Бонне по физиологии. Правда, число работающих в лаборатории у нас слишком велико для такого помещения, и поэтому мы несколько стеснены; но предполагают сейчас же приступить к разработке планов нового строительства. В ноябре меня избрали членом Мюнхенской академии наук, а сегодня я получил свой первый орден – голландский, орден Нидерландского Льва.* ⚡



*Как мне пишет профессор Дондерс (нид. *Donders*) из Утрехта (нид. *Utrecht*), там под его руководством построена и торжественно освящена глазная больница; по этому случаю нашла уместным отметить таким образом изобретение офтальмоскопа. Ты видишь, что Гейдельберг принес мне счастье в смысле внешнего признания».*

В продолжение своих работ по гидродинамике, Гельмгольц предложил своему помощнику Гюставу фон Пиотровскому (нем. *Gustav von Piotrowski*) провести ряд экспериментов по изучению трения в жидкостях. *«Предпринял вместе с Пиотровским, – писал он в июне 1859 года, – работу о трении в жидкостях; он выполняет экспериментальную часть. Из нее, как я надеюсь, будут следовать основные уравнения гидродинамики с учетом трения. После этого любые частные случаи движения жидкости сведутся к чисто математическим задачам, из которых, правда, только немногие будут разрешимы»*. Результаты этой работы были представлены Венской академии наук, избравшей Гельмгольца членом-корреспондентом.

В ноябре 1859 года Гельмгольц выступил в научном обществе с докладом «О цветовой слепоте». Подчеркнув, что из трехцветной теории зрения вовсе не следует, что все реально существующие спектральные цвета можно получить с помощью трех основных, Гельмгольц показал, что выбор трех цветов является в определенной мере произвольным. Нужно было установить объективный показатель, с помощью которого удалось бы точно выявить особенности механизма цветного зрения. В какой-то степени каждый человек воспринимает все цвета, но к одному он более чувствителен, к остальным двум – менее. Одинаковое раздражение всех систем восприятия цвета дает человеку ощущение белого света. Больной дальтонизмом (цветовой слепотой) должен видеть цвет, система восприятия красного у которого отсутствует, темно-серым, а дополнительный к нему цвет – светло-серым, почти белым.

Дела семейные. Удачно начавшийся 1859 год вскоре принес Гельмгольцу много тяжелых переживаний. В июне от кровоизлияния в мозг умер отец, болела жена. Тяжелая домашняя обстановка не давала возможности сосредоточиться на новых исследованиях. Поэтому он занимался в основном обработкой результатов, особенно тех, которые ему были нужны для подготавливаемого к печати второго тома «Физиологической оптики».

К зиме состояние здоровья жены Гельмгольца Ольги стало безнадежным, и 28 декабря 1859 года она умерла (от туберкулеза). *«Это было тяжелое время, – писал Гельмгольц. – Я не мог работать, а потому у меня не было главного средства сопротивления чувству одиночества и равнодушия ко всему окружающему. Так я провел два месяца долгих дней и бесконечных ночей. Лишь с начала марта я вновь смог найти поддержку в работе»*.

В апреле Гельмгольц сделал доклад «О явлениях контраста в глазе», а летом увидел опубликованным второй том «Физиологической оптики». Множество забот, с которыми Гельмгольц встретил-

ся после смерти жены, ослабили его обычную работоспособность. В таком состоянии он познакомился с дочерью баденского юриста Роберта фон Моля (нем. *Mohl*), Анной  вскоре ставшей его невестой.

«Все произошло скорее, чем я ожидал, – писал он Томсону в феврале 1861 года. Раз чувству дозволено было зародиться, оно уже не спрашивает у благоразумия разрешения расти. Моя невеста богато одаренная и, по сравнению со мной, молодая девушка, должна, как мне кажется, быть причислена к Гейдельбергским красавицам. Она очень умна и остроумна, прекрасно держит себя в обществе, так как большую часть жизни провела в Париже и Лондоне».

Только разница в возрасте (Анна была на тринадцать лет моложе) и боязнь возложить на ее плечи заботу о двух уже сравнительно взрослых детях беспокоили Гельмгольца. Анну же волновала ответственность, лежащая на жене столь знаменитого ученого. Весной 1861 года она писала ему: *«Сколько мне еще нужно над собой работать, чтобы стать для тебя полезной женой, которая подчиняет свой темперамент здравому смыслу. Только не теряй со мной терпения, меня и без того легко смутить. Но вот что я должна тебе сказать: на своем письменном столе ты хозяйничаешь без всякого порядка. Если бы я не была воспитана уважать беспорядок на столе ученого, то энергично бы взялась за дело: отделила бы исписанную бумагу от чистой, спрятала бы все письма в ящик (заметь, не читая их), а затем вытерла бы все влажной тряпкой. Но пока я оставляю все, как есть, и радуюсь, что нашла в тебе хоть одну человеческую слабость».*

Их свадьба состоялась 16 мая 1861 года.

«После идеального счастья первого брака, – писала сестра умершей жены Ольги, – такой шаг казался непонятным, но это было не так: он потерял свою первую жену не с ее телесной смертью – она угасала около него так, как это всегда бывает при ее ужасной болезни. В продолжение последнего года её внутренняя жизнь умирала шаг за шагом, её интересы, отзывчивость к окружающему слабели... Таким образом, Гельмгольц был одинок задолго до того, как она скончалась».

Новый брак казался счастливым. Их дом стал центром, где собирались ученые и писатели, художники и музыканты. В нём установился идеальный порядок, который давал ученому возможность полностью отдаться науке. Дети, уехавшие вначале к бабушке, вернулись домой, и отец находил

время заниматься с сыном Рихардом от первого брака, который стал железнодорожным инженером. Второй брак подарил Гельмгольцам троих детей: Роберта (1862), Эллен (1864) и Фридриха (1868).

После выхода в свет последнего тома «Физиологической оптики» и нового издания «Учения о звуковых ощущениях» Гельмгольц более не приступал к новым работам по физиологии: его все больше влекло к физике. Здесь его занимали главным образом две области: гидродинамика и теория электричества. Одновременно он начал переводить вместе с женой различные книги по физике с английского, в частности «Трактат по натуральной философии» Уильяма Томсона и Питера Тэйта (англ. *Peter Tait*).

Профессор Герман Гельмгольц. В Гейдельберге Гельмгольц преподавал главным образом физиологию, но уже в 1862 году начал читать для студентов всех факультетов обзоры общих достижений естественных наук. *«Общие и специальные курсы Гельмгольца, – вспоминал профессор Московского университета Ф.П. Шереметьевский, – отличались всегда, при отсутствии внешнего блеска, глубиной мысли, основательностью эрудиции; общедоступные – при тех же достоинствах – богатством и разнообразием содержания. Таковы его знаменитые курсы, посвященные обзору «Общих результатов естествознания», в которых чередовались темы биологические, по общей физики и космологии, – курсы, возможные только для Гельмгольца с его талантом и громадной, чуть не всеобъемлющей, эрудицией, его глубоким философским образованием. Не могу не упомянуть мимоходом об его публичных речах, популярных лекциях. Предназначаемые обычно для аудитории довольно высокого, даже высшего уровня образования, при объективной строгости изложения, с печатью изящной красоты, они производят, даже в чтении, впечатление чудных научных импровизаций, увлекательных даже для специалиста».*



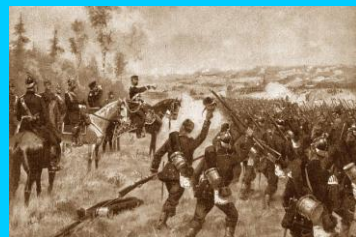
В 1860-х годах в русский кружок в Гейдельберге входили многие россияне, в том числе знаменитые химики Д.И. Менделеев и А.П. Бородин, физиолог И.М. Сеченов и биолог К.А. Тимирязев. Иногда здесь жил хирург Н.И. Пирогов, присматривая за молодыми врачами, командированными сюда для стажировки. Отряд русских физиологов и врачей, прошедших практику в лаборатории Гельмгольца, был значительным. Учился здесь и наш выдающийся физик А.Г. Столетов (1839 – 1896).



Первая в России и в Северной Европе женщина-профессор и первая в мире женщина – профессор математики С.В. Ковалевская вспоминала: «... я поехала в 1868 году в сопровождении мужа в Гейдельберг. Здесь <...>, мне было разрешено принимать участие в математических занятиях, и в продолжение трех семестров я слушала лекции <...> Дюбуа-Реймона, Гельмгольца, Кирхгофа ...».

Учился в Гейдельберге и знаменитый американский физик Джозайя Гиббс (англ. *Josiah Gibbs*).

Австро-прусско-итальянская война 1866 года (в истории Германии известна также как Семинедельная война, а в Италии – как Третья война за независимость) – подготовленный Отто фон Бисмарком (нем. *Otto von Bismarck*) военный конфликт Пруссии и Италии с Австрийской империей за гегемонию в Германии и контроль Италии над Венецианской областью. На стороне Австрии выступили Бавария, Саксония, Великое герцогство Баден, Вюртемберг и Ганновер, на стороне Пруссии – Италия. Война длилась на протяжении семи недель (17.06 – 26.07.1866) и завершилась поражением Австрии, вынужденной воевать на два фронта. **Сражение при Кёниггреце** (нем. *Königgrätz*, совр. Градец-Кралове в Чехии) ➔



В Гейдельберг вошли прусские войска. Возникшие трудности коснулись и семьи Гельмгольца, пережившей несколько тяжёлых месяцев. Исход этой войны развязал руки Бисмарку и предпринял объединение Германии под главенством Пруссии.

В 1868 году Гельмголец обнародовал несколько своих гидродинамических работ. Берлинской академии наук он представил статью «О прерывных движениях жидкости», а в «Отчетах» Парижской академии напечатал две статьи: «О наиболее общем движении жидкости» и «О движении жидкости», а в следующем году сделал в Гейдельберге доклад «К теории стационарного течения в вязких жидкостях». После этого Гельмголец опубликовал работы «Об электрических колебаниях», «О законах непостоянного электрического тока в протяженных проводниках», «Об уравнениях движения электричества в покоящихся проводящих телах» и «О скорости распространения электродинамического действия». [2]

В начале 1870 года Гельмголец и Кирхгоф были избраны иностранными членами Берлинской академии наук. Вскоре Дюбуа-Реймон, тогда ректор Берлинского университета, захотел пригласить Гельмгольца на освободившуюся после смерти Магнуса кафедру физики. На что Гельмголец ответил, что считает права Кирхгофа более предпочтительными, и о своей готовности занять его место в Гейдельбергском университете. Для решения вопроса в Гейдельберг приехал сам Дюбуа-Реймон. Кирхгоф решительно отказался от переезда, а Гельмголец согласился на условиях постройки отдельного физического института, предоставления ему должности директора института с квартирой в том же здании, правом единолично распоряжаться в нём и годовым содержанием 4000 талеров.

Условия были приняты, но берлинскому университету не удалось получить нужные для этого кредиты из-за войны с Францией.

В июле 1870 года началась война Пруссии с Францией. Баден, как и другие южно-германские государства, представил свои войска Пруссии, а Франция оказалась неподготовленной к войне. Её войска терпели поражения. 1 сентября произошла битва при Седане (фр. *Bataille de Sedan*), закончившаяся капитуляцией и пленением Наполеона III. Этим закончилось существование Второй французской империи. 28 января 1971 года пал Париж, а 26 февраля в Версале был подписан мирный договор. Тогда же прусский король Вильгельм I был объявлен императором воссоединившейся Германии.

Гельмгольц два месяца занимался распределением раненых по лазаретам. Его старший сын Рихард был артиллеристом и воевал в нескольких боях.



В Берлине. Этот последний период его жизни, является периодом по преимуществу физических исследований. Деятельность Гельмгольца в Берлине можно разделить на два периода. Первый из них он посвятил организации работ Физического института при Берлинском университете, а второй – созданию Имперского физико-технического института, ставящего своей задачей прикладные физические исследования, а также поверку и испытание приборов, применяемых в науке и технике. Одновременно



Гельмгольц читал лекции по теоретической физике в Берлинском университете. Эти лекции были изданы, после смерти Гельмгольца его учениками.

По воспоминаниям и высказываниям учеников Гельмгольца, его лекции не отличались внешним блеском, он не пытался различными приемами привлекать моментальный интерес к развиваемой теме. В отличие от Кирхгофа, который читал наизусть подготовленную рукопись, позволяя себе заглянуть в нее, чем отступить от неё даже в малом, для Гельмгольца само чтение было творческим актом. Во время лекции слушатели могли следить за развитием мысли своего профессора, за логикой развития идеи от ее истоков к важным выводам.

Благодаря Анне дом Гельмгольцев в Берлине, как и в Гейдельберге, стал центром культурной жизни определенного круга ученых. Там часто звучала музыка, блестящим знатоком которой был хозяин. Из немецких музыкантов он был хорошо знаком с Рихард Вагнером (нем. *Richard Wagner*), в котором искал единомышленника. Слушали концерты Антона Рубинштейна, из художников здесь бывали Адольф Менцель и Арнольд Бёклин.

В Берлине Герман Гельмгольц познакомился с Вернером фон Сименсом, одним из основателей уже известных фирм «Siemens-Schuckertwerke» и «Siemens & Halske», занимающихся установкой многих телеграфных линий, в том числе и в России.

На заводах этих фирм производилось разнообразное электротехническое оборудование, имевшее широкий сбыт во всем мире, что сделало Вернера фон Сименса  богачейшим человеком своего времени. Понимая лучше других предпринимателей значение науки для развития техники, Вернер фон Сименс вкладывал большие средства в развитие научных учреждений. В основном на его средства был построен Имперский физико-технический институт, первым президентом которого и стал в 1888 году Гельмгольц.



К Герману Гельмгольцу Вернер фон Сименс всю жизнь питал глубокое уважение, а в 1884 году они породнились. Его старший сын Арнольд и дочь Гельмгольца Эллен, художница, в 1884 году сочетались браком. От этого брака родилось пять детей, в том числе внук Вернера Сименса, названный в честь дедушки Гельмгольца Германом.  В 1929 году он возглавил Центральную лабораторию коммуникационных технологий фирмы «Siemens & Halske», внёсшей важный вклад в развитие телексной связи.



В 1872...1874 годах в «Известиях Берлинской академии» появились три статьи Гельмгольца под названием «К теории электродинамики». В них рассматривались уравнения движения электричества в покоящихся и движущихся проводниках и приведено критическое сопоставление результатов различных существовавших в тот период электродинамических теорий близкодействия Фарадея-Максвелла и дальнего действия Вебера-Неймана. Гельмгольц пришёл к выводу, что ответ в пользу любой из них могут дать исследования только незамкнутых токов. Поэтому наряду с теоретическими работами Гельмгольц ряд экспериментов проводил сам и давал аналогичные темы своим ученикам (см. Приложение 2).

В октябре 1877 года Гельмгольца избрали ректором Берлинского университета, и там он вскоре опубликовал работу «О мышлении и медицине».

Признание. Королевское общество (англ. *Royal Society*) Великобритании на заседании 30 ноября 1873 года наградило Германа Гельмгольца медалью Копли «За достижения в физике и физиологии» (англ. "For his researches in physics and physiology").

Медаль Копли (англ. *Copley Medal*) – высшая награда Королевского общества Великобритании, учрежденная в 1709 году сэром Годфри Копли (англ. *Sir Godfrey Copley*), богатым землевладельцем, любителем науки и членом Королевского общества за "... выдающиеся достижения в области исследований в любой области науки" (англ. "... *outstanding achievements in research in any branch of science*"). В своём завещании он распорядился учредить фонд, проценты с которого должны ежегодно направляться, по усмотрению Королевского общества на поощрение научной деятельности. Сначала, кроме серебряной медали, лауреат получал денежную премию в размере £100. В 1736 Совет Королевского общества заменил выплату денег золотой медалью.

Медаль Копли сегодня – старейшая и наиболее престижная награда Королевского общества, сопровождаемая премией £5000. [9] Из наших соотечественников такой медали удостоены только Д.И. Менделеев (1905) и И.П. Павлов (1915).

Аверс: Афина Паллада, древнегреческая богиня войны и победы, а также мудрости, знаний, искусств и ремесел, сидящая посреди эмблем искусств и наук, правой рукой вручает лавровый венок. В левой руке она нянчит Артемиду Эфесскую, покровительницу всего живого на Земле, а у её ног находится гербовый щит Годфри Копли.

G. COPLEY BART. DIGNISSIMO (Г. Копли, баронет, самому достойному).

Реверс: Гербовый щит Королевского общества **SOCIETAS REG. LONDINI**. Девиз: **NULLIUS IN VERBA**.

Королевское общество (основано в 1662 году) избрало выражение латинское выражение *Nullius in verba* (пер. с лат. *Ничьими словами*) из "Посланий" Горация своим девизом в знак того, что оно полагается только на свидетельства научных экспериментов, а не на слова авторитетов.

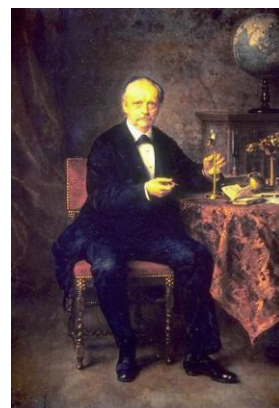
Медаль Копли в XIX веке соответствовала Нобелевской премии. До Германа Гельмгольца столь высокой награды были удостоены его соотечественники: в 1838 году выдающийся математик и физик Карл Гаусс (нем. *Gauß*), в 1941 – Георг Ом, затем Александр Гумбольдт (1852), Иоганнес Мюллер (1854), Вильгельм Вебер (1859) и Роберт Бунзен (1860).

Осенью 1881 года Гельмгольц участвовал в первом Международном электрическом конгрессе в Париже. Вместе с У. Томсоном они были избраны вице-президентами конгресса. В результате работы этого Конгресса была принята новая версия Международной системы абсолютных электрических единиц, предложенная Вильгельмом Вебером. Из Парижа Гельмгольц поехал во Флоренцию, а затем посетил электротехническую выставку в Вене, где встретился с друзьями из Кёнигсберга.

В 1881 году король Вильгельм I Фридрих пожаловал Гельмгольцу дворянство, чем очень обрадовал его жену. Что касается самого ученого, то он писал, что ему это, в общем, безразлично, но он рад, что впервые за сто лет дворянское звание в Пруссии дано не за политические или военные заслуги, а за научные труды. Тем не менее, он стал подписываться *фон* Гельмгольц.

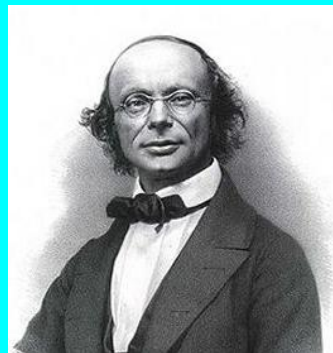
Портрет Германа фон Гельмгольца, 1881 ➤

Художник Людвиг Кнаус (нем. *Klaus*; 1829–1910), Галерея «Alte Nationalgalerie Berlin»



В 1883 году, как почётный член Международного геодезического общества, был на очередном конгрессе этого общества в Риме, где посетил несколько физических и химических лабораторий, а также итальянские театры.

Вильгельм Эдуард Вебер (нем. *Wilhelm Eduard Weber*; 1804 – 1891) – немецкий учёный-физик, с 1849 года профессор Гёттингенского (нем. *Göttingen*) университета, главные работы в области магнитных явлений и электричества. В 1833 году вместе с К.Ф. Гауссом Вебер изобрёл и реализовал внутриуниверситетский электромагнитный телеграф.



В честь Вильгельма Вебера названы единица измерения магнитного потока в Международной системе единиц (СИ) и кратер на обратной стороне Луны.

В 1885 году в Гейдельберге Гельмгольцу была присуждена первая медаль  памяти выдающегося офтальмолога Альбрехта фон Грефе (нем. *Albrecht von Graefe*; 1828 – 1870), учреждённая немецким офтальмологическим обществом. Сюда же он приехал через год на празднование 600-летия Гейдельбергского университета. Навеянные при этом воспоминания и встречи со старыми друзьями несколько улучшили состояние ухудшающегося здоровья учёного.



В 1888 году Гельмгольц был награждён золотой медалью  принца Альберта, учреждённой Королевским обществом искусств (англ. *Royal Society of Arts, RSA*) за "... выдающиеся достижения в развитии искусства, производства и торговли" (англ. "... distinguished merit in promoting Arts, Manufactures and Commerce").



Последние годы жизни. В 1888 году было построено здание  для Имперского физико-технического института в предместье Берлина Шарлоттенбург (нем. *Physikalisch-Technischen Bundesanstalt, Charlottenburg*). Президент института Гельмгольц переехал с семьёй туда же. К 1890 году в институте трудились пятьдесят научных работников, в том числе будущий лауреат Нобелевской премии по физике (1911) Вильгельм Вин (нем. *Wilhelm Wien*).



С весны 1889 года в этом институте стал трудиться сын Гельмгольца Роберт до этого работавший в физической лаборатории Берлинского университета. Именно в сыне отец видел продолжателя своих дел и тщательно следил за образованием Роберта, помогая и направляя его первые шаги в науке. Очень слабое здоровье сына (он был болен туберкулёзом) причиняло родителям много огорчений. Окончив Берлинский университет, Роберт занялся физикой горения и близко познакомился на этой почве с учеником А.Г. Столетова В.А. Михельсоном, известным в будущем российским геофизиком и метеорологом,

Закончив свою диссертацию «Световое и тепловое излучение горячих газов» и получив премию за свою работу «О лучеиспускании пламени», Роберт начал серию новых экспериментов уже в физико-техническом институте, но его болезнь внезапно обострилась, и в августе 1889 года он умер. Это был страшный удар для Гельмгольца, последовавший за смертью в 1873 году его дочери Кэт. Со смертью сына рухнули лучшие надежды отца, и он с большим трудом пережил потерю родного человека. У Гельмгольца участились обморочные состояния, бывавшие и раньше.

7 мая 1990 года Берлинский университет делегировал Гельмгольца на празднование 600-летия университета в Монпелье (фр. *Universite Montpellier*), колыбели знаменитой медицинской школы. Французы очень тепло приняли немецкого учёного, одного из немногих, кто даже в период наибольшего обострения франко-прусских отношений не позволял себе никаких шовинистических антифранцузских выступлений. [2]

В ответ на произнесённый в его честь тост Гельмголец сказал: *«Я благодарю <...> за то, что о моих физиологических работах уже 20-летней давности всё ещё вспоминают с благоприятной оценкой. Эта оценка является для меня особенно почётной здесь, в Монпелье, так как здешняя школа была последним и самым сильным оплотом консервативной партии в медицине, и она должна была смотреть на молодую физиологическую школу И. Мюллера, к которой я сам принадлежал, как на самую радикальную левую. Сегодняшнее торжество показало мне, как под влиянием истинного естественно-научного метода сгладились теоретические разногласия с той и другой стороны. Но эта объединяющая сила науки имеет ещё гораздо более общее и всеобъемлющее значение. Никто из нас не может работать в науке и достигать каких-либо ценных результатов только для своего народа, без того, чтобы пользу от этого не извлекло всё культурное человечество. Все народы, принимающие участие в научной работе, трудятся на общем поприще и по необходимости поддерживают друг друга. Сознание этого в конце концов прольёт себе дорожку и приведёт к возникновению дружеских отношений»*. Эти слова были встречены бурей аплодисментов. В заключение Гельмголец провозгласил тост за объединяющую силу науки.

Популярность Гельмгольца возросла и его стали избирать в различные международные и национальные общества и академии, членом Парижской академии наук он стал в 1892 году.

К 70-летию юбилею Гельмгольца для его чествования был создан международный комитет, который обратился с предложением создать Международный фонд для награждения медалью имени Гельмгольца наиболее выдающихся учёных. Русские учёные откликнулись на этот призыв. В Москве по инициативе А.Г. Столетова в 1891 г. был проведён цикл лекций, посвящённых изложению основных научных достижений Гельмгольца. Лекции читали крупнейшие учёные, и весь доход от них (1000 руб.) был передан в фонд Гельмгольца.



В 1891 году император Вильгельм II наградил Гельмгольца орденом Чёрного Орла, которым обычно награждались императоры и выдающиеся полководцы (например, Пётр I и А.В. Суворов), а также пожаловал его чином действительного тайного советника (нем. *Geheimrat*) и титулом *Excellenz*.



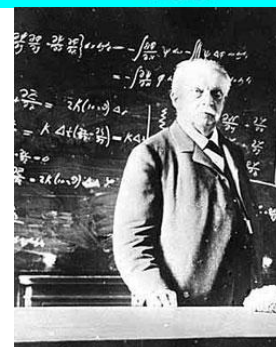
В том же 1891 году Гельмгольцон удостоился высшей награды Франции – звезды ордена «Почётного легиона». Город Берлин избрал его своим почётным гражданином



Золотая медаль имени Гельмгольца была учреждена как высшая награда Берлинской академии естественных и гуманитарных наук. Первая такая медаль была вручена самому юбиляру, а следующие четыре – Дюбуа-Реймону, Р. Бунзену, У. Томсону и Карлу Вейерштрассу 2 июня 1892 года.



По просьбе Гельмгольца празднование его юбилея было перенесено на 2 ноября – день, когда 49 лет назад он защитил докторскую диссертацию. В приветственном адресе из Москвы отмечалась большая роль Гельмгольца в деле подготовки специалистов для России и сообщалось о его избрании почётным членом Университета.



Весной 1893 года Гельмголец посетил всемирную выставку в Чикаго, где представлял немецких естествоиспытателей на этом крупнейшем форуме учёных. Символом выставки было первое в мире гигантское колесо



обозрения ($\varnothing 75$ м), которое придумал и реализовал тогда еще неизвестный, молодой американский инженер Джордж Феррис (англ. *George Ferris*) в ответ Эйфелевой башне [6], символу предыдущей всемирной выставки.

После двухнедельного пребывания в Чикаго. Гельмголец с женой и своими ассистентами совершил путешествие по стране. Посетили Вашингтон, Бостон и другие города, побывали у Ниагарского водопада. «Я знаю прекрасно, что Америка представляет собою будущность для цивилизованного человечества и что она заключает в себе большое количество интересных людей», – написал Гельмголец.

Все путешествие прошло удачно, самочувствие Гельмгольца было хорошим, и вдруг – трагическое происшествие: 12 октября, в тот момент, когда он спускался по паровой лестнице, у него за-

кружилась голова. При падении он сильно травмировал голову. Оказанная помощь помогла избежать осложнений, но вернуться к исполнению служебных обязанностей Гельмгольц смог лишь в декабре.

Он собирался издать свои курсы по теоретической физике, которую продолжал читать в университете, закончить третий том собрания сочинений, составить новый сборник своих научно-популярных докладов и статей.

11 июля 1894 года учёный прочитал последнюю лекцию, а 12 июля при выходе из дома у него произошло кровоизлияние в мозг. Успевший подхватить его слуга уложил больного в постель, с которой он уже не встал. 8 сентября 1894 года Герман фон Гельмгольц скончался.

Могила Германа фон Гельмгольца на берлинском кладбище Ванзее II ➤

(нем. *Neuer Friedhof Wannsee*)



Эпилог. 14 декабря в Берлине состоялось траурное собрание, на котором присутствовали члены семьи, друзья, ученики, видные учёные, политические деятели и кайзер Вильгельм II. В траурной речи Дюдуа-Реймон назвал смерть Гельмгольца национальным несчастьем.



Учёные всего мира почтили память своего коллеги. В Лондонском королевском обществе с проникновенной речью выступил старый друг Гельмгольца Уильям Томсон. Траурные собрания состоялись и во многих городах России. *«Гельмгольц был в равной мере физик, физиолог и психолог, – сказал в своей речи в Москве А.Г. Столетов, – он работал и пролагал новые пути как в общей науке о природе объекта, так и в науке о природе чувствующей и мыслящей...».*

Памятник ➤ Герману Гельмгольцу на территории Берлинского университета; открыт 06.06.1899, скульптор Ernst Herter

Венское отделение Общества немецких естествоиспытателей и врачей (нем. *Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte*), основанного в 1822 году, учредило специальную награду имени Гельмгольца для ученых и чиновников, способствующих распространению научных знаний и их использованию на практике



В 1907 году на VII Международном конгрессе физиологов в Гейдельберге Великим князем Фридрихом фон Баденом была учреждена медаль Гельмгольца Немецкого общества акустики.



Имя Германа Гельмгольца навсегда вошло в историю науки. Им названы лунный (1935) и марсианский (1973) кратеры, многие научные центры. В России имя Гельмгольца носит Московский научно-исследовательский Институт глазных болезней. ➔



Послесловие. Знаменитый немецкий физик, физиолог, психолог Герман Гельмгольц был многосторонней личностью и внес существенный вклад в механику, термодинамику, оптику, акустику, электродинамику, физиологию и медицину. В механике он заложил основы теории вихревых движений жидкости, в термодинамике разработал теорию химических процессов и ввел понятие свободной энергии, в электродинамике выдвинул идею атомарной природы электричества, провел основополагающие исследования процессов в колебательном контуре. В разные годы он был профессором физиологии и патологии в Кёнигсберге, профессором анатомии и физиологии в Бонне, профессором физиологии в Гейдельберге и профессором физики в Берлине. Гельмгольц первым сформулировал в математической форме и обосновал универсальность закона сохранения энергии, ввел понятие потенциальной энергии и обосновал невозможность существования вечного двигателя.



Гельмгольц исследовал процесс мышечного сокращения, впервые обнаружил и провел измерения теплопродукции в сокращающейся мышце и показал, что тепловыделения мышц является важной компонентой энергетического обмена организма. Гельмгольц является автором фундаментальных трудов по физиологии слуха и зрения. С помощью изобретенного им офтальмоскопа он выполнил первые исследования сетчатки глаза. Он изобрел также прибор для измерения размеров глаза – офтальмометр – и оптическое приспособление – стереоскоп, с помощью которого два плоских изображения накладываются таким образом, что наблюдатель получает впечатление трехмерного предмета. Офтальмоскоп и офтальмометр широко используются в клинической практике, а стереоскоп,

помимо развлекательного, имеет важное медицинское применение – он используется для профилактики и лечения косоглазия. Гельмгольц развил теорию цветного зрения, исследовал механизмы аккомодации глаза. Изучая механику слуха, он построил модель уха, позволившую исследовать воздействие звуковых волн на слуховой аппарат, разработал теорию восприятия звуков и на её основе учение о слуховых ощущениях, голосе и музыкальных инструментах. Гельмгольц изучал процесс распространения нервного импульса по волокну и провел первые измерения его скорости.

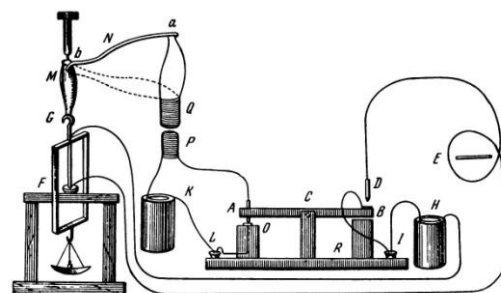
Особенно важными научными работами Гельмгольца считаются его исследования в области термодинамики химических процессов, заложившие начало применения физики к химии. На этой почве выросла современная физическая химия с ее многочисленными разветвлениями.

Огромное значение имеют также работы Гельмгольца по принципу наименьшего действия. Эти работы примыкают к исследованиям выдающихся математиков Жозефа Луи Лагранжа (фр. *Joseph Louis Lagrange*) и ирландца Уильяма Гамильтона (англ. *William Hamilton*), позволившим описать все уравнения механики одной формулой. Гельмгольц показал, что не только механические, но и все явления физического мира – термические, световые, магнитные и электрические – могут быть описаны общим уравнением, следующим из принципа наименьшего действия, что явилось основой для дальнейшего приложения принципа наименьшего действия к физике. Его общие идеи были далее развиты немецким математиком Давидом Гильбертом (нем. *David Hilbert*) в области учения о принципе относительности и физиком Арнольдом Зоммерфельдом (нем. *Arnold Sommerfeld*) в области учения о квантах (атомах энергии). Как показал австрийский физик-теоретик, один из создателей квантовой механики, Эрвин Шрёдингер (нем. *Erwin Schrödinger*), волновая механика, связывающая движение материальных масс с волнами, их сопровождающими, целиком вытекает из принципа наименьшего действия. Таким образом, Гельмгольц заложил основы, имеющее огромное значение для теоретической физики.

Установка для определения скорости сокращения мышцы

Великий русский физиолог И.М. Сеченов в 1862...1863 годах читал в Санкт-Петербургской медико-хирургической академии лекции «О животном электричестве» сразу же после возвращения из Германии, где работал и в лаборатории Гельмгольца. [1] В этих лекциях Установка Гельмгольца для определения скорости сокращения мышцы описывалась так:

«Нерв N , связанный с вертикально подвешенной мышцей M , раздражается в двух последующих опытах на различных расстояниях от мышцы, в точках a и b , индукционными ударами вторичной спирали Q , соответствующими размыканию цепи первичной P . Последняя приводится в действие гальваническим элементом K . Цепь ее $KLAP$ держится замкнутой; но в точке O она легко может быть разомкнута: если надавить вниз конец B коромысла ACB , вращающегося около оси C , то другой конец этого коромысла A поднимается вверх, и металлическое со-общение между A и L прерывается. Конец B коромысла ACB висит свободно и при давлении вниз может двигаться до тех пор, пока не упрется в подставку R . С этим концом' деревянного коромысла связан посредством металлической пластинки один из полюсов другого гальванического элемента H . В цепи последнего сверх гальванометра E находится металлический отросток G четырехугольной рамы, оканчивающейся сверху крючком, продетым через мышечное сухожилие, внизу же едва прикасающийся к поверхности ртути в чашке F . Цепь элемента H не замкнута. Опыт начинается тем, что утолщенным металлическим концом проволоки D нажимают на металлическую пластинку конца B коромысла ACB . При этом, с одной стороны, замыкается цепь элемента H , следовательно, ток начинает действовать на магнитную стрелку гальванометра E ; с другой стороны, от нажимания B вниз конец A коромысла ACB поднимается вверх, цепь первичной спирали размыкается и нерв раздражается током, являющимся во вторичной спирали Q . Итак, начало раздражения нерва совпадает с началом действия тока на магнитную стрелку. За раздражением нерва следует мышечное сокращение; при этом рама со своим отростком G приподнимается вверх, нижний конец отростка выходит из металлического соприкосновения со ртутью, следовательно, цепь элемента H , действовавшего на гальванометр, размыкается. Стало быть, электрический ток влиял на магнитную стрелку в течение времени от начала раздражения нерва до наступления мышечного сокращения».



Герман Гельмгольц, Генрих Герц и электродинамика

В 1872...1874 годах в «Известиях Берлинской академии» появились три статьи Гельмгольца под названием «К теории электродинамики». В них рассматривались уравнения движения электричества в покоящихся и движущихся проводниках и приведено критическое сопоставление результатов различных существовавших в тот период электродинамических теорий близкодействия Фарадея-Максвелла и дальнего действия Вебера-Неймана. Поскольку замкнутые токи были к тому времени хорошо изучены, и обе теории давали для них совпадающие с опытом результаты, Гельмгольц пришёл к выводу, что ответ в пользу любой из них могут дать исследования только незамкнутых токов, которые значительно сложнее. Поэтому наряду с теоретическими работами Гельмгольц ряд экспериментов проводил сам и давал аналогичные темы своим ученикам. Деятельность Гельмгольца и его учеников значительно способствовала проникновению идей электродинамики Максвелла в Германию и Россию, а также их экспериментальному подтверждению.

Так, выпускнику Московского университета Н.Н. Шиллеру, работавшему в Берлине с 1871 года, принадлежат работы об измерении диэлектрической проницаемости в переменных полях, о диэлектрических свойствах концов разомкнутых токов в диэлектрике, об индуктивных токах в разомкнутых проводниках, об электрических колебаниях. После возвращения на родину Шиллер стал профессором Киевского университета. Исследования русского физика П.А. Зилова, работавшего в лаборатории Гельмгольца, относятся к измерению диэлектрической проницаемости жидкостей, изучению роли среды в электродинамических взаимодействиях, исследованию диэлектрической и магнитной поляризации. По возвращении в Россию он стал профессором МВТУ, а затем Варшавского университета. Изданием журнала «Физическое обозрение» П.А. Зилов способствовал распространению и популяризации физических знаний в стране.

Решающую роль в электродинамике сыграли опыты Генриха Герца (нем. *Heinrich Hertz*; 1857 – 1894), доказавшего реальное существование электромагнитных волн. Приехав в Берлин осенью 1878 года Герц почти сразу начал работать над темой, предложенной для студенческой премии. Герц получил эту премию, блестяще справившись с поставленной задачей и проявив незаурядные способности экспериментатора. В 1879 году по просьбе Гельмгольца Берлинская академия наук предложила конкурсную задачу – «установить экспериментально наличие связи между электродинамическими силами и диэлектрической поляризацией». Вскоре Герц стал ассистентом Гельмгольца в физическом институте Берлинского университета и начал серию блестящих исследований по тематике, подсказанной ему Гельмгольцем.



В пасхальные каникулы 1881 года Гельмгольц совершил путешествие в Англию, где встретился с Уильямом Томсоном и другими старыми знакомыми. Наиболее важным событием во время этой поездки была его речь «Современное развитие взглядов Фарадея на электричество». В ней, дав обзор состояния электродинамических теорий и решительно поддержав концепцию Фарадея-Максвелла, Гельмгольц поставил задачу экспериментального доказательства существования электромагнитных волн как факт, который должен окончательно решить вопрос о существовании электродинамических явлений. Один из его выводов, оказался чрезвычайно существенным для дальнейшего развития физики: «Что постоянное отношение химических соединений зависит от существования неделимых атомов, может показаться гипотезой, но в настоящее время мы

не знаем никакой другой достаточно ясной и разработанной теории, которая была бы в состоянии объяснить все наблюдаемые в химии факты так просто и последовательно, как атомистическая теория современной химии. Если применить эту гипотезу к электрическим процессам, то она, в соединении с законом Фарадея, приводит к поразительным следствиям. Если мы допускаем существование химических атомов, то мы вынуждены заключить отсюда, что также и электричество, как положительное, так и отрицательное, разделяется на определенные элементарные количества, которые играют роль атомов электричества».

После того, как в 1887 году Герц разработал генератор электрических колебаний, ему удалось решить и конкурсную задачу. В ноябре того же года он послал Гельмгольцу рукопись работы «Об индукционных явлениях, вызываемых электрическими процессами в диэлектриках» с просьбой представить ее академии. «Я не мог не послать Вам работу, – писал Герц учителю, – так как она касается предмета, на разработку которого Вы сами меня когда-то нацелили, и который я всегда имел в виду, хотя раньше и не видел пути, который мог бы привести к однозначному результату. На этот раз надеюсь, что не ошибаюсь, считая исследования не вызывающими сомнения». В ответ Герц получил лаконичную открытку: «Рукопись получил. Bravo! В четверг передам ее в печать». Такова была оценка Гельмгольца экспериментальному доказательству существования электромагнитных волн.

Между учителем и учеником сложились тёплые дружественные отношения. В письмах родителям Герц постоянно упоминал о внимании к нему Гельмгольца, о вечерах, проведенных в его семье. В предисловии к третьему тому собрания сочинений Герца Гельмгольц написал: «Генрих Герц был, казалось, предназначен к тому, чтобы раскрыть перед человечеством многие новые, до сих пор скрытые тайны природы, но все надежды потерпели крушение из-за коварной болезни, которая, медленно, но неудержимо подкрадываясь, уничтожила эту столь драгоценную для человечества жизнь и жестоко разрушила все связанные с ней надежды. <...> Моя боль была особенно сильна, ибо среди всех своих учеников я всегда рассматривал Герца как того, которому был наиболее близок круг моих идей. С ним, казалось, я мог связывать свои надежды на их дальнейшее развитие и обогащение».

Список литературы

1. Лазарев П.П. Герман Гельмгольц (1821 – 1894). – М.: Техника молодежи № 4, 1937. – с. 52-57
Электронный ресурс: URL <http://mumiputz.ucoz.ru/forum/73-1216-1> (дата обращения 22.09.2014)
2. Лебединский А.В., Франкфурт У.И., Френк А.М. Гельмгольц. М.: Наука, 1966. – 316 с.
3. Шойфет М.С. 100 великих врачей. М.: Вече (серия «100 великих»), 2008, – с. 273-281
4. Самин Д.К. 100 великих ученых. – М.: Вече (серия «100 великих»), 2011, – с. 194-197.
5. Самохин В.П. Мещеринова К.В. Памяти Георга Ома //technomag.edu.ru: Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2014, вып. 6.
URL <http://technomag.bmstu.ru/doc/717027.html> (дата обращения 22.09.2014)
6. Самохин В.П. Александр Эйфель //technomag.edu.ru: Наука и образование: электронное научно-техническое издание, 2012, вып. 10. URL
<http://www.technomag.edu.ru/doc/483448.html> (дата обращения 22.09.2014)