



1843

ИССЛЕДОВАТЕЛЬ:
Джеймс Прескотт Джоуль

ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ:
Термодинамика

РЕЗУЛЬТАТ:
Вам потребуется много
энергии, чтобы произвести
хоть немного тепла

СКОЛЬКО НАДО ЭНЕРГИИ, ЧТОБЫ НАГРЕТЬ ВОДУ?

ПРИРОДА ТЕПЛОТЫ

В 1798 году, тогда еще на службе в Баварии, любознательный американский шпион граф Румфорд установил, что при высверливании канала в стволе пушки тупым сверлом выделяется большое количество тепла. Он решил, что это тепло было вызвано движением и должно соответствовать какому-то движению частиц железа.

К сожалению, в то время большинство людей считали, что теплота — это особый флюид и что когда вы ставите горячую вещь возле холодной, некоторое количество флюида перетекает в холодную вещь и нагревает ее. Французский ученый Лавуазье назвал данную субстанцию теплородом (*calorique*) и утверждал, что ее нельзя ни создать, ни уничтожить.

Пар или электричество?

Джеймс Джоуль родился в Солфорде, на севере Англии. Так же как и его отец, он занялся пивоварением, но был в восторге от электричества и проводил множество электрических экспериментов у себя дома. Раздумывая, что будет, если заменить на пивоварне паровые двигатели новомодными электрическими моторами, в 1841 году он сделал открытие, что «тепло, которое выделяется под действием любого гальванического тока, пропорционально квадрату интенсивности этого тока, умноженному на сопротивление проводимости, которое он испытывает». Запишем в виде уравнения:

Тепло пропорционально $(\text{ток})^2 \times \text{сопротивление}$.

Это первый закон Джоуля — Ленца.

Джоуль изучил паровые машины и подсчитал, что количество энергии, производимой двигателями, эк-

вивалентно менее чем одной десятой того тепла, которое выделяется в их котлах. Значит, их эффективность менее 10 %, это даже меньше, чем у лошади, — заключил ученый.

Он обратил внимание, что в некоторых его экспериментах с электричеством участки цепи нагревались. Согласно теории теплорода, этот флюид обязан был исходить от какой-либо другой части цепи, по той причине, что теплород не может быть ни создан, ни уничтожен. Джоуль провел тщательный осмотр, но ничего не охлаждалось. Выходило, что именно электричество порождало тепло.

Даже если быстро протащить веревку через плотно сжатый кулак, можно серьезно обжечься. И здесь не будет никакого «флюида» — только движение.

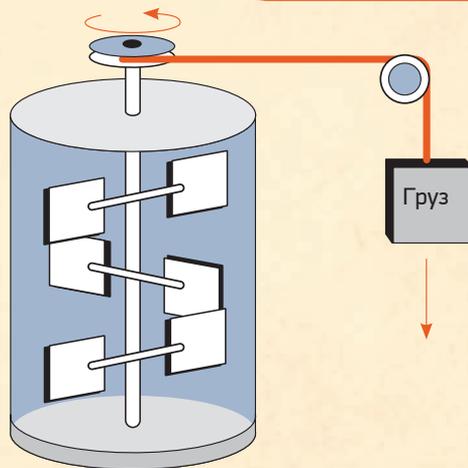
Гребные колеса

Ученый изготовил гребные колеса и установил их внутри резервуара с водой, а затем раскручивал лопасти, спуская грузы на веревке, обернутой вокруг оси конструкции. Зная, какую работу проделывает падающий груз, он измерил незначительный подъем температуры воды. Эта величина была настолько мала, что Джоулю пришлось повторить эксперимент несколько раз, прежде чем он получил надежный результат.

В одной такой серии экспериментов ученый сбрасывал груз с высоты 11 метров, поднимал его и снова сбрасывал 144 раза подряд, а температура воды поднялась всего на несколько градусов.

Джоуль пытался нагреть воду и при помощи электричества, пропуская ток по очень узким трубкам. Говорят, он провел медовый месяц, пытаясь измерить разницу температур наверху и внизу водопада Арпензас во французских Альпах. К сожалению, эффект был очень мал; даже Ниагарский водопад нагревает воду лишь на одну пятую градуса.

Эксперимент Джоуля с гребным колесом



Всего Джоуль перепробовал пять различных способов нагреть воду и пришел к заключению, что в среднем, чтобы нагреть 1 литр воды на 1°C , придется сбросить груз весом 120 кг с высоты 1 метр.

Не оценен и отвергнут

В 1843 году Джоуль представил свои исследования на встрече Британской ассоциации содействия развитию науки, где их встретили гробовым молчанием. Теории ученого были весьма спорными, и в итоге он столкнулся с большими препятствиями, пытаясь опубликовать результаты в ведущих научных журналах того времени.

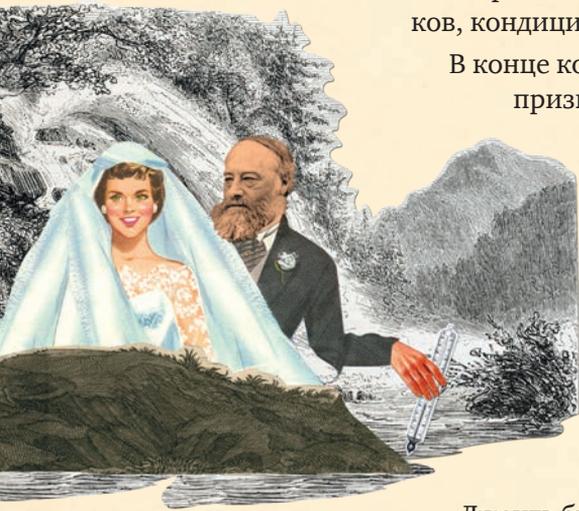
Майкл Фарадей проявил заинтересованность к его работе и был «крайне впечатлен ею», хотя и выражал сомнения. Уильям Томсон, ставший впоследствии лордом Кельвином, тоже поначалу отнесся скептически, но встретившись с Джоулем снова, постепенно принял его точку зрения. Между 1852 и 1856 годами они вступили в оживленную переписку и вместе открыли эффект Джоуля — Томсона, который гласит: газы, под давлением пропущенные через клапан, охлаждаются. Этот процесс лежит в основе работы всех холодильников, кондиционеров и тепловых насосов.

В конце концов работа Джоуля получила широкое признание, и в его честь назвали джоуль — единицу энергии в международной системе единиц СИ. Сегодня мы знаем, что механический эквивалент тепла составляет 4,2 джоуля на калорию¹.

Интересно, что Джоуль также утверждал: «Решительно нелепо полагать, что силы, коими Господь наделил материю, подвластны человеку для созидания или разрушения». Иными словами, хотя и по несколько ненаучным обоснованиям, Джеймс Прескотт

Джоуль был первым человеком, предположившим сохранение энергии.

¹ 1 калория — тепло, нагревающее 1 г воды на 1°C . — *Примеч. ред.*



РАСПРОСТРАНЯЕТСЯ ЛИ СВЕТ БЫСТРЕЕ В ВОДЕ?

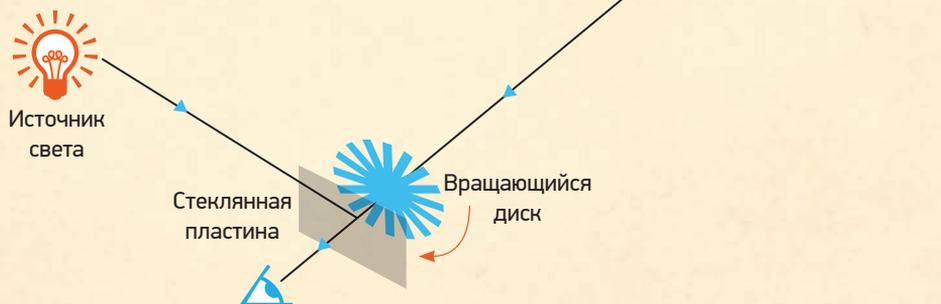
ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ СВЕТА В ЛАБОРАТОРИИ

Оле Рёмер оценил скорость света в 1676 году (с. 43), а в 1729 году Джеймс Брэдли применил для измерения скорости света новый астрономический метод, основанный на открытом им явлении абберрации света.

Ипполит Физо и его друг Леон Фуко родились в сентябре 1819 года в Париже с разницей всего в пять дней. Оба стали студентами-медиками и вместе ходили на курсы, устроенные пионером фотографии Луи Жаком Дагером. Вместе они работали над усовершенствованием процессов проявки изображений, но их обогнали в этом другие исследователи с более удачными методами.

Измерение скорости света на Земле

Из-за слабого здоровья Физо не смог заниматься медициной и обратился к физике. В июле 1849 года, занимаясь в доме своих родителей в Париже, он разработал хитроумный способ непосредственного измерения скорости света. Он взял колесо с сотней зубцов и через зубцы направил луч света на зеркало, расположенное в 8 км от него, следовательно, свету предстояло преодолеть (туда и обратно) расстояние в 16 км. Физо



1850

ИССЛЕДОВАТЕЛИ:
Арман Ипполит Луи Физо
и Жан Бернар Леон Фуко

ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ:
Оптика

РЕЗУЛЬТАТ:
Свет, безусловно,
распространяется
волнами

Эксперимент Физо
1849 года