



Электроны уже сидят в проводах, их просто надо подтолкнуть

*Что течёт по проводам, откуда это берётся в розетке
и почему ток бьёт*



Вещество · 8–12 лет · 10 минут

Электричество не «приезжает» по проводам с электростанции: электроны уже есть в металле, розетка только заставляет их шевелиться. Чем ток отличается от напряжения, откуда тогда берётся энергия и почему розетка опасна.

Странность, которую никто не замечает

Ты щёлкаешь выключателем в коридоре, и лампа загорается мгновенно. Провод от щитка до лампы — метров десять, от электростанции до дома — иногда сотни километров.

Значит ли это, что что-то прилетело со станции за долю секунды? Нет. На самом деле по проводу вообще ничего не прилетело.

Электроны, из-за которых горит лампа, **уже были** в проводе. Они лежали там с того дня, когда провод изготовили. Выключатель не запускает их в путь, он всего лишь разрешает им шевелиться.

Что вообще такое заряд

Вернёмся к атому. В его центре — ядро, а вокруг носятся электроны. У электронов есть свойство, которое называют **отрицательным зарядом**, а у частиц в ядре — положительным.

Заряды ведут себя просто: одинаковые отталкиваются, разные притягиваются. В обычном атоме их поровну, поэтому снаружи он никак себя не проявляет.

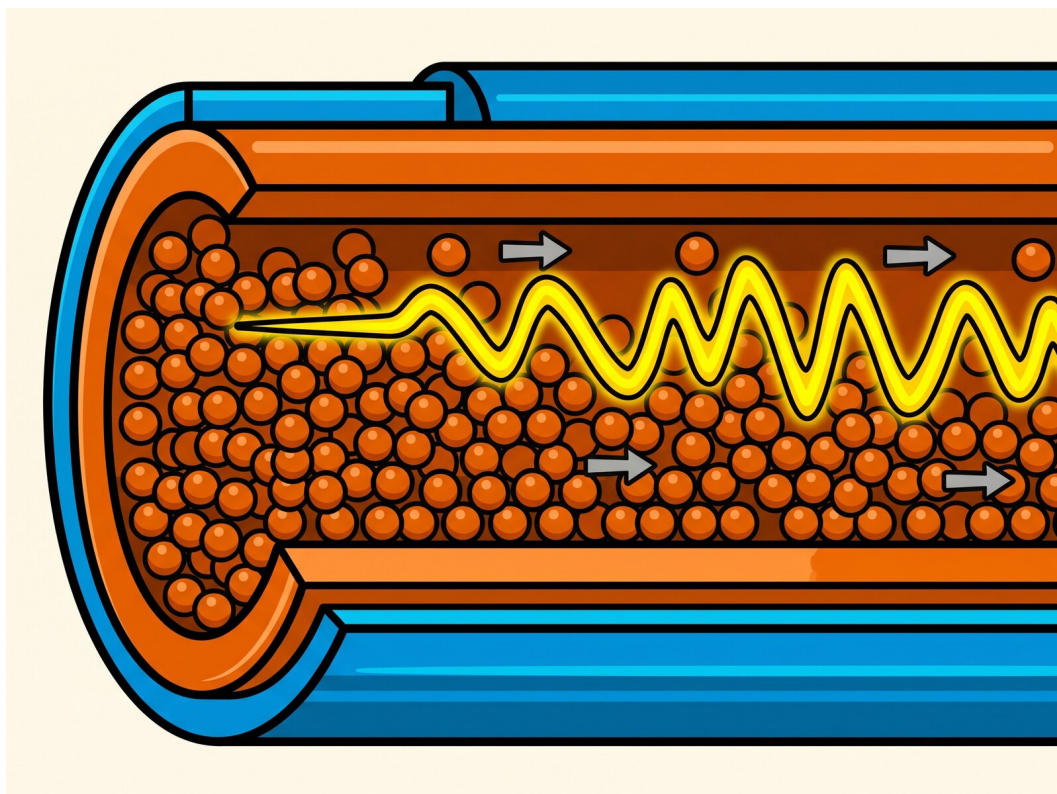
Но у металлов есть особенность. Часть электронов в металле держится настолько слабо, что они не принадлежат никакому конкретному атому, а бродят по всему куску, как люди по вокзалу. Их так и называют — свободные электроны. Именно поэтому металлы проводят ток, а резина, стекло и пластмасса — нет: там все электроны крепко сидят по местам.

Электрический ток

Упорядоченное движение заряженных частиц. Слово «упорядоченное» здесь главное: свободные электроны в металле мечутся всегда, но хаотично, и это ещё не ток. Ток начинается, когда все они начинают в среднем смещаться в одну сторону.

Толчок бежит быстро, электроны ползут медленно

Теперь про мгновенность. Представь трубу, доверху набитую шариками. Толкни шарик с одного конца — шарик с другого конца выскочит почти сразу, хотя ни один шарик не пробежал всю трубу.



Электроны в проводе ползут медленно, а толчок проходит почти мгновенно

Провод устроен так же. Сам сигнал — толчок, волна воздействия — бежит по проводу со скоростью, близкой к скорости света. А отдельный электрон при этом еле плетётся: в обычном проводе он смещается примерно на метр в час. Медленнее черепахи, медленнее улитки.

Лампа горит не потому, что до неё что-то доехало, а потому, что вся очередь электронов по всему проводу одновременно тронулась с места.

В розетке электроны никуда не едут вообще

В домашней сети ток переменный: он успевает качнуться туда и обратно 50 раз в секунду (в некоторых странах 60), то есть меняет направление сто раз в секунду. Электроны при этом дёргаются туда-сюда, оставаясь примерно на одном месте, как вода в стакане, который ты качаешь. Энергия при этом всё равно передаётся — она переносится не самими электронами, а электромагнитным полем вокруг провода.

Напряжение — это что-то вроде высоты

Про ток часто путают два слова: ток и напряжение. Разница важная.

Ток — это сколько электронов проходит за секунду. Измеряют в амперах. Похоже на то, сколько воды течёт по трубе.

Напряжение — это насколько сильно их подталкивает. Измеряют в вольтах. Похоже на перепад высоты: чем выше водопад, тем сильнее вода бьёт вниз.

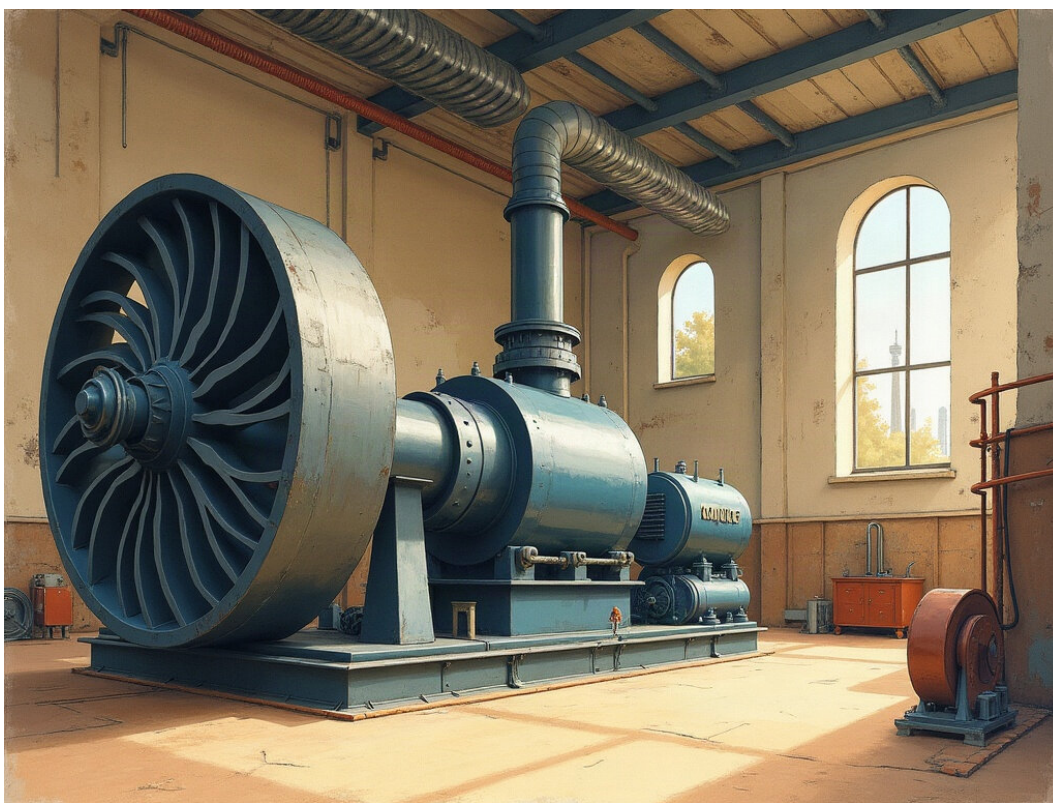
В розетке 220 вольт, в пальчиковой батарейке 1,5 вольта. Это не значит, что батарейка слабая по количеству электронов: это значит, что подталкивает она в полтора раза слабее.

Опасность бьющего тока зависит от обоих: напряжение должно быть достаточным, чтобы протолкнуть ток через твоё тело (а кожа сопротивляется неплохо, особенно сухая), и тогда через сердце потечёт ток, который его сбивает. Именно поэтому 1,5-вольтовая батарейка ничего тебе не сделает, а розетка может убить. И именно поэтому мокрыми руками к электричеству лезть нельзя: мокрая кожа сопротивляется в десятки раз хуже.

Откуда всё-таки берётся энергия

Раз электроны свои, то что приходит по проводам от электростанции? **Энергия**. Станция не поставит частицы, она поставит толчок.

И вот как он делается. Ещё в 1831 году Майкл Фарадей обнаружил: если двигать магнит рядом с проволочной катушкой, в проволоке воз-



Почти вся электроэнергия начинается с того, что кто-то крутит магнит

никает ток. Просто от движения. Это открытие и есть основа всей современной энергетики.

Дальше остаётся вопрос, кто будет крутить. Ответы разные, но суть одна:

- **Тепловая станция.** Сжигают газ или уголь, кипятят воду, пар крутит турбину, турбина крутит магнит.
- **Атомная станция.** То же самое, только воду греет не огонь, а распад атомных ядер.
- **Гидроэлектростанция.** Турбину крутит падающая вода реки.
- **Ветряк.** Турбину крутит ветер.
- **Солнечная панель** — единственное исключение: там магнит никто не крутит, свет выбивает электроны в полупроводнике напрямую.

Заметь, что почти всё в этом списке в конце концов упирается в Солнце. Ветер дует потому, что Солнце неравномерно греет воздух.

Реки текут потому, что Солнце испаряет воду с океана. Уголь — это спрессованные растения, которые когда-то поймали солнечный свет. Только у атомной станции другой источник — энергия, оставшаяся от древних звёзд.

Электричество, которое можно потрогать безопасно

Не весь ток живёт в проводах. Самое первое электричество, которое узнали люди, было статическим: греки ещё две с половиной тысячи лет назад заметили, что потёртый янтарь притягивает соломинки. Греческое слово «электрон» как раз и значит «янтарь» — отсюда пошло всё название.



Потёртый о волосы шарик уносит с них электроны и начинает притягивать

Когда ты трёшь одну вещь о другую, часть электронов перескакивает с одной поверхности на другую. На одной их становится больше, на другой меньше — и предметы начинают притягиваться. Зимой это особенно заметно: сухой воздух плохо уносит заряд, поэтому свитер трещит, а дверная ручка щёлкает.

Молния — это то же самое, только огромное. В грозовом облаке разделяются заряды, разница накапливается до десятков миллионов вольт, и в какой-то момент воздух не выдерживает и пробивается.

Безопасное электричество: шарик и расчёска

Никакого отношения к розетке это не имеет и совершенно безопасно. Лучше всего получается зимой, когда в квартире сухо.

1. Надуй воздушный шарик и потри его о свои сухие волосы или о шерстяной свитер секунд двадцать.
2. Поднеси шарик к волосам, не касаясь. Волосы потянутся за ним: они заряжены противоположно.
3. Прилепи шарик к стене. Он повисит несколько минут, пока заряд не стечёт.
4. Теперь расчёска. Потри пластмассовую расчёску о шерсть и порви бумагу на мелкие кусочки. Поднеси расчёску — кусочки прыгнут к ней.
5. Самое красивое: открой тонкую струйку воды из крана и поднеси к ней потёртую расчёску сбоку, не касаясь. Струя изогнётся в сторону расчёски.

А чего делать **нельзя** ни при каких обстоятельствах: совать что-либо в розетку, разбирать зарядки и провода, соединять концы батарейки проволокой (она нагреется и может потечь), трогать любые провода мокрыми руками. Всё, что касается розетки, делают только взрослые.

Главное в трёх строчках

- Электроны уже находятся в проводах; розетка не присылает их, а заставляет шевелиться, поэтому лампа загорается мгновенно, хотя электроны ползут медленнее улитки.

- Ток — это сколько частиц проходит за секунду, напряжение — насколько сильно их подталкивает; опасна именно комбинация того и другого.
- Почти вся электроэнергия получается вращением магнита у катушки, а крутит его в итоге почти всегда энергия Солнца.

Вопросы для размышления

- Если электроны в розетке просто дёргаются туда-сюда, как вообще энергия доходит до лампы?
- Почему птица спокойно сидит на голом проводе высоковольтной линии и ничего не чувствует?
- Провода тянут от станции за сотни километров. Что теряется по дороге и куда девается потерянное?