

ББК  
72  
НЗ40

# НАУКА ВЕЛИЧАЙШИЕ ТЕОРИИ

## ГЕЛЬМГОЛЬЦ

Сохранение энергии

44



То, что остается навсегда

DeAGOSTINI

# ГЕЛЬМГОЛЬЦ

Сохранение энергии

---

**То, что остается  
навсегда**

**Наука. Величайшие теории:** выпуск 44: То, что остается навсегда. Гельмгольц. Сохранение энергии. / Пер. с исп. — М.: Де Агостини, 2015. — 160 с.

Герман Гельмгольц — один из самых влиятельных ученых второй половины XIX века. Он прославился неутомимым интеллектом и глубокими познаниями в области медицины, физики и математики. Так, вычислив скорость нервных импульсов с помощью математической формулировки закона сохранения энергии, он стал известен в области физиологии. В оптике этот немецкий ученый разработал теорию зрения и изобрел офтальмоскоп и офтальмометр, а в сфере акустики исследовал распространение звука и его восприятие человеческим ухом, связав физиологию с гармонией и музыкой.

ISSN 2409-0069

552066

© José Enrique Amaro Soriano, 2014 (текст)

© RBA Coleccionables S.A., 2014

© ООО «Де Агостини», 2014–2015



Иллюстрации предоставлены:

Adolf Dauthage/ Австрийская национальная библиотека: 29 (вверху справа); Dr. S.J. Meltzer/ Popular Science Monthly: 133 (внизу); Dr. Sebastian Husen/ Библиотека изображений Восточной Пруссии: 57; Eric W. Weisstein: 133 (вверху слева); G. Berger/ Национальная библиотека медицины США: 23; Giacomo Brogi/ Zeno.org: 146; Joan Pejoan (инфографика); Karl Pfaff: 101 (внизу); Meisenbach Riffarth & Co./ Journal of Physical Chemistry: 38; Popular Science Monthly: 97, 101 (вверху слева); Адольф фон Менцель/ Старая национальная галерея, Берлин: 20; Антон фон Вернер/ Старая национальная галерея, Берлин: 133 (вверху справа); Архив RBA: 29 (внизу), 41; Библиотека Конгресса США: 141; Библиотека Смитсоновского института: 37; Генри Роско: 44; Герман фон Гельмгольц/ Physiologische Graphik: 87 (вверху слева); Герман фон Гельмгольц/ «Трактат по физиологической оптике»: 87 (вверху справа; внизу); Герман фон Гельмгольц/ «Учение о слуховых ощущениях...»: 101 (вверху слева), 106, 116 (вверху; внизу), 121; Научные коллекции Университета имени Гумбольдта, Берлин: 62; Торонтский университет: 29 (вверху слева).

Все права защищены.

Полное или частичное воспроизведение  
без разрешения издателя запрещено.

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	7
<b>глава 1. Сохранение энергии</b> .....	15
<b>глава 2. К теории зрения</b> .....	51
<b>глава 3. Восприятие звука и музыка</b> .....	91
<b>глава 4. Становление классической физики</b> .....	127
<b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	153
<b>УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	155

## Введение

В 1906 году великий британский физик Уильям Томсон, более известный как лорд Кельвин, написал предисловие к английскому изданию биографии своего друга и коллеги Германа фон Гельмгольца, составленной в 1894 году, через восемь лет после смерти ученого, математиком Лео Кёнигсбергером. Кельвин подчеркнул четыре стороны жизни Гельмгольца: его необычайную профессиональную карьеру, создание Имперского физико-технического института, его речь об идеях Фарадея и его влияние на Герца — открывателя электромагнитных волн.

Кельвин подробно описал профессиональный путь Гельмгольца, который начался с пятилетней службы военным хирургом в прусской армии. Затем он один год занимал должность преподавателя анатомии в Берлинской Академии художеств, шесть лет трудился преподавателем патологии и физиологии в Кёнигсберге, три года — преподавателем анатомии и физиологии в Бонне, 13 лет — преподавателем физиологии в Гейдельберге; два десятилетия посвятил преподаванию физики в Берлине и, наконец, стал директором института.

Лорд Кельвин особо подчеркивал важность создания Гельмгольцем и фон Сименсом Имперского физико-технического института — «за неоценимую пользу, которую это принесло не только Германии, но и всему миру». Также британский ученый подчеркнул значение речи Гельмгольца, произнесенной



в Лондонском химическом обществе и посвященной достижениям Фарадея. Лорд Кельвин утверждал, что Гельмгольц в этом докладе «воздвиг памятник научному прогрессу XIX века, впервые заявив о том, что электричество состоит из атомов». Через несколько лет после смерти Гельмгольца эта теория была подтверждена рядом открытий, включая открытие радиоактивности Анри Беккерелем. Атомами электричества, о которых говорили Гельмгольц и Кельвин, были, конечно же, электроны. Наконец, согласно Кельвину, «мир в долгу перед Гельмгольцем за то, что тот вдохновил Герца на поиск экспериментального доказательства существования электрических волн Максвелла. Мы находим у Гельмгольца большое количество теоретических и экспериментальных исследований, которые привели к появлению беспроводного телеграфа».

В этом кратком предисловии лорд Кельвин перечислил только некоторые достижения, благодаря которым Герман фон Гельмгольц, многогранная личность впечатляющего интеллектуального диапазона, стал одним из самых крупных ученых XIX века, которому даже удалось провести границу между классической и современной физикой. В Европе и США первой половины XIX века Гельмгольц, считавшийся ведущим ученым Германии, пользовался примерно такой же славой, как в свое время Альберт Эйнштейн. Со дня его смерти прошло более 100 лет, но следы этой славы живут в университетских учебниках и в коллективной памяти ученых, в основном физиков, физиологов, психологов и неврологов.

Гельмгольц получил признание за формулировку закона сохранения энергии и за изобретение офтальмоскопа. Но эти два достижения стоят в начале длинного списка работ ученого в области физиологии, теоретической физики, философии науки, математики, психологии и неврологии. В физике имя Гельмгольца связано с целым рядом дисциплин, от электромагнетизма и термодинамики до оптики, акустики и теории жидкостей. Теорема Гельмгольца, свободная энергия Гельмгольца, уравнение Гельмгольца, резонаторы Гельмгольца и катушки Гельмгольца занимают свое место среди других математических теорем, уравнений, физических величин и приборов.

Его научная деятельность не только была разнообразной, но и носила междисциплинарный характер. Самые важные работы Гельмгольца, относящиеся к периоду до 1870 года, находятся на стыке физики и физиологии — например, открытие скорости распространения нервных импульсов. Следует учитывать, что Гельмгольц был врачом, обладающим глубокими знаниями физики и математики. В молодости он хотел стать физиком, но материальные обстоятельства вынудили его изучать медицину. Любовь к физике и медицинское образование сочетались в нем с неутолимимым интеллектом, а благоприятный исторический период развития немецкой науки позволил Гельмгольцу полностью отдаться исследовательской деятельности, широту которой сложно описать. Возможно, именно в этом коренится восхищение им Эйнштейна, которое тот выразил в письме своей будущей жене, Милеве Марич, в 1899 году.

Герман Людвиг Фердинанд фон Гельмгольц родился в Потсдаме (Германия) 31 августа 1821 года. Он изучал медицину в Берлине, где Иоганн Мюллер воодушевил его на проведение физиологических исследований с физическим уклоном, и этот метод работы стал характерным для Гельмгольца. Его научная карьера блестяще началась в 1847 году, когда в возрасте 25 лет он объявил о всеобщности закона сохранения энергии, доказав его справедливость и для физиологии. В это время молодой исследователь изучал физиологию нервов и мышц и измерял скорость нервных импульсов.

С 1850 по 1866 год он работал физиком, физиологом и психологом, разрабатывая собственную теорию зрения. Гельмгольц пролил свет на геометрическую оптику визуальной системы, изобрел офтальмоскоп и офтальмометр, разработал теорию зрения и цветоощущения, а также осуществил математические исследования движения глаз и визуального восприятия пространства. Вся эта экспериментальная и теоретическая работа вылилась в монументальный труд *«Трактат по физиологической оптике»*, который использовался в качестве учебника более 50 лет.

Публичное признание пришло к Гельмгольцу после изобретения офтальмоскопа в 1850 году. С этого момента ученый

стал пользоваться безоговорочным авторитетом у властей и коллег и получил полную свободу в работе, так что отныне руководствовался исключительно научным любопытством. Исследователь приписывал свой успех счастливым обстоятельствам, которые поместили его, с его знаниями геометрии и физики, во врачебную среду в то время, когда физиология представляла собой девственное и плодородное поле, а сам он был предрасположен к изучению фундаментальных проблем, лежавших обычно вне области математики и физики.

В своих работах по физиологической акустике Гельмгольц разработал теорию функции внутреннего уха, согласно которой ушная улитка анализирует частоту тона, и различные частоты возбуждают различные нейроны. В своей книге *«Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки»* Гельмгольц связал физическую и физиологическую акустику с гармонией и музыкой, уделив особое внимание тембру, консонансу тонов и диссонансу.

Главная особенность исследований Гельмгольца состояла в объединении разных научных областей и использовании различных методов анализа. Его работы по акустике — идеальный тому пример: ученый математически рассчитал колебания воздуха в трубах, изучал физиологические процессы в ухе и обсуждал проблемы музыкальной теории. В то же время он разрабатывал новые приборы, ставил эксперименты высокой точности и формулировал теории. Его исследования по физиологической акустике, как и работы в других областях, имели обширную, но синтетическую природу.

В последние годы жизни Гельмгольц внес вклад в теоретическую физику, а именно в теорию электромагнетизма, химическую термодинамику, механические основы термодинамики, теоретическую механику, теорию жидкостей, неевклидову геометрию и метеорологию. Также он способствовал развитию эпистемологии и философии науки и установлению связи науки с искусством, культурой и обществом. Ученый был большим популяризатором науки своего времени и публиковал многочисленные очерки на самые разные научные темы.



Также Гельмгольц первым стал использовать в физиологических исследованиях эмпирические методы, которые во многом происходят из физики и основываются на экспериментальных данных и результатах математического анализа. Ученый был противником традиционных методов натурфилософии, которая описывала природу, основываясь на предположениях и метафизических идеях, недоступных экспериментальной проверке. Он много пользовался приборами, часто собственного изобретения, что позволило достичь в экспериментах беспрецедентной точности. Своей работой ученый способствовал искоренению из биологических наук виталистических теорий, которые пытались объяснить природу жизни с помощью метафизики.

Однако Гельмгольц занимался не только исследованиями по физике и физиологии — он был важной фигурой в Германии и руководил научными учреждениями в Кёнигсберге, Бонне, Гейдельберге и Берлине. Он разработал проект и был президентом-основателем Имперского физико-технического института. Это учреждение сегодня носит название Физико-технического института Германии и выступает в качестве национального института метрологии. Здесь осуществляются высокоточные измерения, пересматриваются и обновляются образцы основных единиц измерения для промышленности. Институт каждый год вручает премию Гельмгольца автору лучшей исследовательской работы в области точности. Также ученый был ректором Берлинского университета и в последние годы жизни представлял Германию как глава научных и технических делегаций на международных конгрессах.

Умер Гельмгольц 8 сентября 1894 года. На траурной церемонии присутствовала императорская семья. Памятник ученому, который приказал воздвигнуть император, стоит сегодня рядом со входом в Берлинский университет.

- 1821** 31 августа в Потсдаме (Германия) родился Герман Людвиг Фердинанд фон Гельмгольц.
- 1838** Начал изучать медицину в Берлине, завершил обучение в 1842 году.
- 1843** Вступил в качестве хирурга в полк королевской гвардии в Потсдаме. Начал исследования мышц.
- 1847** Прочитал доклад «О сохранении силы» в Берлинском физическом обществе.
- 1848** Назначен преподавателем анатомии Берлинской Академии художеств.
- 1849** Назначен преподавателем физиологии в Кёнигсберге. Женится на Ольге фон Фельтен, в этом браке родилось двое детей: Катерина и Рихард.
- 1850** Измерил скорость распространения нервных импульсов. Изобрел офтальмоскоп. Начал исследования в области зрения и теории цвета.
- 1855** Назначен преподавателем физиологии и анатомии в Бонне. Познакомился с Уильямом Томсоном (лордом Кельвином).
- 1856** Опубликовал первый том *«Трактата по физиологической оптике»*. Вторым том был опубликован в 1860 году, а третий — в 1867-м. Начал исследования по физиологической акустике.
- 1858** Опубликовал первые работы по теории жидкостей. Назначен преподавателем физиологии в Гейдельберге.
- 1859** Умирает Ольга, супруга ученого.
- 1861** Женится на Анне фон Мольте, в этом браке родилось трое детей.
- 1863** Публикует работу *«Учение о слуховых ощущениях как физиологическая основа для теории музыки»*.
- 1870** Публикует свою первую статью по теории электродинамики.
- 1871** Назначен преподавателем физики в Берлине.
- 1877** Назначен директором Физического института и ректором Берлинского университета.
- 1881** Выступает с лекцией о Фарадее в Лондонском химическом обществе.
- 1882** Начинает исследования по термодинамике. Вильгельм I присваивает ученому титул барона.
- 1888** Назначен президентом Имперского физико-технического института.
- 1893** Едет в США. На обратном пути с ним происходит несчастный случай.
- 1894** Умирает 8 сентября от кровоизлияния в мозг в Шарлоттенбурге, Берлин.