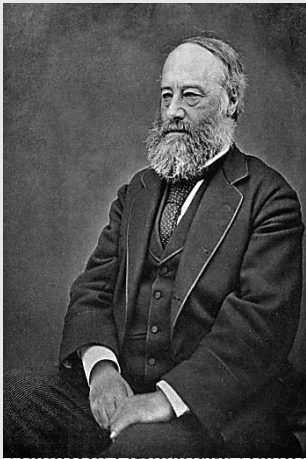


Джеймс Прескотт Джоуль



# Биография



Джеймс Прескотт Джоуль

Родился в семье зажиточного владельца пивоваренного завода в Солфорде близ Манчестера, получил домашнее образование, притом в течение нескольких лет его учителем по элементарной математике, началам химии и физики был Дальтон. С 1833 года (с 15 лет) работал на пивоваренном заводе, и, параллельно с обучением (до 16 лет) и занятиями наукой до 1854 года участвовал в управлении предприятием, пока оно не было продано.

Первые экспериментальные исследования начал уже в 1837 году, заинтересовавшись возможностью замены паровых машин на пивоварне на электрические. В 1838 году по рекомендации одного из своих учителей Дэвиса (англ. John Davies), близким другом которого был изобретатель электродвигателя Стёрджен, опубликовал первую работу по электричеству в научном журнале *Annals of Electricity*, организованном за год до этого Стёрдженом, работа была посвящена устройству электромагнитного двигателя. В 1840 году обнаружил эффект магнитного насыщения при намагничивании ферромагнетиков, и в течение 1840—1845 годов экспериментально изучает электромагнитные явления.

Изыскивая лучшие способы измерения электрических токов, Джеймс Джоуль в 1841 году открыл названный его именем закон, устанавливающий квадратичную зависимость между силой тока и выделенным этим током в

# Биография (продолжение)

1841 году приглашает Джоуля как первого лектора.

В работах начала 1840-х годов исследовал вопрос экономической целесообразности электромагнитных двигателей, поначалу полагая, что электромагниты могут быть источником неограниченного количества механической работы, но вскоре убедился, что с практической точки зрения паровые машины того времени были эффективнее, опубликовав в 1841 году выводы, что эффективность «идеального» электромагнитного двигателя на 1 фунт цинка (используемого в аккумуляторах) составляет всего лишь 20 % от эффективности парового на 1 фунт сжигаемого угля, не скрывая при этом разочарования.

В 1842 году обнаруживает и описывает явление магнитострикции, заключающееся в изменении размеров и объёма тела при изменении его состояния намагниченности. В 1843 году формулирует и публикует окончательные результаты работ по исследованию тепловыделения в проводниках, в частности, экспериментально показывает, что выделяемое тепло никоим образом не забирается из окружения, что бесповоротно опровергло теорию теплорода, сторонники которой всё ещё оставались в то время. В том же году заинтересовался общей проблемой количественного соотношения между различными силами, приводящими к выделению теплоты, и, придя к убеждению в существовании предсказанной Майером (1842) определённой зависимости между работой и количеством теплоты, ищет численное соотношение между этими величинами — механический эквивалент тепла. В течение 1843 — 1850 годов проводит серию экспериментов, непрерывно совершенствуя экспериментальную технику и каждый раз подтверждая принцип сохранения энергии количественными результатами.

В 1844 году семья Джоулей переехала в новый дом в Уэлли-Рэйдж (англ. Whalley Range), где для Джеймса была оборудована удобная лаборатория. В 1847 году женился на Амелии Граймс, вскоре у них появились сын и дочь, в 1854 году Амелия Джоуль умерла.

В 1847 году знакомится с Томсоном, который даёт высокую оценку экспериментальной технике Джоуля, и с которым впоследствии плодотворно сотрудничает, во многом под влиянием Джоуля формируются и представления Томсона на вопросы молекулярно-кинетической теории. В первых же совместных работах Томсон и Джоуль создают термодинамическую температурную шкалу.

В 1848 году для объяснения тепловых эффектов при повышении давления предлагает модель газа как состоящего



# Биография (продолжение)

рекомендации Клаузиуса эта работа была опубликована в «Философских трудах Королевского общества», и, хотя в ней впоследствии были выявлены серьёзные изъяны, она оказала значительное влияние на становление термодинамики, в частности, идейно перекликается с работами по Ван-дер-Ваальса начала 1870-х годов по моделированию реального газа.

К концу 1840-х годов работы Джоуля получают всеобщее признание в научном сообществе, и в 1850 году он избран действительным членом Лондонского королевского общества.

В работах 1851 года, совершенствуя свои теоретические модели представления теплоты как движения упругих частиц, достаточно точно теоретически рассчитал теплоёмкость некоторых газов. В 1852 году обнаруживает, измеряет и описывает в серии совместных с Томсоном работ эффект изменения температуры газа при адиабатическом дросселировании, известный как эффект Джоуля — Томсона, ставший впоследствии одним из основных методов получения сверхнизких температур, тем самым способствовав появлению физики низких температур как отрасли естествознания.

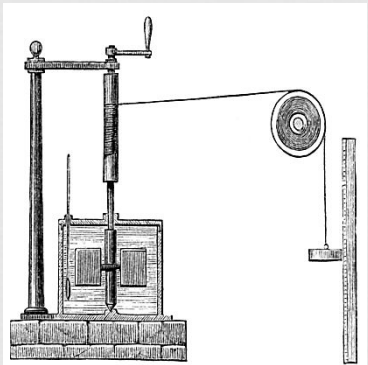
В 1850-е годы публикует большую серию статей о совершенствовании электрических измерений, предлагая конструкции вольтметров, гальванометров, амперметров, обеспечивающие высокую точность измерений; в целом в течение всей научной практики Джоуль уделял значительное внимание экспериментальной технике, позволяющей получать высокоточные результаты.

В 1859 году исследует термодинамические свойства твёрдых тел, измеряя тепловой эффект при деформациях, и отмечает нестандартные в сравнении с другими материалами свойства каучука.

В 1860-е годы интересуется природными явлениями, предлагая возможные объяснения природы атмосферных гроз, миражей, метеоритов.

На начальных этапах деятельности Джоуль ставил эксперименты и занимался исследованиями исключительно на собственные средства, однако после продажи пивоварни в 1854 году материальное положение постепенно ухудшилось, и пришлось пользоваться финансированием различных научных организаций, а в 1878 году назначена государственная пенсия. С детства страдал из-за болезни позвоночника, а с начала 1870-х годов из-за плохого состояния здоровья практически не работал. Скончался в 1889 году.

# Механический ЭКВИВАЛЕНТ ТЕПЛА



установка Джоуля для измерения механического эквивалента тепла (1847). Груз, расположенный справа, заставлял лопасти, погруженные в воду, вращаться, в результате чего вода нагревалась

Начиная с 1843 года Джоуль ищет подтверждение принципа сохранения энергии и пытается вычислить механический эквивалент тепла. В первых опытах измеряет нагрев жидкости, в которую погружён соленоид с железным сердечником, вращающийся в поле электромагнита, проводя измерения в случаях сомкнутой и разомкнутой обмотки электромагнита, потом усовершенствует эксперимент, исключая ручное вращение и приводя электромагнит в действие опускающимся грузом. По результатам измерений формулирует соотношение:

«Количество теплоты, которое в состоянии нагреть 1 фунт воды на 1 градус по Фаренгейту, равно и может быть превращено в механическую силу, которая в состоянии поднять 838 фунтов на вертикальную высоту в 1 фут».

Результаты экспериментов публикует в 1843 году в статье «О тепловом эффекте магнитоэлектричества и механическом значении тепла». В 1844 году формулирует первый вариант закона теплоёмкости сложных кристаллических тел, известный как закон Джоуля – Коппа (Копп (нем. Hermann Kopp) в 1864 году дал точную формулировку и окончательное экспериментальное подтверждение).

Далее, в опыте 1844 года измеряет тепловыделение при продавливании жидкости через узкие трубки, в 1845 году — измеряет теплоту при сжатии газа, а в опыте 1847 года сравнивает затраты на вращение мешалки в жидкости с образовавшейся в результате трения теплотой.

# Механический ЭКВИВАЛЕНТ ТЕПЛА (продолжение)

сравнивалось с изменением положения грузов и силой, действующей на них.

Эволюция значений механического эквивалента тепла, полученная в экспериментах Джоуля (в футо-фунтах или футо-фунт-силе на британскую термическую единицу):

- 838 (4,51 Дж/кал), 1843;
- 770 (4,14 Дж/кал), 1844;
- 823 (4,43 Дж/кал), 1845;
- 819 (4,41 Дж/кал), 1847;
- 772,692 (4,159 Дж/кал), 1850.

Последняя оценка близка к сверхточным значениям измерений, осуществлённым в XX веке.

# Борьба за приоритет в открытии закона сохранения энергии

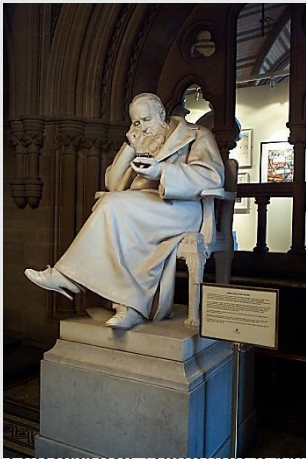
---

Со второй половины 1840-х годов на страницах «Трудов Французской академии наук» (фр. Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences) развернулась острая дискуссия о приоритете в открытии закона сохранения энергии для термодинамических систем между Джоулем и Майером, и, хотя публикация Майера вышла несколько раньше, он, будучи врачом по профессии, не воспринимался всерьёз, тогда как Джоуля уже поддерживали крупные физики, в частности, его доклад 1847 года в Британской научной ассоциации получил высокие оценки присутствовавших на заседании Фарадея, Стокса и Томсона. Тимирязев, позднее рассматривая эту дискуссию, отмечал последовательность аргументации Майера в борьбе с «мелкой завистью цеховых ученых». Гельмгольц, опубликовавший принцип сохранения энергии в 1847 году, в 1851 году обращает внимание на работы Майера, а в 1852 году открыто признаёт его приоритет.

Следующий виток борьбы за приоритет произошёл в 1860-е годы, когда закон получил всеобщее признание в научной среде. Гиндаль в 1862 году в публичной лекции показывает приоритет Майера, и на его точку зрения становится Клаузиус. Тэт, известный пробританскими патриотическими взглядами, в серии публикаций настаивает на приоритете Джоуля, не признавая за работой Майера 1842 года физического содержания, ему оппонирует Клаузиус, а философ Дюринг, одновременно принижая значение работ Джоуля и Гельмгольца, активно настаивает на приоритете Майера, что во многом послужило окончательному признанию приоритета Майера.



# Признание и память



Памятник Джоулю в манчестерской ратуше

В 1850 году избран членом Лондонского королевского общества. В 1852 году за работы по количественному эквиваленту тепла награждён первой Королевской медалью. В 1860 году избран почётным президентом Манчестерского литературного и философского общества (англ. Manchester Literary and Philosophical Society).

Получил научные степени доктора права (англ. LL.D.) дублинского Тринити-колледжа (1857), доктора гражданского права (англ. DCL) Оксфордского университета (1860), доктора права (LL.D.) Эдинбургского университета (1871).

В 1866 году Джоулю присуждена медаль Копли, в 1880 году — медаль Альберта. В 1878 году правительством ему была назначена пожизненная пенсия в 215 фунтов.

В 1872 и 1877 годах дважды избирался президентом Британской научной ассоциации (англ. British Association for the Advancement of Science).

На втором Международном конгрессе электриков, проходившем в 1889 году — год смерти Джоуля, его именем названа унифицированная единица измерения работы, энергии, количества теплоты, для которой не требовался коэффициент перехода между механической работой и теплом (механический эквивалент тепла), ставшая одной из



# Библиография

Опубликовал 97 научных работ, из которых около 20 были написаны совместно с Томсоном и Лайоном Плэфэром; большинство совместных работ относятся к применению механической теории тепла к теории газов, молекулярной физике и акустике. Значительная часть работ посвящена совершенствованию экспериментальной и измерительной аппаратуры. Сочинения собраны в двухтомнике, изданном Физическим обществом в Лондоне 1884–1887) и переведены в 1872 году Германом Шпренгелем на немецкий язык.

Главные работы:

- Joule, J. P. On Electro-Magnetic Forces // *Annals of Electricity*. — 1838. — Т. V. — С. 187. — «Об электромагнитных силах».
- Joule, J. P. On the Producing of Heat by Voltaic Electricity // *Proceedings of the Royal Society*. — 1840 (December, 17). — «О выделении тепла электричеством».
- Joule, J. P. On New Class of Magnetic Forces // *Annals of Electricity*. — 1841. — Т. VIII. — С. 219. — «О новом классе магнитных сил».
- Joule, J. P. On the Electric Origin of the Heat of Combustion // *Philosophical Magazine Series 3*. — 1841. — Т. XX. — С. 98. — «Об электрической природе тепла сгорания».
- Joule, J. P. On the Electrical Origin of Chemical Heat // *Philosophical Magazine Series 3*. — 1843. — Т. XXII. — С. 204. — «Об электрической природе химического тепла».
- Joule, J. P. On the Heat evolved during the Electrolysis of Water // *Memoirs of the Manchester Literary and Philosophical Society*. — 1843. — Т. VII. — С. 87. — «О тепле, выделяемом при электролизе воды».
- Joule, J. P. On the Calorific Effects of Magneto-Electricity, and on the Mechanical Value of Heat // *Philosophical Magazine Series 3*. — 1843. — Т. XXIII. — С. 263, 347, 435. — «О тепловом эффекте магнитоэлектричества и о механическом эквиваленте тепла».
- Joule, J. P. On the Changes of Temperature Produced by the Rarefaction and Condensation of Air // *Philosophical Magazine Series 3*. — 1845. — Т. XXVI. — С. 369. — «Об изменениях температуры при разрежении и конденсации воздуха».
- Joule, J. P. On the Existence of an Equivalent Relation between Heat and the ordinary Forms of Mechanical Power // *Philosophical Magazine Series 3*. — 1845. — Т. XXVII. — С. 205. — «О существовании эквивалентного соотношения между теплом и обычными формами механической энергии».
- Joule, J. P. On the Mechanical Equivalent of Heat, as determined from the Heat evolved by the Agitation of Liquids. // *Reports of British Association*. — 1847. — С. 55. — «О механическом эквиваленте тепла, определённом от трения, возникающего при перемешивании жидкостей тепла» и т. д.

# Литература



- Голин Г. М., Филонович С. Р. Джоуль. Об определении механического эквивалента тепла (предисловие) // Классики физической науки. — М.: Высшая школа, 1989. — С. 382–385. — 576 с. — 50 000 экз. — ISBN 5-06-000058-3.
- Храмов Ю. А. Джоуль Джеймс Прескотт (Joule James Prescott) // Физики: Биографический справочник / Под ред. А. И. Ахиезера. — Изд. 2-е, испр. и дополн. — М.: Наука, 1983. — С. 104. — 400 с. — 200 000 экз. (в пер.)

Спасибо за внимание

