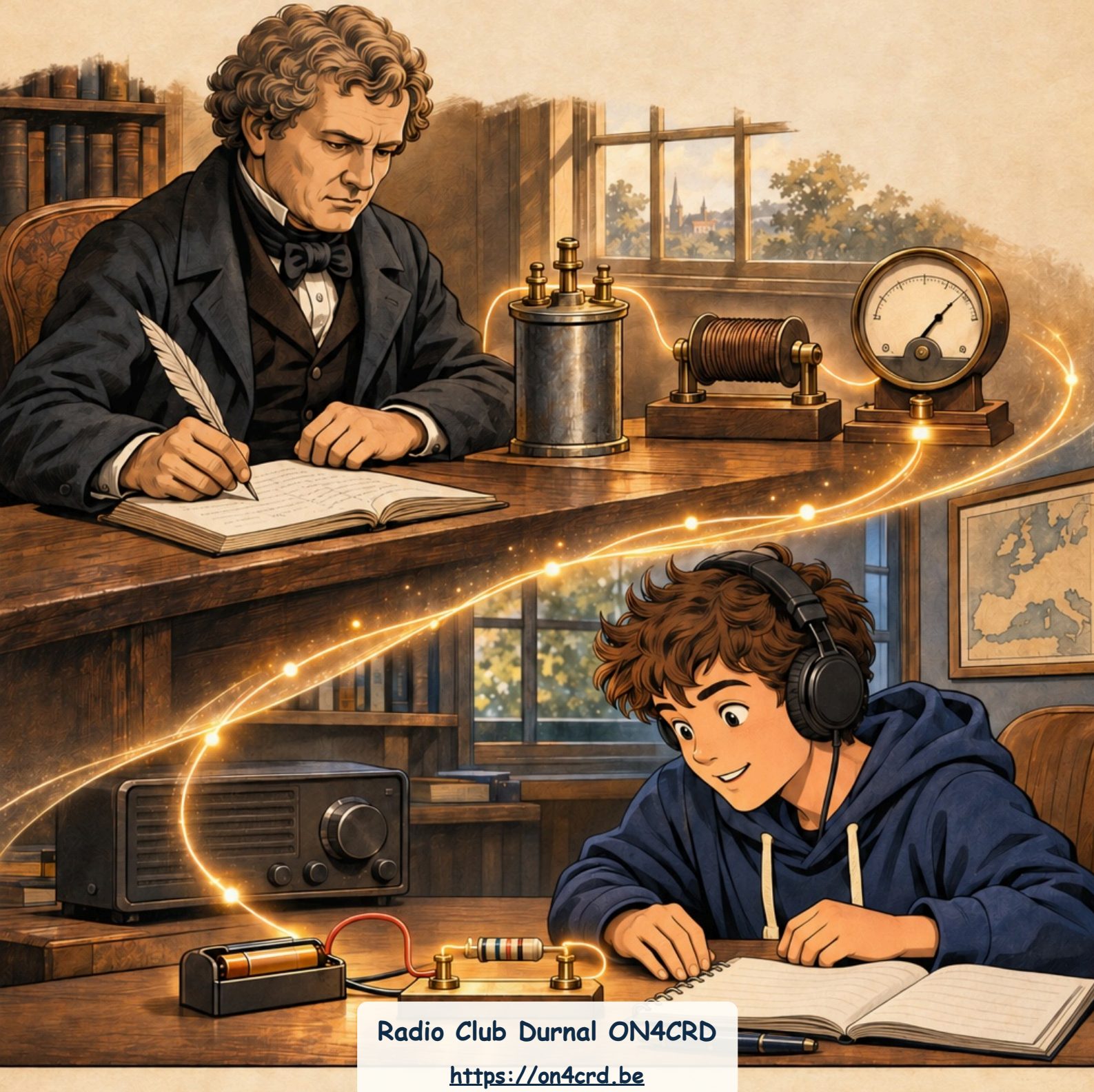
ON4CRD

Том 04

# Открытие закона Ома



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Том 04 · 48 страниц

# Юридическая информация

**Том 04 · Открытие закона Ома**

Издатель веб-сайта : Radio Club Durnal ON4CRD

Менеджер публикаций : Комитет Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Юридическая информация

## Интеллектуальная собственность

Тексты, изображения, документы, логотипы и материалы, опубликованные на сайте, остаются собственностью их авторов или клуба. Любое воспроизведение или повторное использование должно осуществляться с соблюдением источника, применимых прав и любого разрешения автора.

## Ответственность

Клуб старается публиковать полезную и проверенную информацию, но не гарантирует отсутствие ошибок, упущений или перебоев. Техническую или нормативную информацию необходимо сверять с официальными источниками, если она поддерживает решение.

Иллюстрации созданы с помощью искусственного интеллекта.

# Вопрос в клубе



После первого QSO Lucas возвращается в мастерскую клуба.



Рядом с блокнотом лежит маленький резистор.



Как такая деталь помогает в стольких расчётах?



Henri предлагает исследование, а затем опыт.



Вместе они подготовят показ для посетителей.

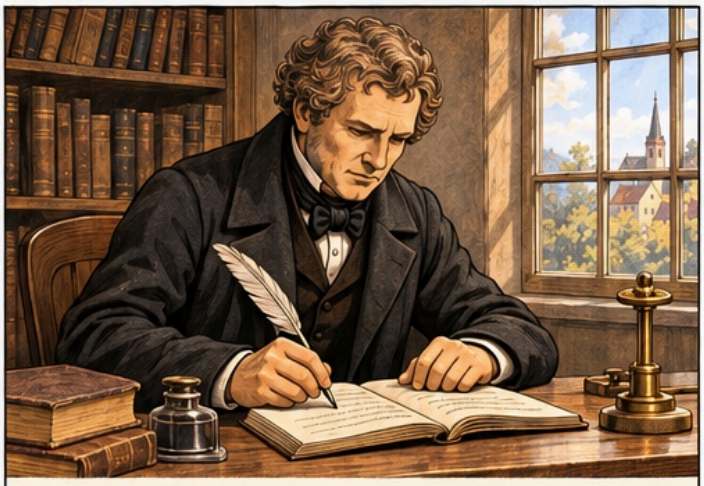


Первая подсказка — имя Георга Симона Ома.

# Лицо за именем



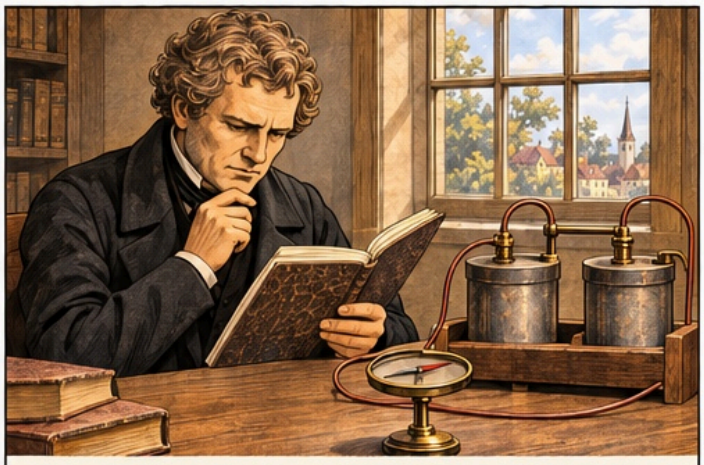
В книге появляется человек с вьющимися волосами.



Георг Симон Ом преподаёт и изучает электрические явления.



В его время уже существуют элементы питания и проводники.



Но связать наблюдения законом можно лишь терпеливым трудом.



Юноша представляет тишину старой мастерской.

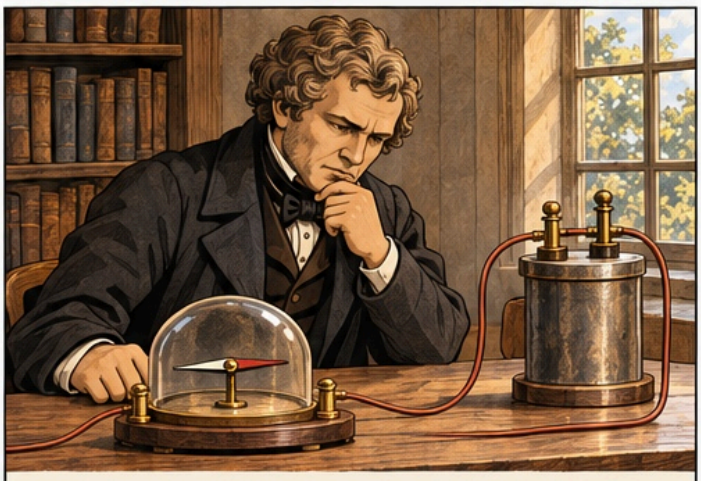


Рассказ переносит их к исследованиям Ома.

# До радиостанций



Это 1820-е годы, задолго до любительского радио.



Ом хочет понять поведение электрического тока.



Он не готовит современный передатчик или радиосвязь.



Его стол занят опытами с проводниками.

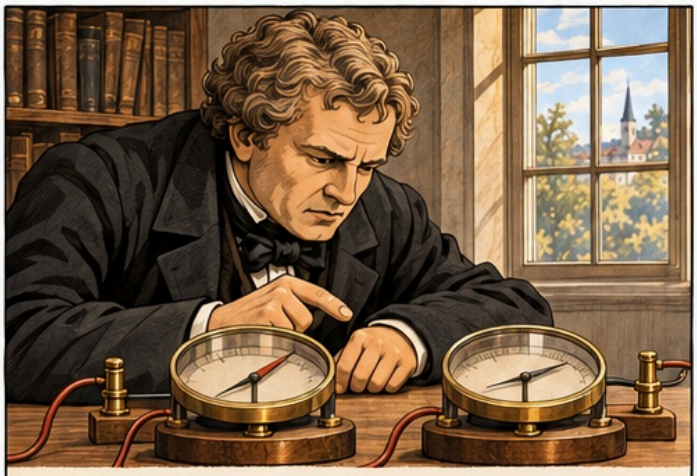


Он ищет проверяемую зависимость.

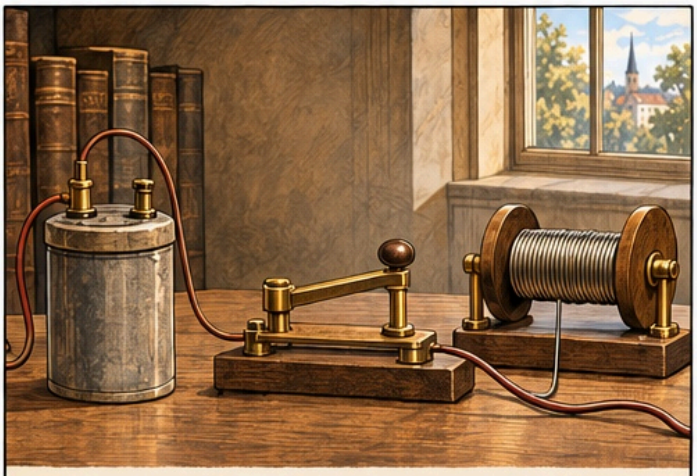


Точный вопрос полезнее поспешного объяснения.

# Когда результаты меняются



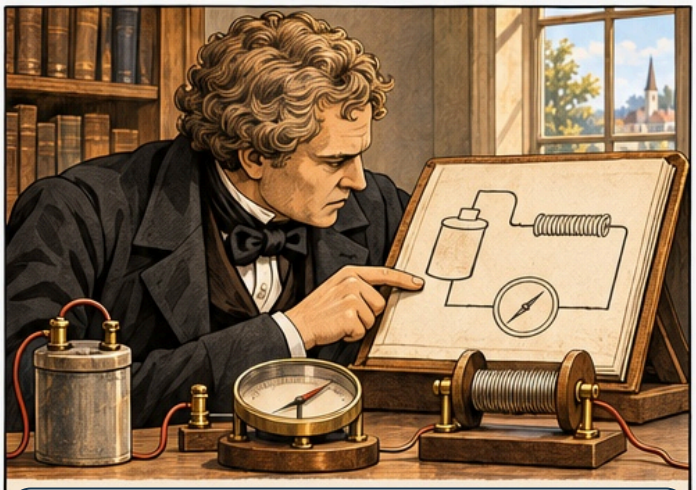
Опыт не всегда даёт одинаковый результат.



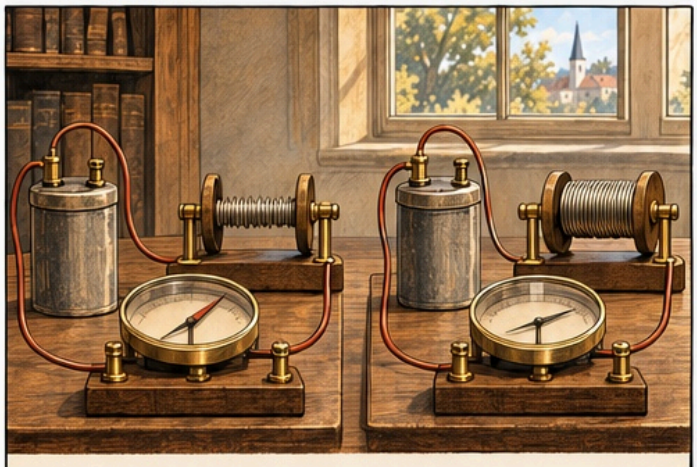
Источник и контакты тоже могут изменяться.



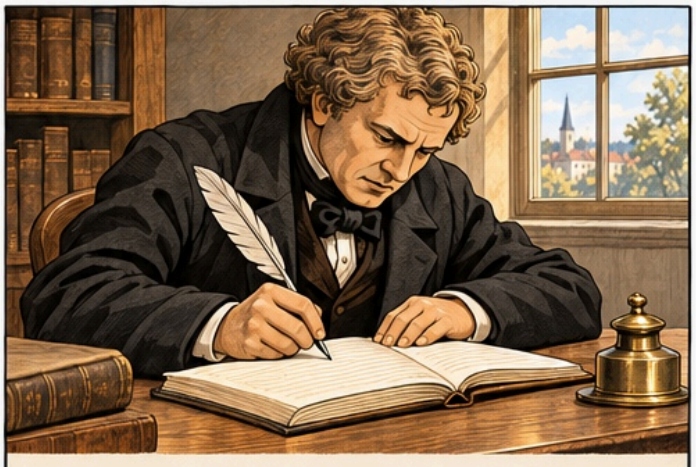
Обвинить сразу провод — ещё не объяснить различия.



Ом вновь рассматривает условия наблюдений.



Он ищет, что меняется, а что должно оставаться стабильным.



Открытие начинается с внимательного взгляда.

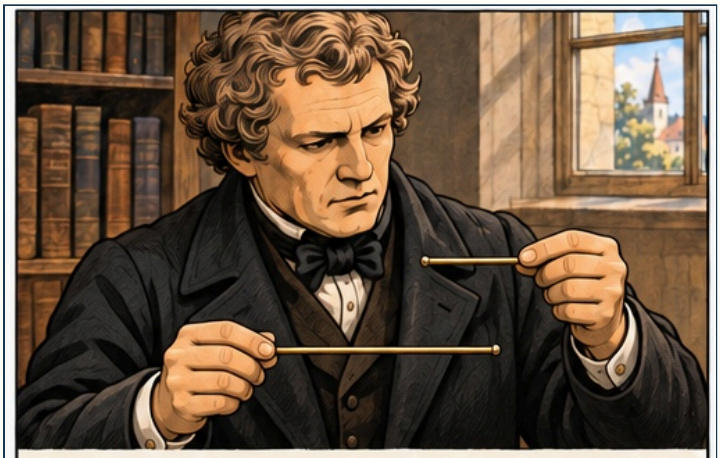
# Один вопрос за раз



Для сравнения нужно знать, что именно изменили.



Одновременная замена всего запутает ответ.



Провода можно сравнивать по выбранному признаку.



Остальные условия должны быть максимально похожими.

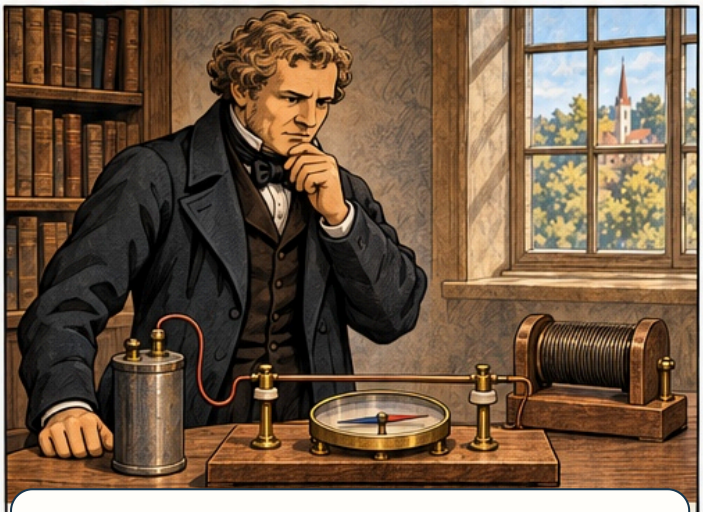


Записи сохраняют след каждого опыта.

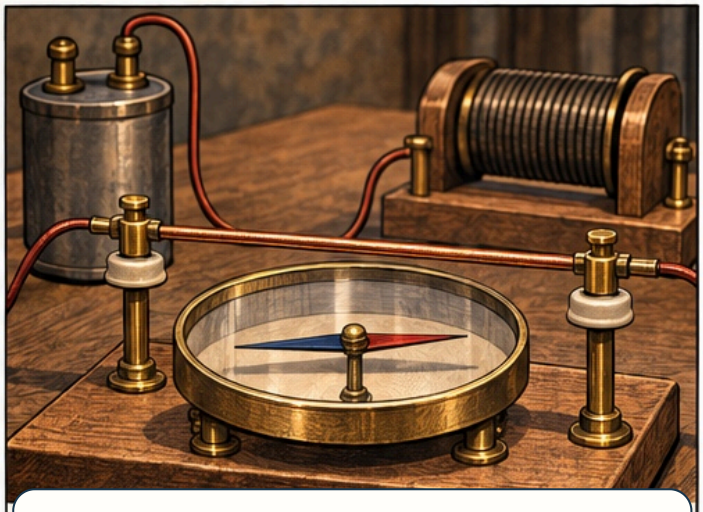


Юноша узнает этот метод в собственной мастерской.

# Приборы своего времени



Приборы Ома не похожи на наши мультиметры.



Действие тока можно наблюдать с помощью магнитной стрелки.



Её отклонение становится признаком для тщательного сравнения.



Чтобы истолковать показания, нужно понимать прибор.



Книга рассказывает об исследовании, а не даёт домашний рецепт.

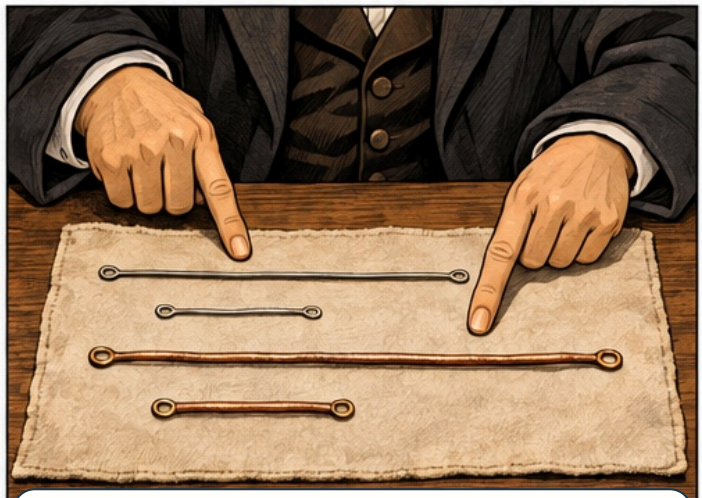


В клубе используют подходящее современное оборудование.

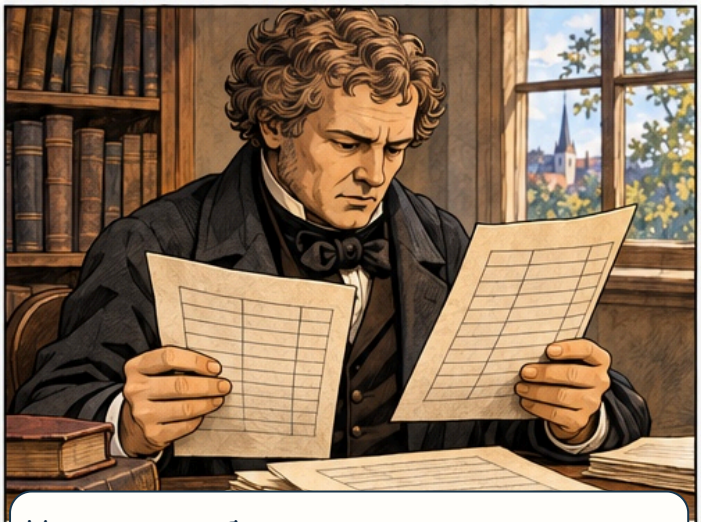
# Провод оказывает сопротивление



Материал и форма проводника влияют на ток.



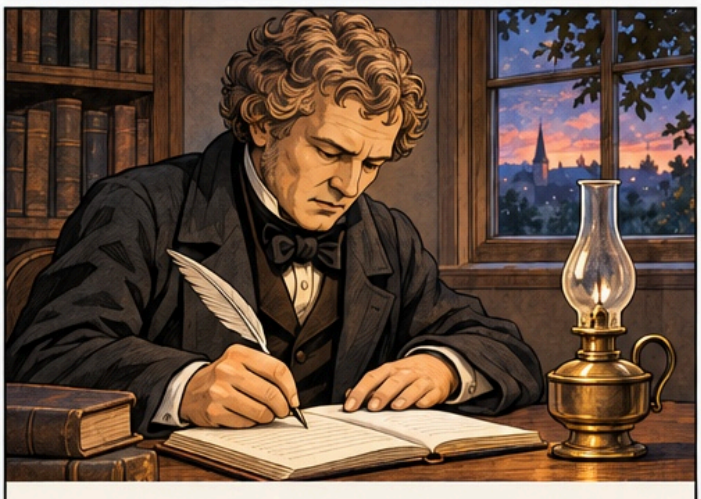
Для одного материала важны длина и площадь сечения.



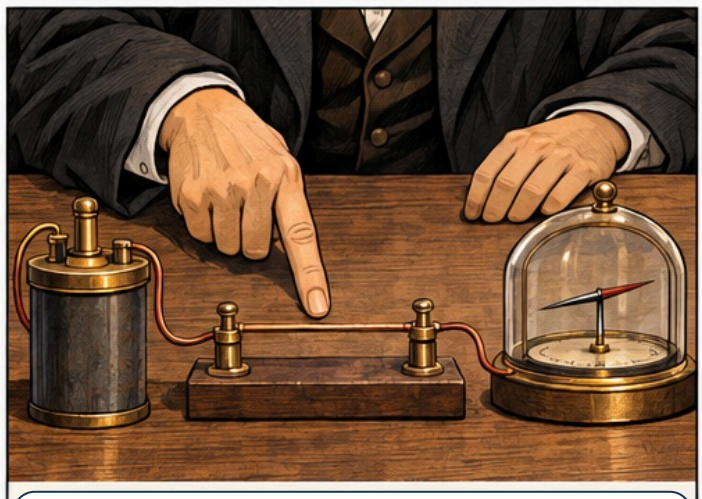
Но одного наблюдения недостаточно для закона.



Нужны сравнения и согласованное описание.



Ом продолжает измерять и размышлять.

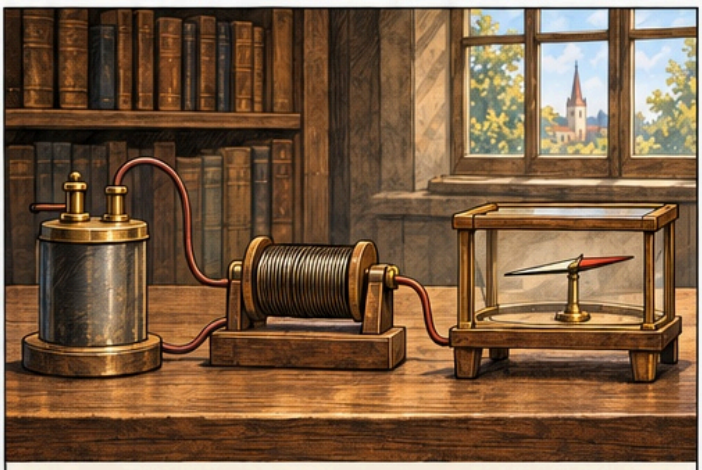


Сопротивление займёт место среди электрических величин.

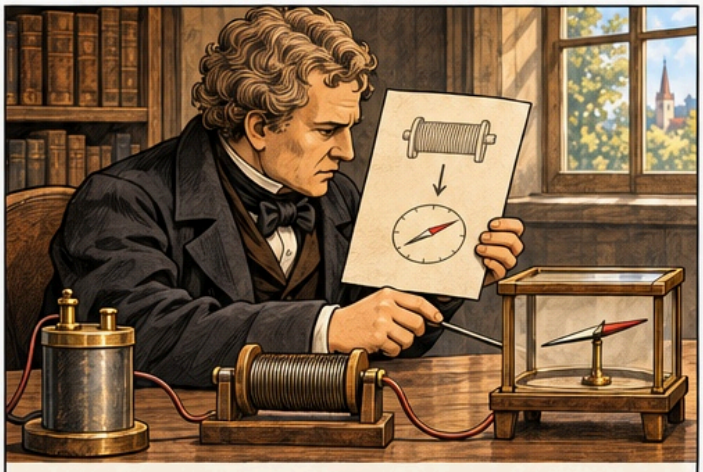
# От наблюдений к зависимости



Учёный не хочет только собирать числа.



Он связывает электрическую причину, ток и проводник.



Полезная зависимость позволяет предсказать результат.



Но необходимо указать условия её применимости.



Юноша записывает: наблюдать и предсказывать.

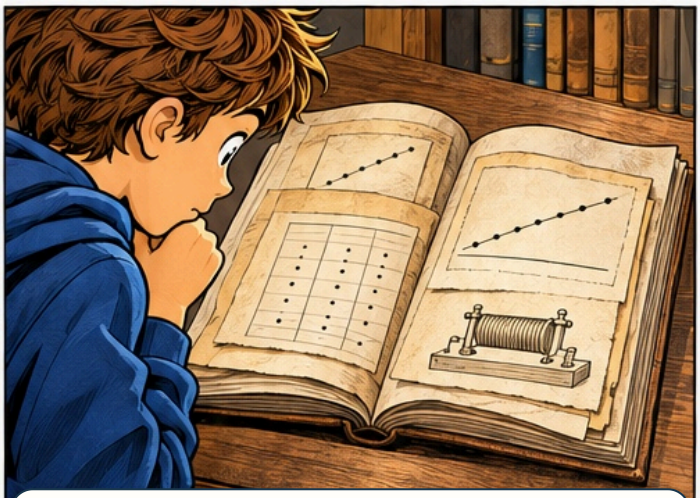


Исследование превращается в метод.

# Блокнот связывает знания



Старые страницы хранят опыты, сомнения и исправления.



Если оставить лишь формулу, путь исследования исчезнет.



Юноша готовит блокнот для собственных наблюдений.



Расчётные значения он отделит от измеренных.



Запишет также схему и единицы.



Понимание полезнее заучивания.

# Книга 1827 года



В 1827 году Ом публикует математический труд о гальванической цепи.



Книга подробно развивает его исследования.



Наука предлагает зависимости, которые могут проверить другие.



Имя Ома получит и единица сопротивления.



Юноша иначе смотрит на маленький резистор.



Теперь и он свяжет идею с наблюдениями.

# Клубный опыт



Они выбирают простую цепь постоянного тока.



Низковольтный источник питает подходящий резистор.



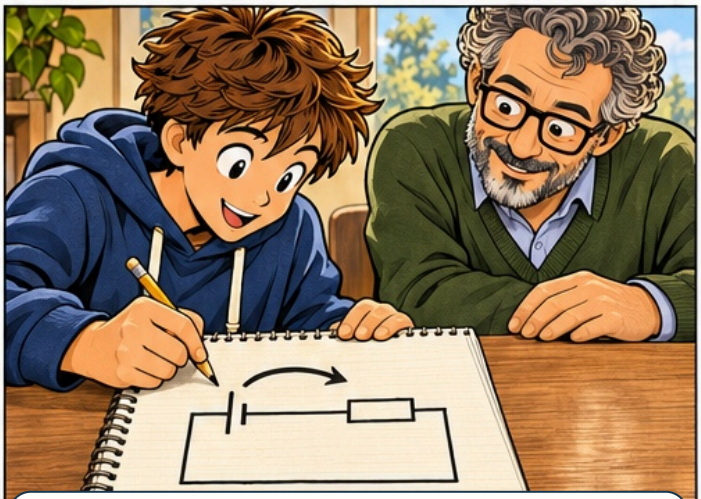
Учебное оборудование имеет ограничение тока.



Никакие сетевые приборы не будут открывать или изменять.



Наставник проверяет оборудование, инструкции и пределы применения.



Вопрос: как изменится ток при изменении напряжения?

# Напряжение между двумя точками



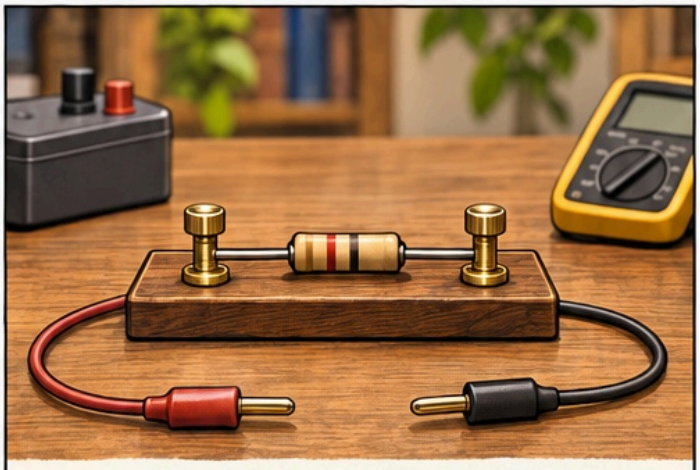
Напряжение определяется между двумя точками цепи.



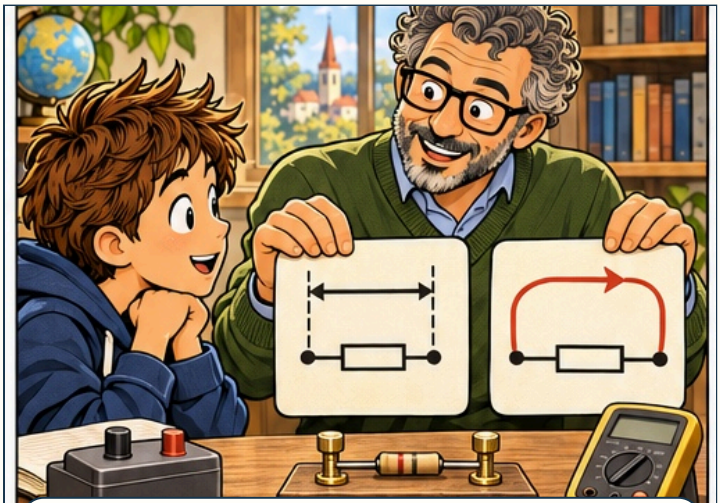
Его обозначат U и выразят в вольтах V.



Поэтому надо указать, между какими точками оно задано.



Здесь рассматривают выводы резистора.



Напряжение — не количество тока, спрятанное в проводе.



Юноша рисует обе точки.

# Ток в замкнутой цепи



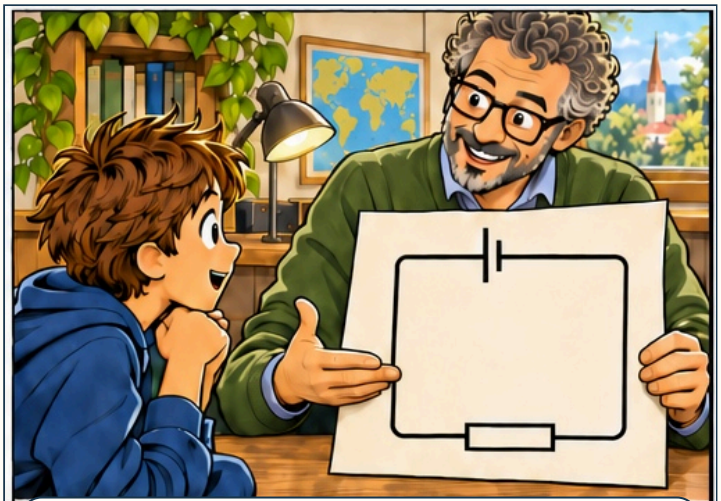
Силу тока обозначают I и измеряют в амперах А.



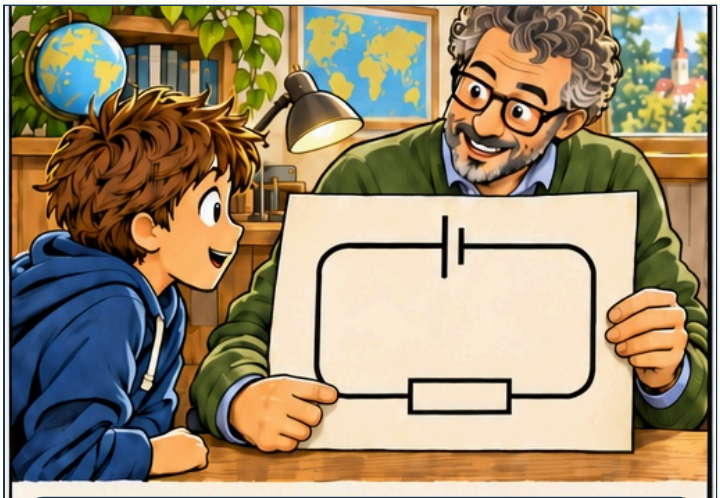
Постоянному току здесь нужен замкнутый проводящий контур.



Если цепь разомкнута, ток через резистор не идёт.



В этой простой цепи ток через все элементы одинаков.



Условное направление вне источника — от плюса к минусу.

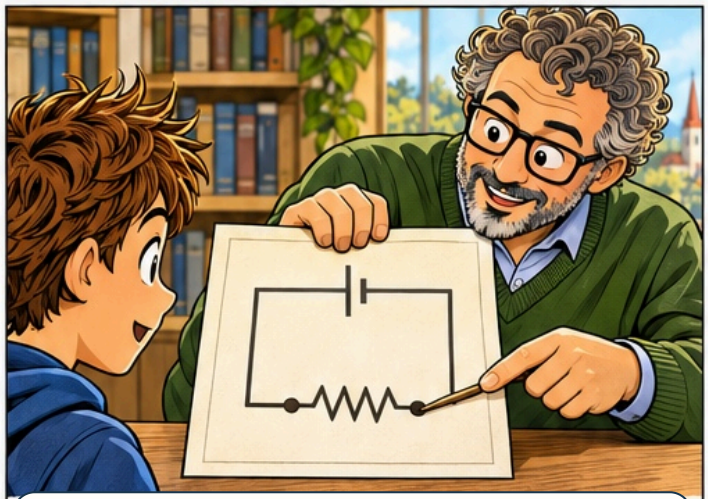


Юноша прослеживает рисунок, пока ничего не подключая.

# Роль сопротивления



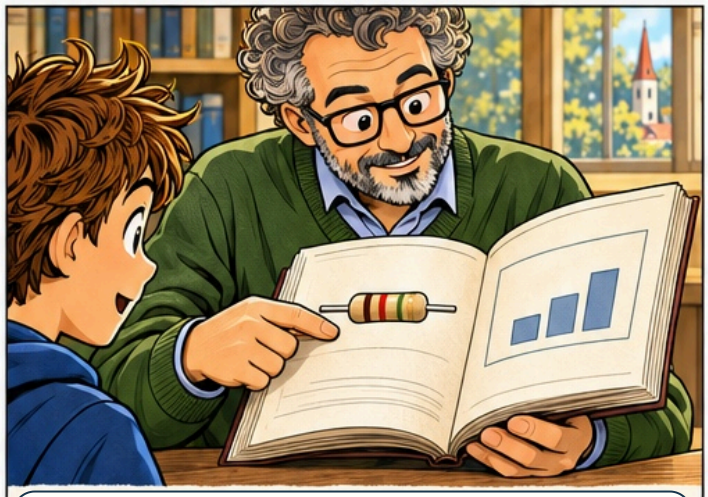
Сопротивление обозначают R и выражают в омах Ω.



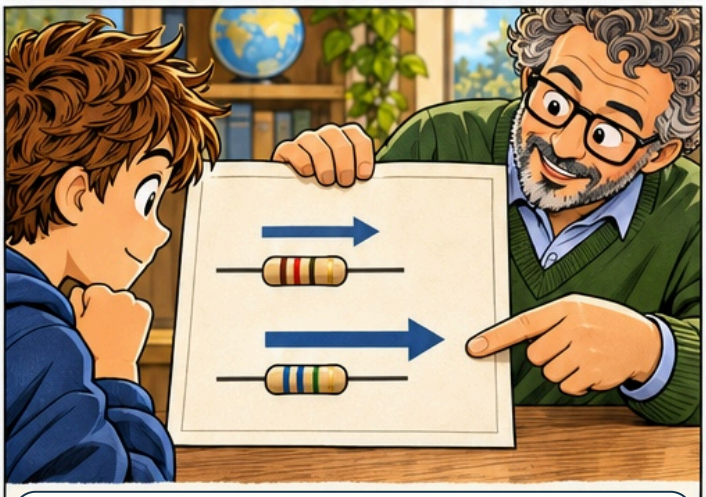
Здесь оно связывает напряжение элемента с током через него.



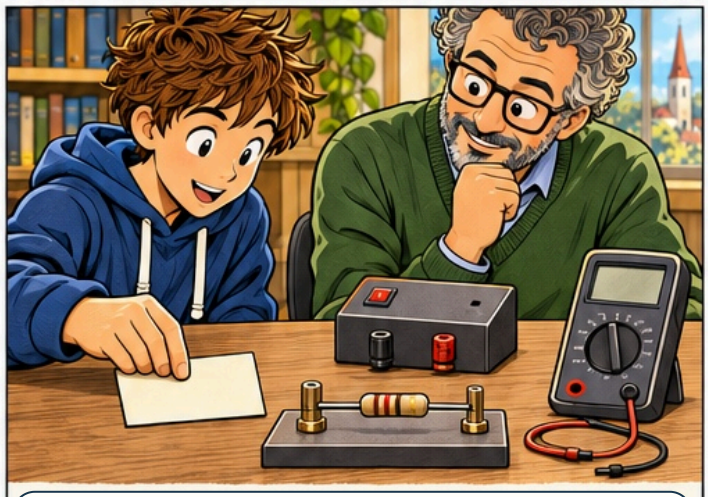
Для опыта выбирают резистор с омическим поведением.



Его температура должна оставаться достаточно стабильной.



При одинаковом напряжении большее сопротивление даст меньший ток.

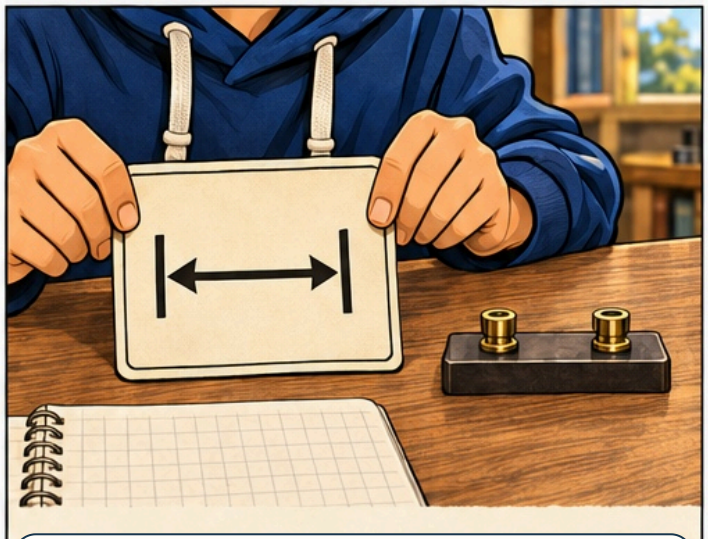


Это предсказание ещё предстоит проверить.

# Три величины, три единицы



Блокнот различает U, I и R.



Напряжение U указывают в вольтах V.



Ток I указывают в амперах A.



Сопротивление R указывают в омах Ω.



Обозначение величины и символ единицы играют разные роли.

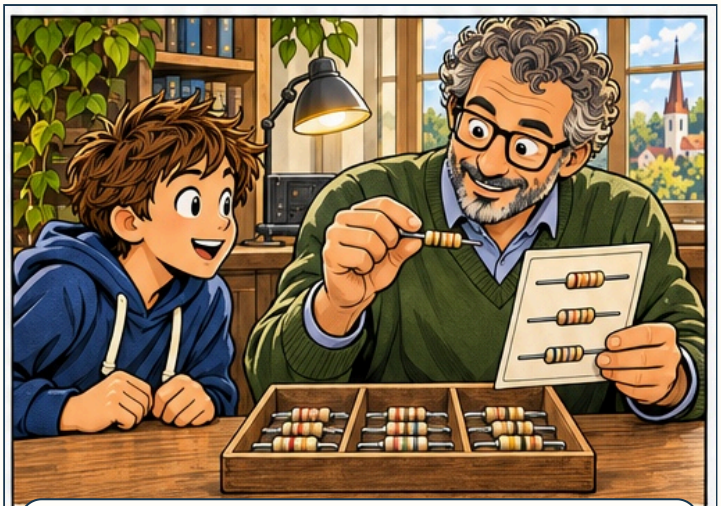


Каждое число результата будет сопровождаться единицей.

# Подготовка до подключения



Во время подготовки источник остаётся отсоединённым.



Они выбирают резистор 100 Ω с допустимой мощностью 1 W.



Показ ограничится постоянным напряжением от 1,5 до 4,5 V.



Наставник проверит пригодность всех элементов.



Провода целы, соединения подготовлены без импровизации.



Юноша сначала рисует схему.

# Измерение отдельного резистора



До опыта сопротивление проверяют мультиметром.



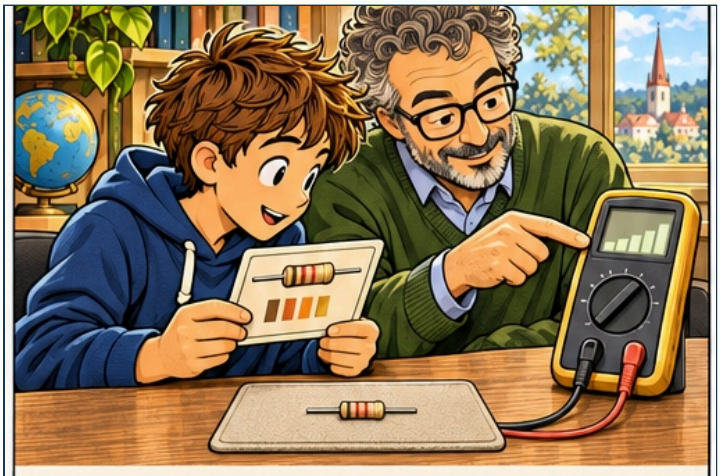
Элемент отделён от цепи, все источники отсоединены.



По инструкции включают режим омметра.



Значение около 100 Ω подтверждает выбор.



Допуск объясняет отличие от номинала.

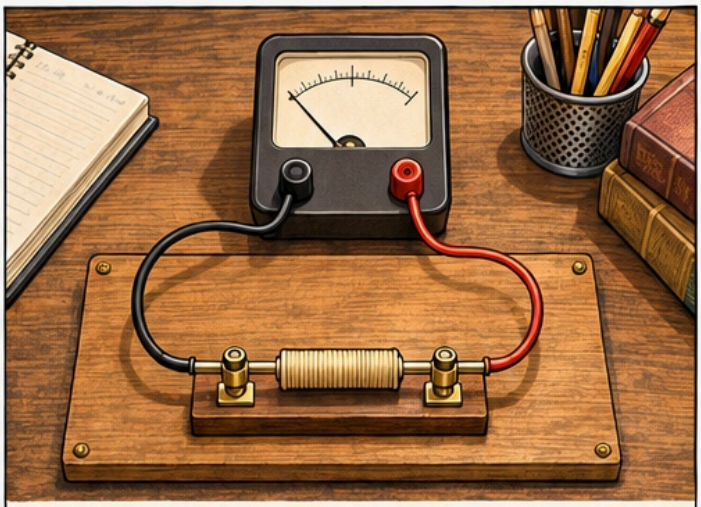


Они записывают показание и убирают щупы.

# Напряжение измеряют параллельно



Вольтметр подключают к обоим выводам резистора.



Он образует параллельную ветвь.



При установке проводов источник отсоединён.



Наставник проверяет гнёзда, режим постоянного напряжения и диапазон.



Затем подключают питание и считывают напряжение.



Показание записывают, после чего питание отключают.

# Ток измеряют последовательно



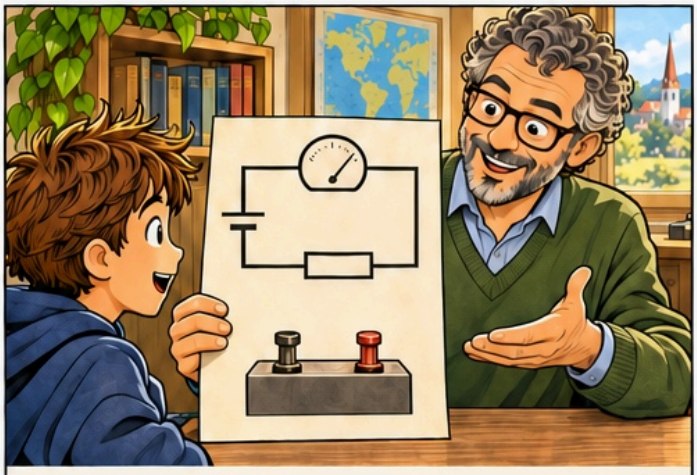
Для измерения I нужна другая схема.



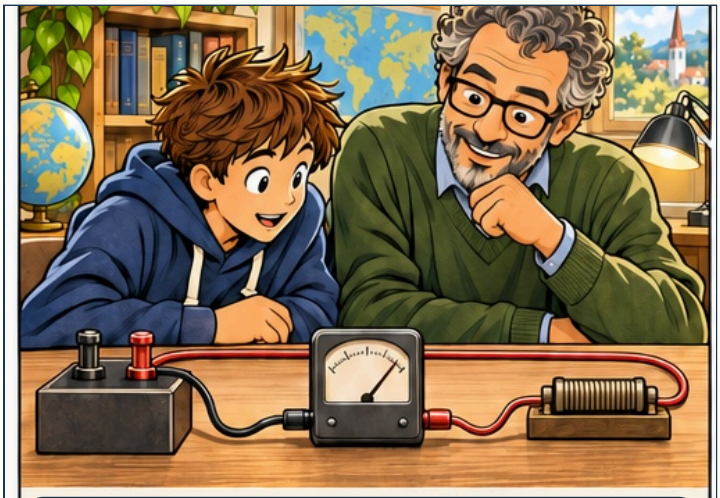
Отсоединив источник, наставник разрывает цепь и вставляет амперметр последовательно.



Он проверяет токовое гнездо, предохранитель, режим постоянного тока и диапазон.



Амперметр никогда не подключают непосредственно к выводам источника.



После проверки включают питание и считывают ток.

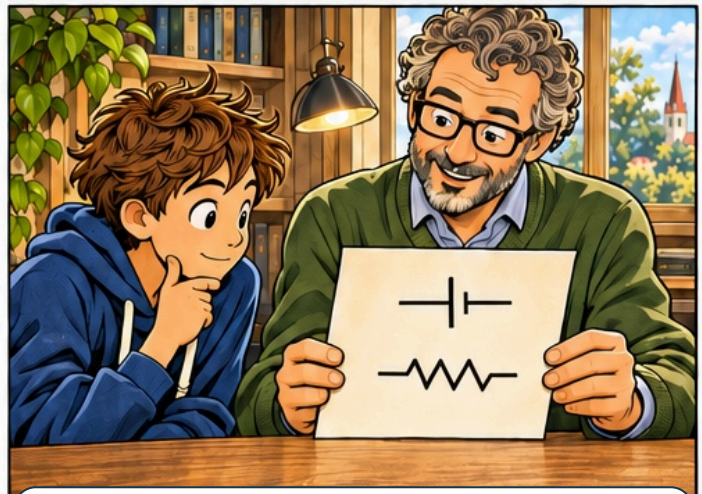


Перед изменениями отключают питание; затем возвращают провода для напряжения.

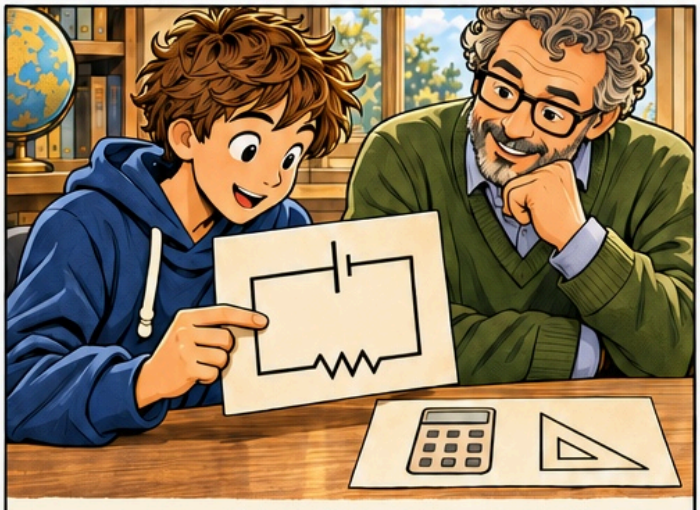
# Первая точка сравнения



Они начинают с наименьшего запланированного напряжения.



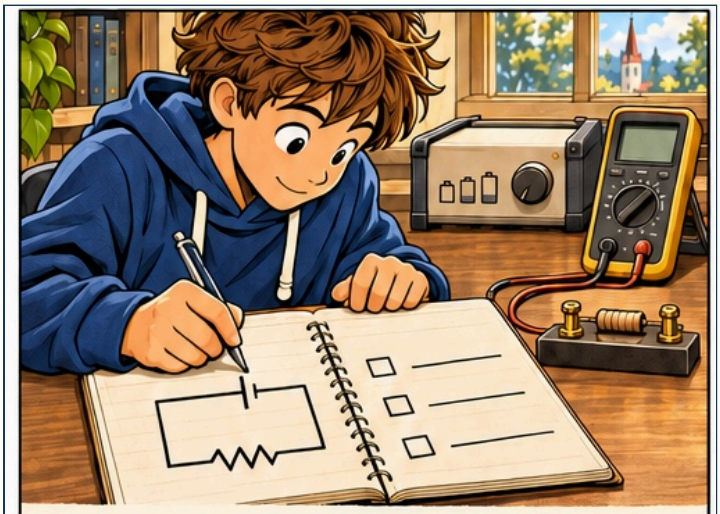
Идеальный пример использует 1,5 V и 100 Ω.



Ожидаемый ток — 0,015 A, то есть 15 mA.



Реальные измерения записывают отдельно от идеальных значений.



Lucas указывает схему и единицы.



Первая строка — лишь начало.

# Напряжение удвоено



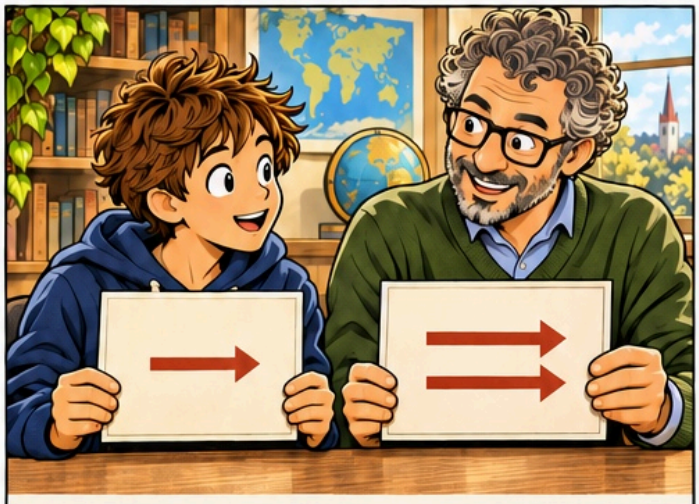
Перед изменением настройки источник отсоединяют.



Резистор и условия измерения остаются прежними.



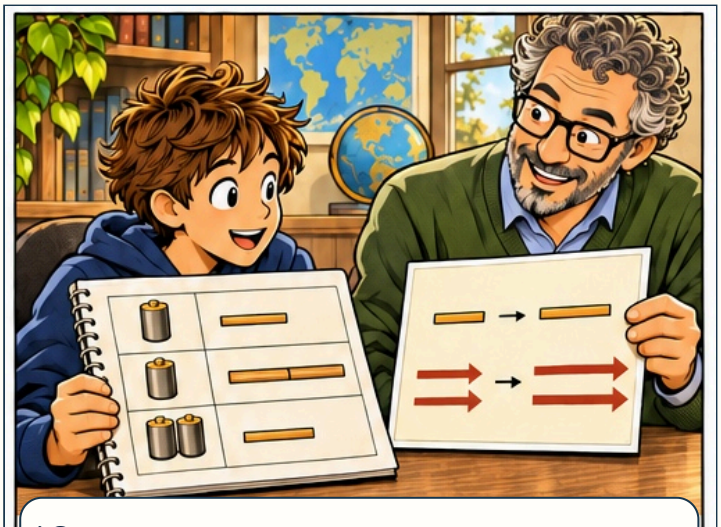
В идеальном примере напряжение растёт с 1,5 до 3 V.



Ток тогда возрастает с 15 до 30 mA.



И напряжение, и ток удвоились.



Юноша сравнивает предсказание с новыми наблюдениями.

# Третий опыт



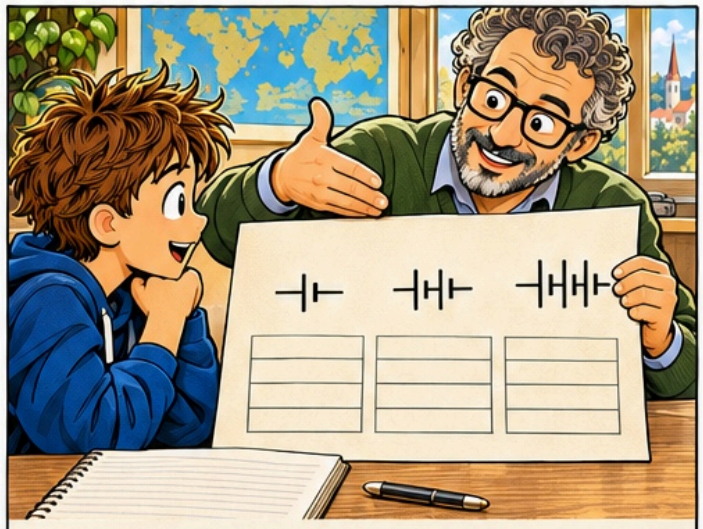
Следующий опыт должен подтвердить тенденцию, а не повторить слова.



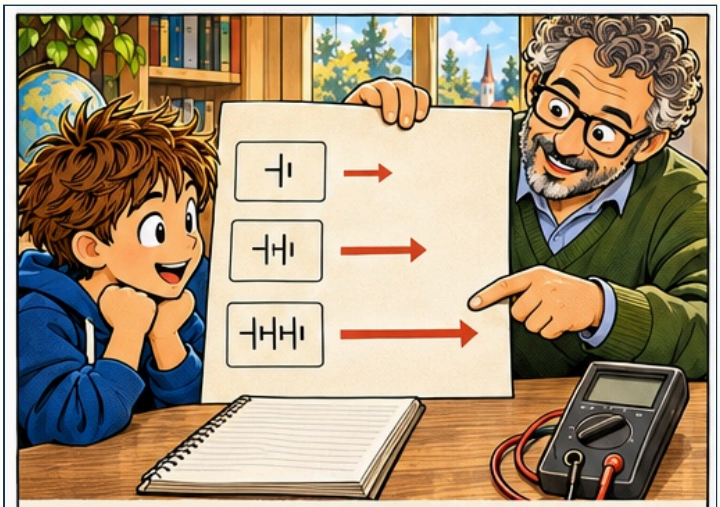
Тем же способом они доходят до 4,5 V.



При 100 Ω идеальная модель предсказывает 0,045 A, или 45 mA.



Теперь пример включает 1,5 V, 3 V и 4,5 V.

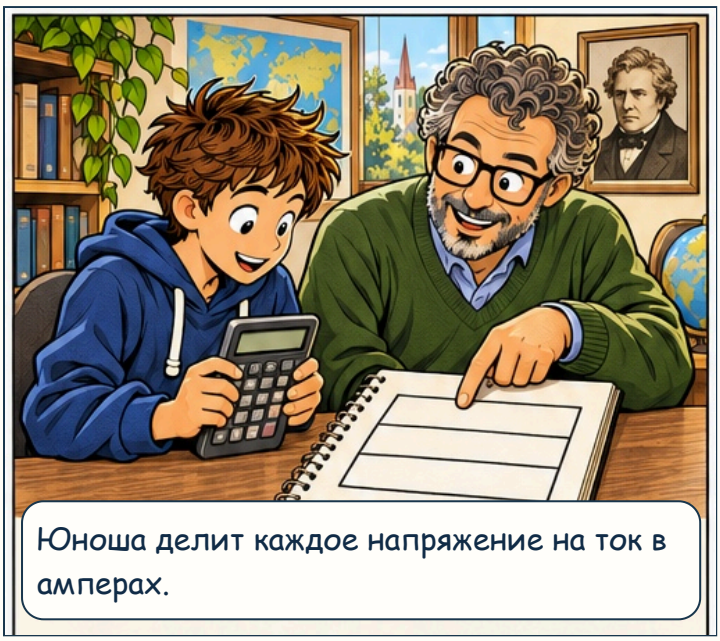


Соответствующие токи — 15, 30 и 45 mA.

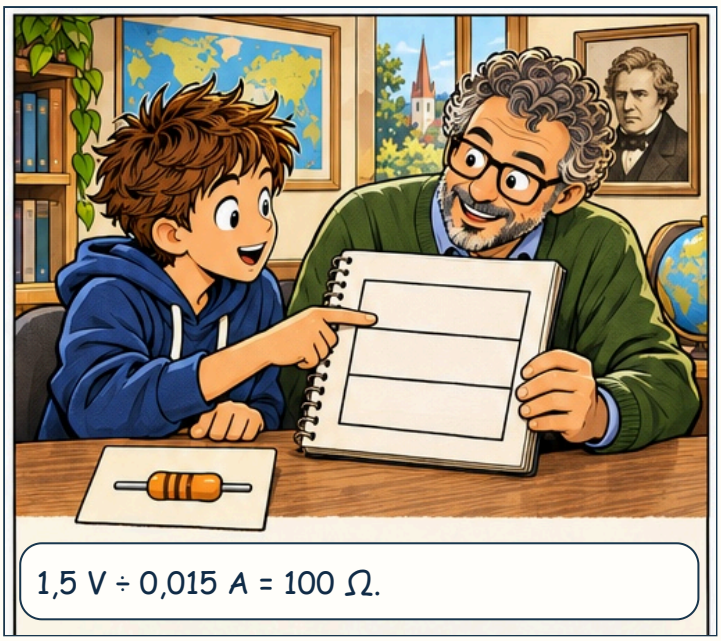


После считывания источник снова отсоединяют.

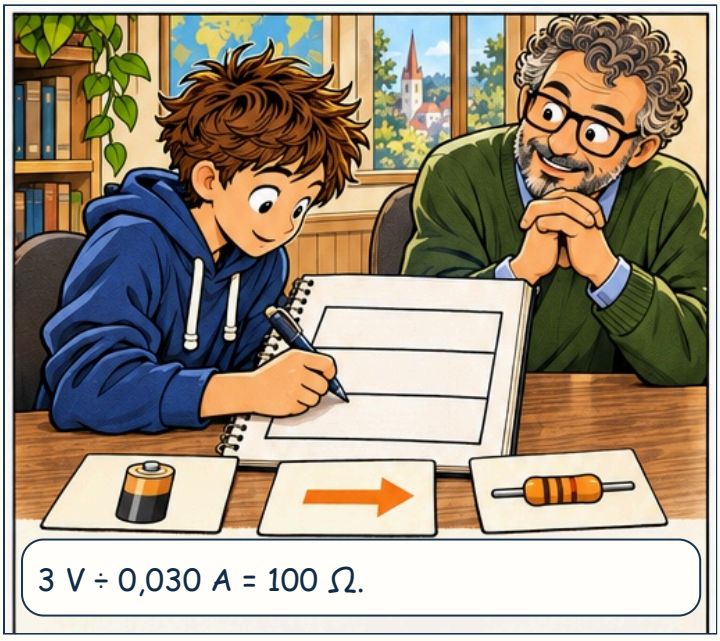
# Что остаётся постоянным



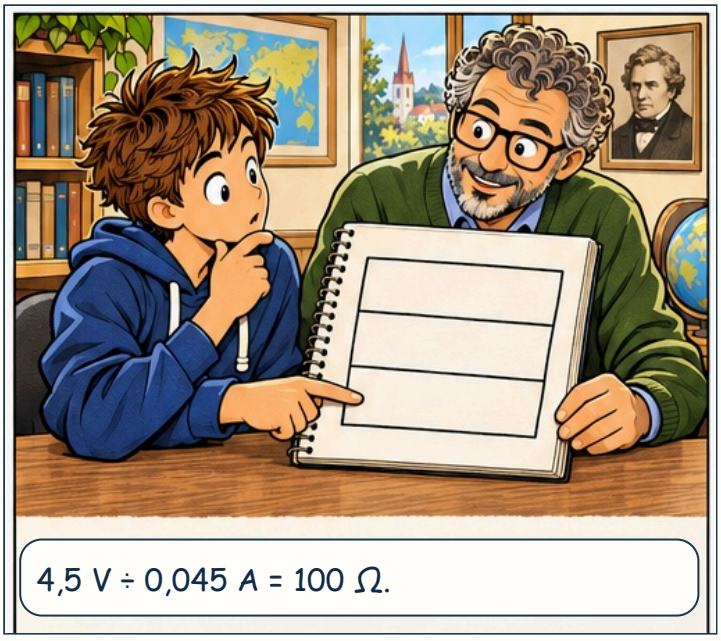
Юноша делит каждое напряжение на ток в амперах.



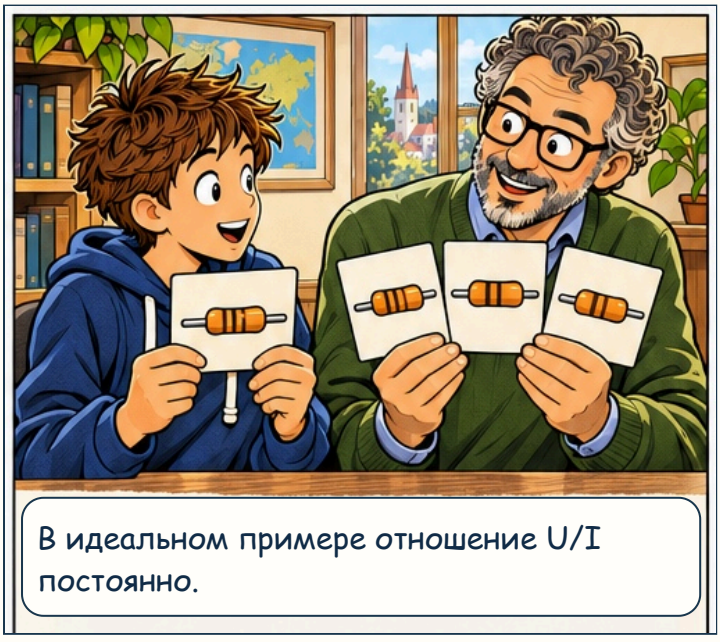
1,5 V ÷ 0,015 A = 100 Ω.



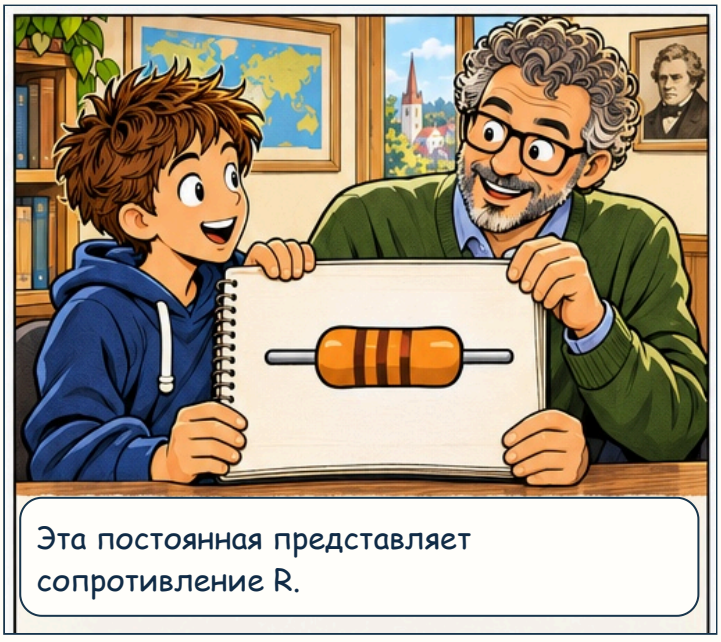
3 V ÷ 0,030 A = 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A = 100 Ω.



В идеальном примере отношение U/I постоянно.



Эта постоянная представляет сопротивление R.

# Зависимость становится видимой



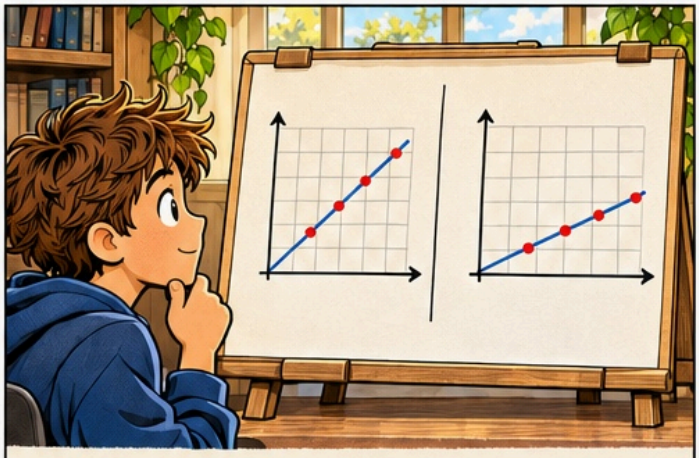
График помогает увидеть пропорциональность.



Точки идеального резистора лежат на прямой через начало координат.



Если U по горизонтали, а I по вертикали, наклон равен 1/R.



Перестановка осей меняет смысл наклона.



Реальные измерения могут немного отклоняться от прямой.

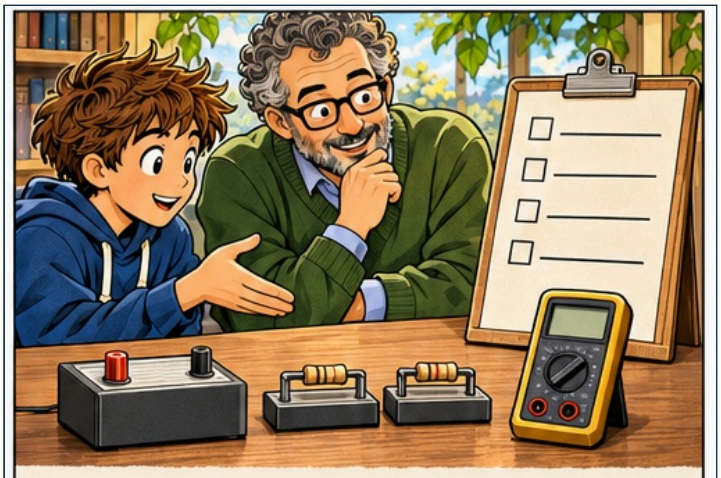


График поясняет числа, но не заменяет условия опыта.

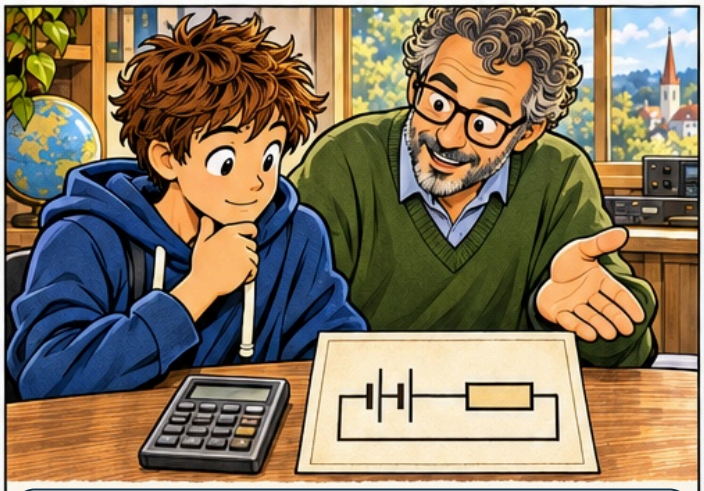
# U = R × I



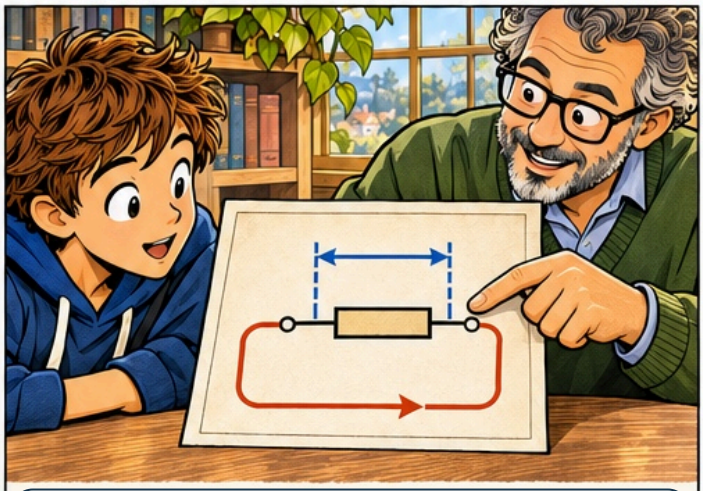
Зависимость записывается U = R × I.



Напряжение омического резистора равно произведению R и I.



При R = 100 Ω и I = 0,030 A получаем U = 3 V.



Величины должны относиться к одному элементу.




Ток для этого расчёта выражают в амперах.



Юноша наконец понимает, что связывает формула.

# Найти ток



Зная U и R, юноша может предсказать I.



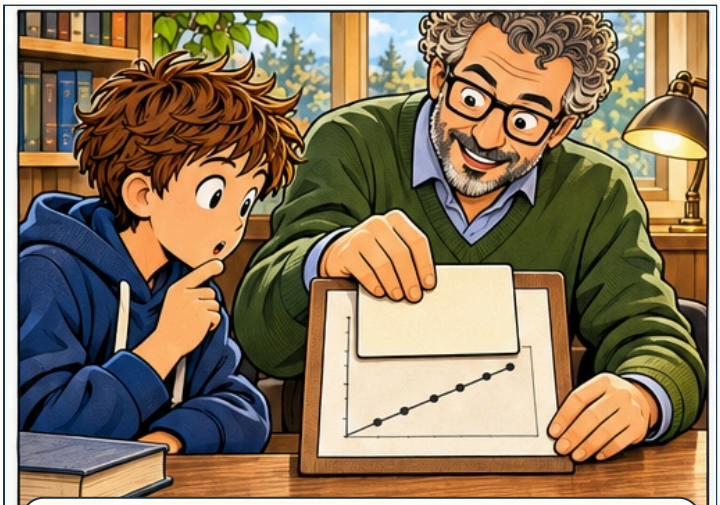
Он преобразует зависимость в I = U/R.



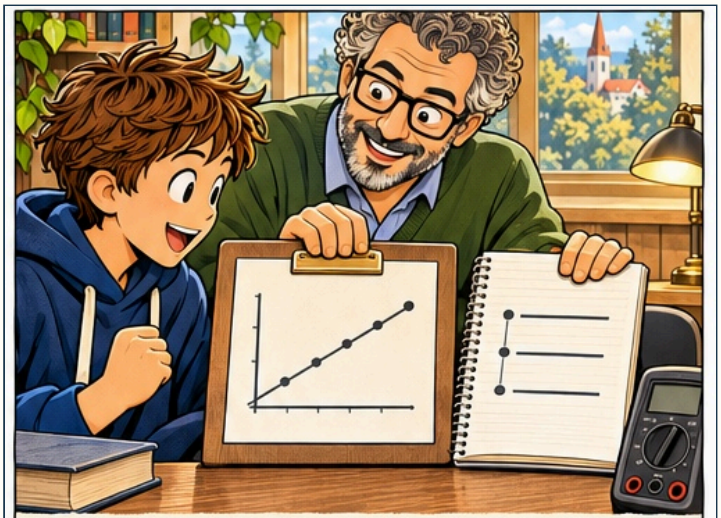
Для 3 V и 100 Ω вычисляет 3 ÷ 100 = 0,030 A.



Это соответствует 30 mA.



Он называет предсказание до просмотра измерения.



Расчёт становится вопросом к опыту.

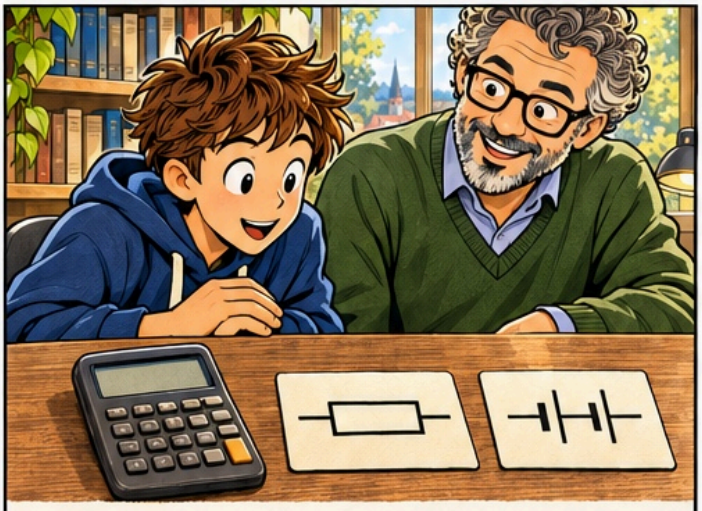
# Найти сопротивление



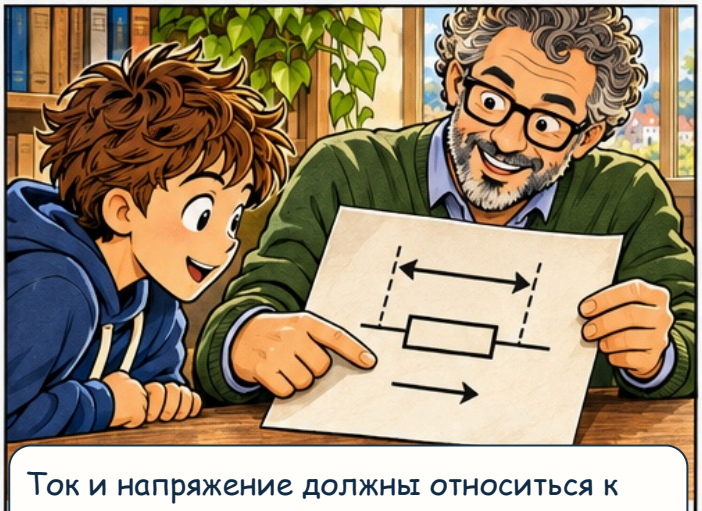
Другой вопрос исходит из U и I.



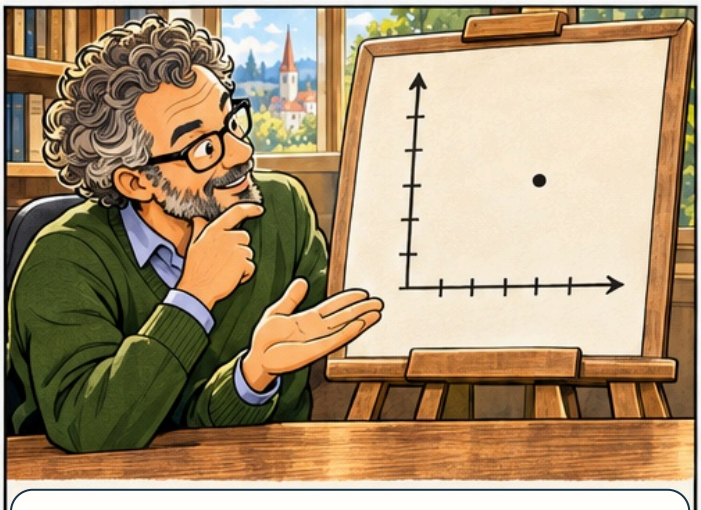
Теперь зависимость имеет вид R = U/I.



Например, 3 V и 0,015 A дают 200 Ω.



Ток и напряжение должны относиться к одному двухполюсному элементу в один момент.



Одно отношение ещё не доказывает омического поведения.



Нужно исследовать несколько рабочих точек.

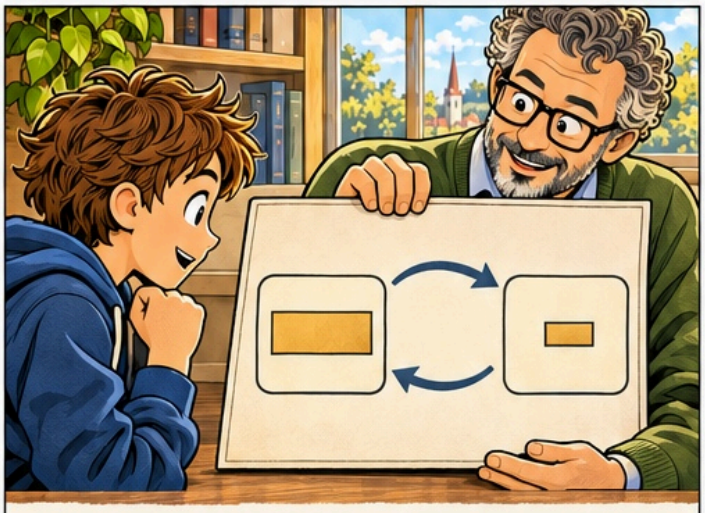
# Внимание к миллиамперам



Юноша переписывает 30 mA и замирает у калькулятора.



Миллиампер — тысячная доля ампера.



30 mA = 0,030 A; 15 mA = 0,015 A.



Ввод 30 вместо 0,030 изменит результат в тысячу раз.



Сначала он переводит единицы, затем считает.



Проверка порядка величины дополняет ответ.

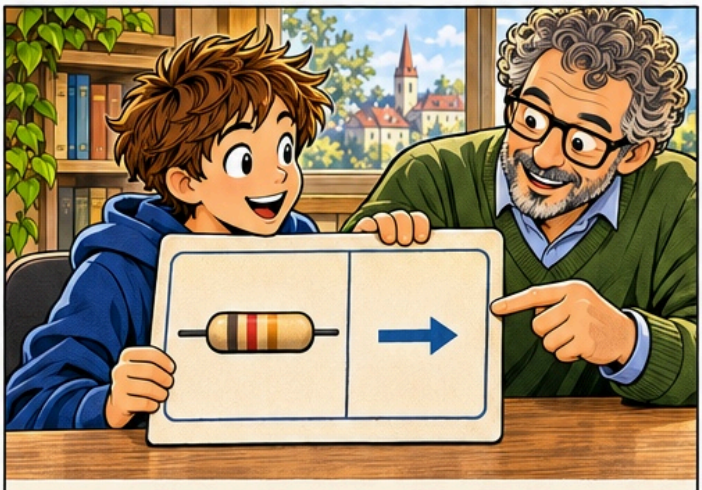
# Предсказать перед заменой



Они хотят сравнить два резистора при одинаковом напряжении.



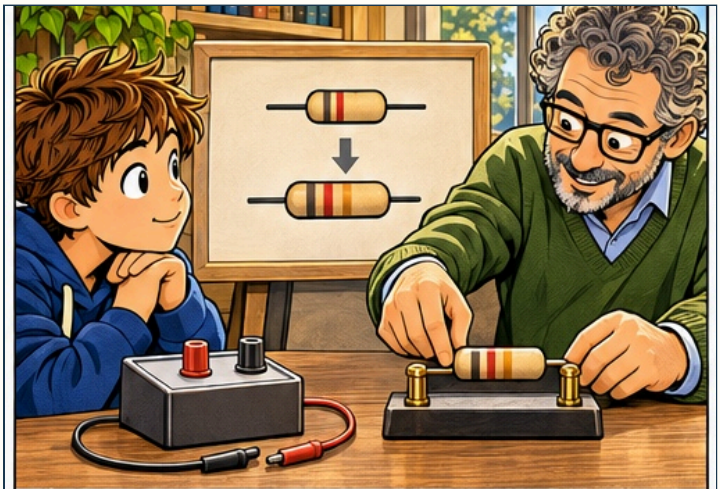
При 3 V и 100 Ω идеальный ток составляет 30 mA.



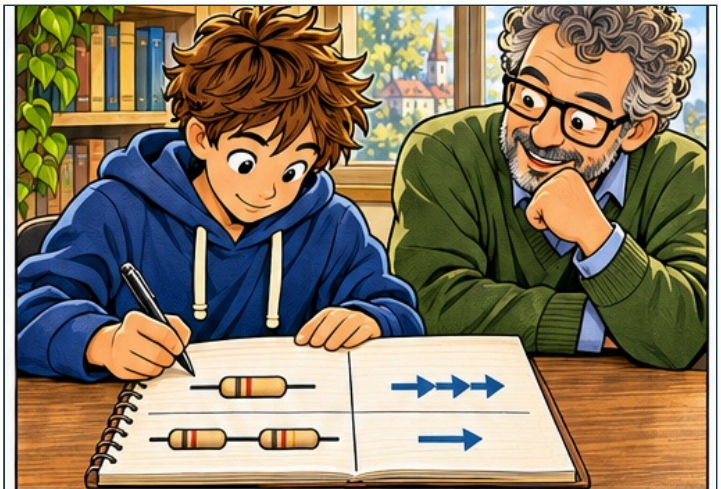
При 3 V и 200 Ω он будет 15 mA.



Удвоение R уменьшает I вдвое, если U неизменно.

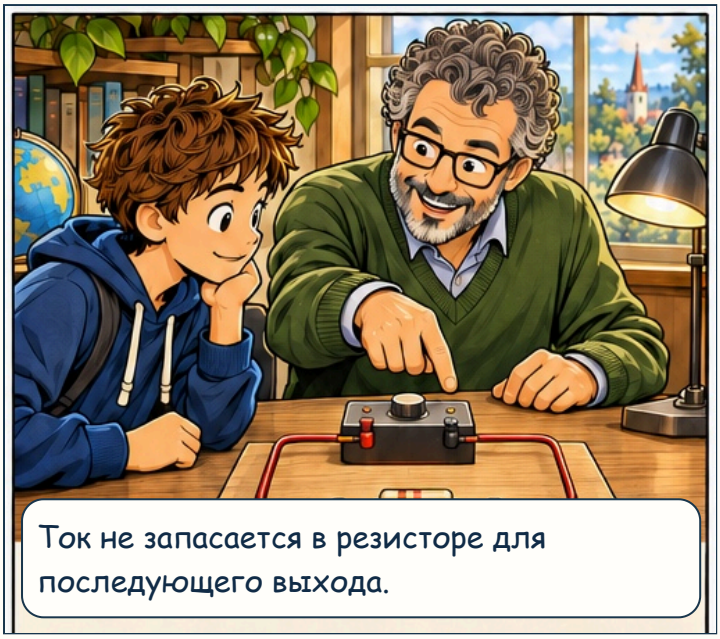


Перед заменой элемента источник отсоединяют.

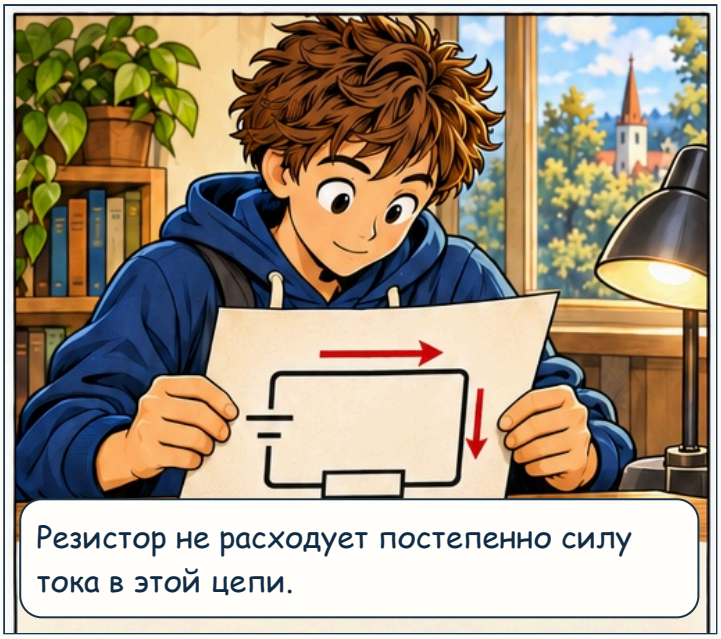


Юноша записывает сначала прогноз, затем измерения.

# Не преграда и не запас



Ток не запасается в резисторе для последующего выхода.



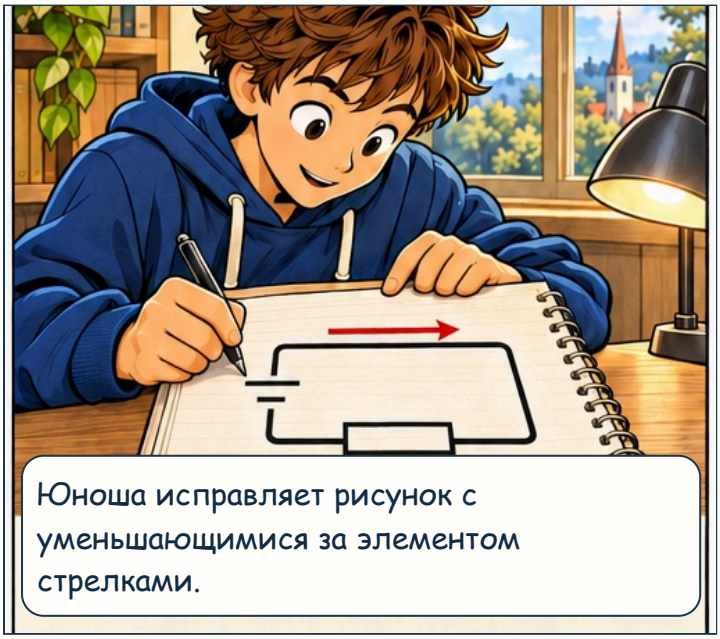
Резистор не расходует постепенно силу тока в этой цепи.



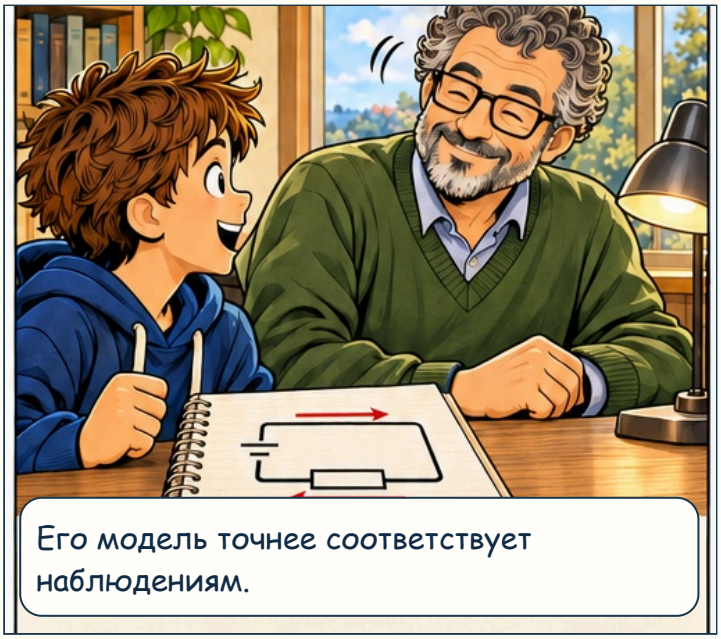
В установившемся режиме ток до и после него одинаков.



Преобразуется электрическая энергия, главным образом в тепло.

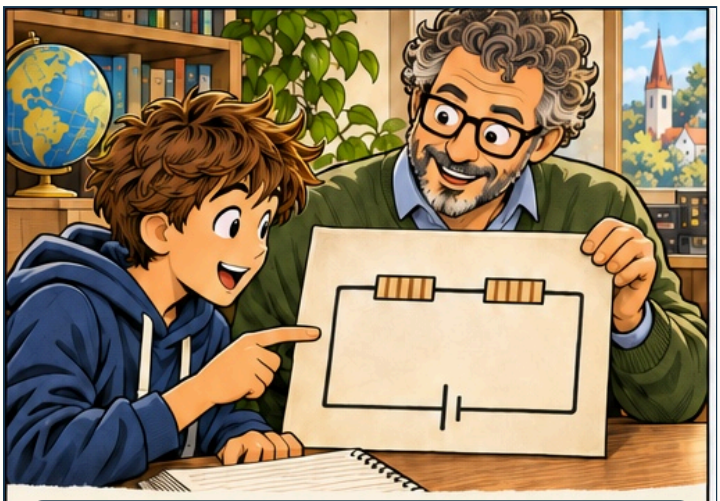


Юноша исправляет рисунок с уменьшающимися за элементом стрелками.



Его модель точнее соответствует наблюдениям.

# Два резистора последовательно



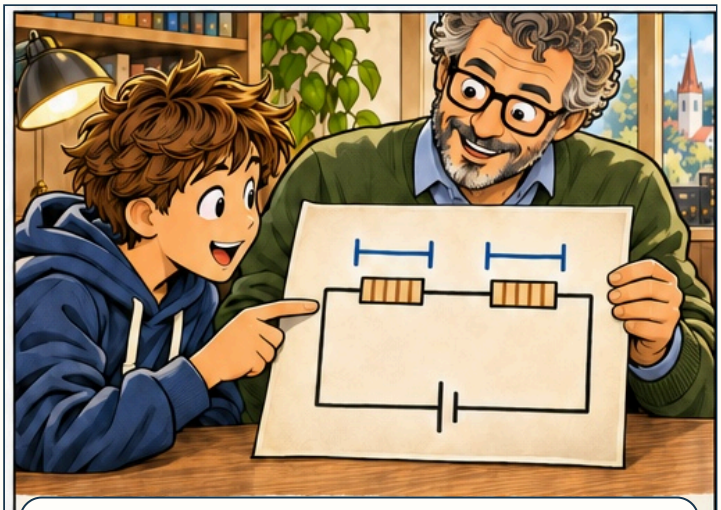
На бумаге два резистора 100 Ω располагают друг за другом.



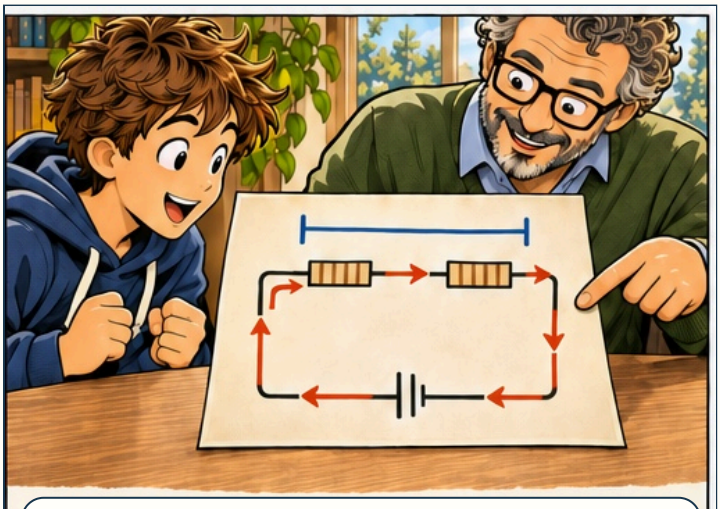
Эквивалентное сопротивление равно 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



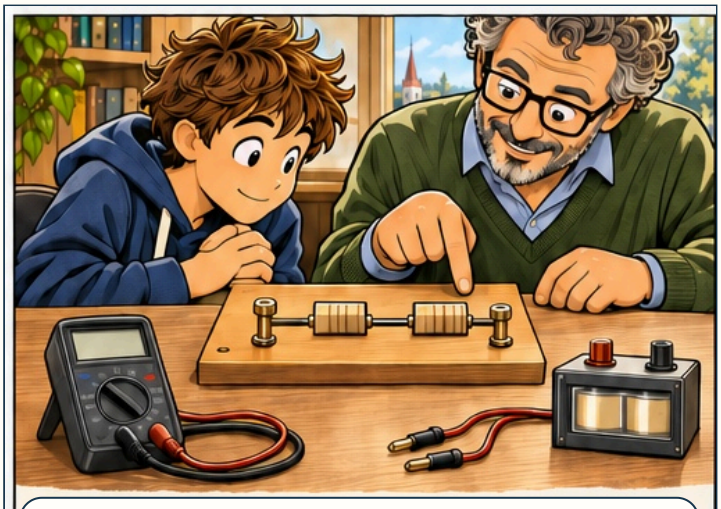
При 3 V идеальный ток цепи будет 15 mA.



На каждом резисторе напряжение составит 1,5 V.

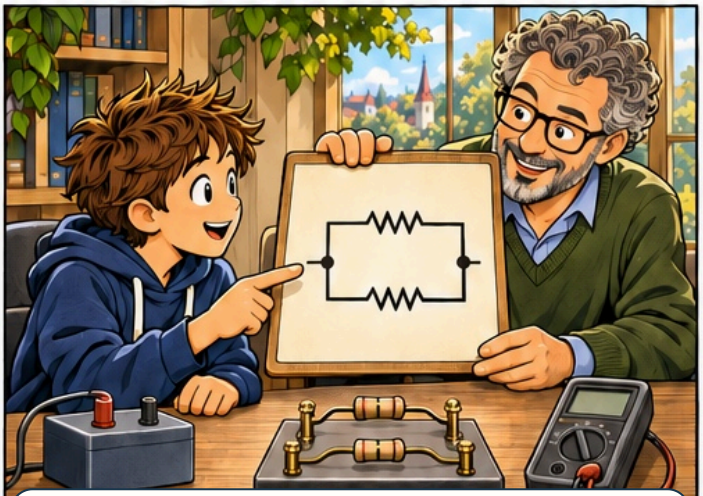


Напряжения складываются; ток через оба одинаков.

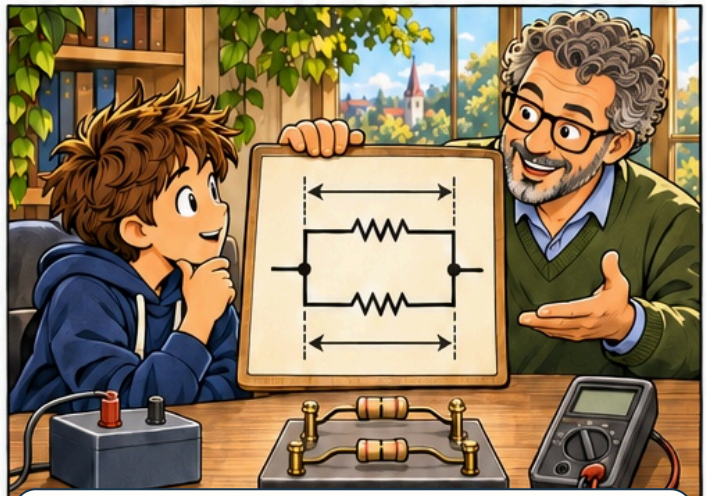


Рассуждение проверяют подходящим стендом, изменённым без питания.

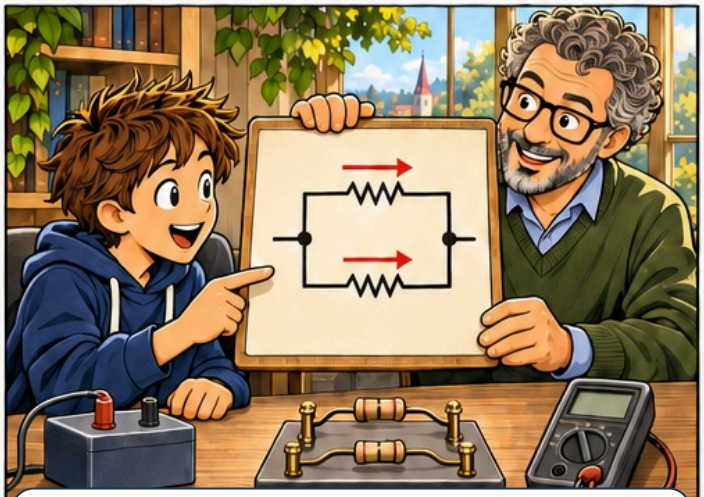
# Два параллельных пути



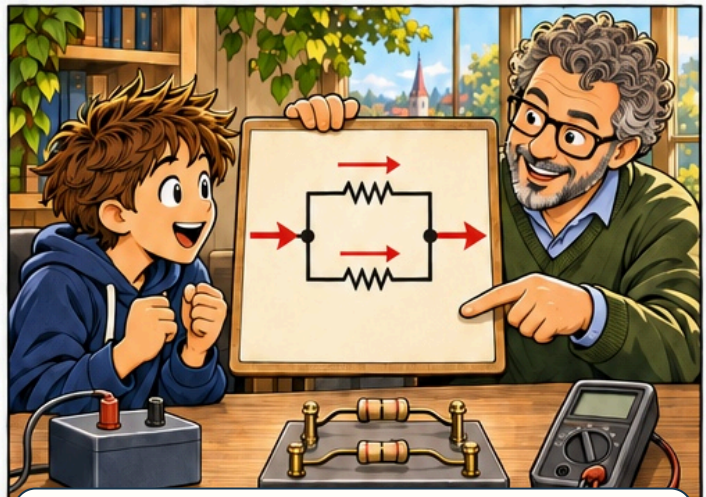
Другой рисунок показывает два резистора 100 Ω в параллельных ветвях.



На каждой ветви одинаковое напряжение 3 V.



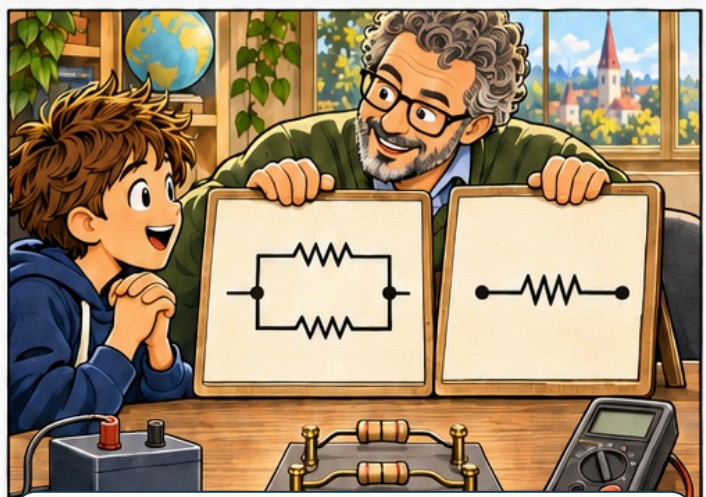
Через каждый резистор в идеале течёт 30 mA.



Общий ток равен 60 mA: токи ветвей складываются.

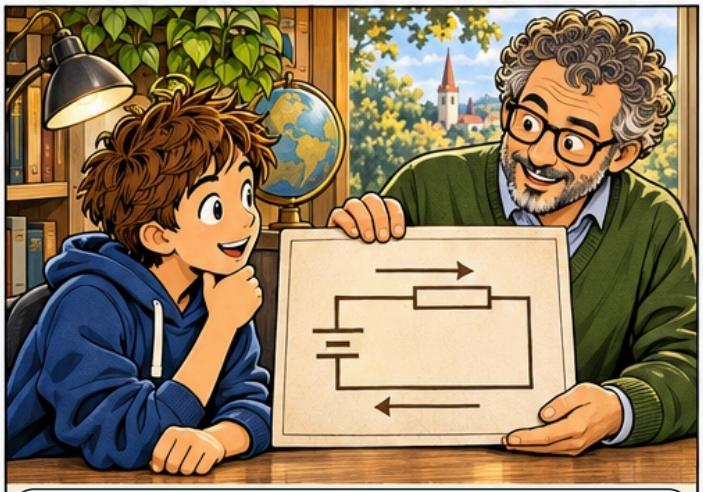


Эквивалентное сопротивление: 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.



Этот результат нельзя получить сложением сопротивлений.

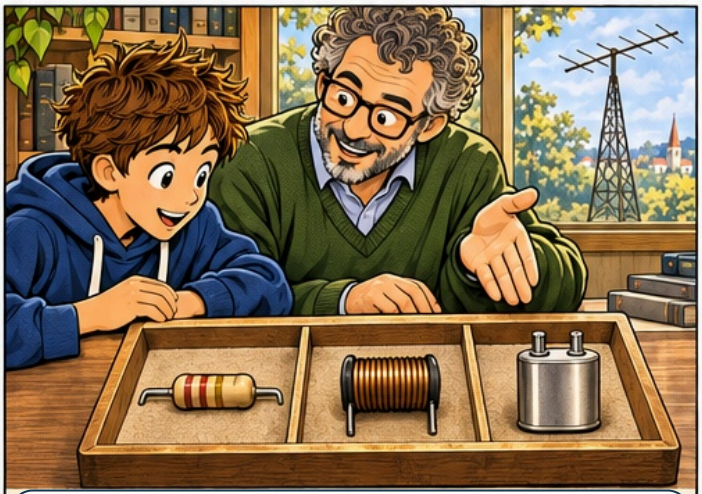
# Область применимости модели



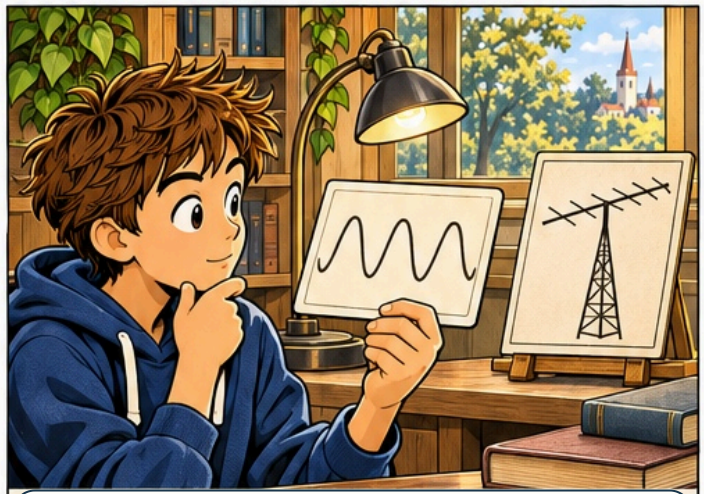
Их расчёты относятся к омическим резисторам при постоянном токе.



Температуру и свойства элементов всё равно учитывают.



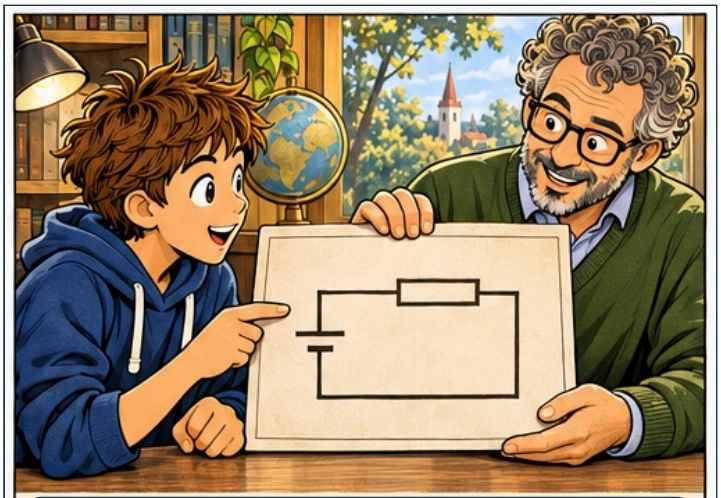
Катушка, конденсатор или антенна не всегда сводятся к такому сопротивлению.



На радиочастотах другие эффекты приводят к понятию импеданса.




Юноша оставляет новый вопрос для следующего приключения.



Понимать модель — значит знать её границы.

# Энергии тоже нужен расчёт



Показ должен учитывать рассеиваемую мощность.



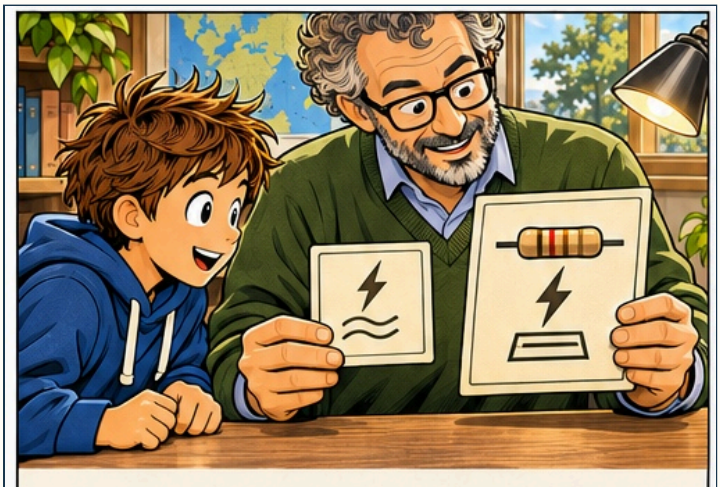
При постоянном токе P = U × I, мощность P в ваттах W.



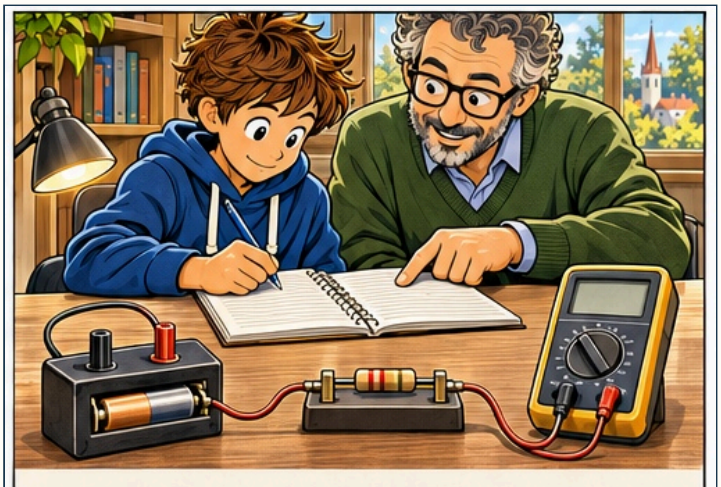
Для 3 V и 0,030 A получаем P = 0,090 W.



В резисторе энергия превращается главным образом в тепло.



Допустимую мощность элемента необходимо соблюдать.



Маленький размер цепи не отменяет проверки.

# Выбрать с запасом



При максимальных 4,5 V резистор 100 Ω даёт в идеале 45 mA.



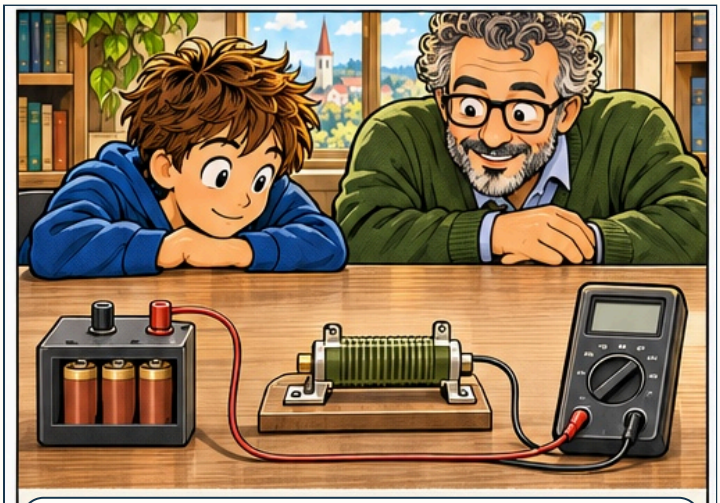
Расчётная мощность: 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



Резистор 1 W оставляет запас для подготовленного опыта.



Это зависит и от условий эксплуатации изготовителя.



Нагрев никогда не проверяют прикосновением под напряжением.



Henri выбирает с учётом ограничений оборудования.

# Таинственный резистор



Наставник предлагает последнюю загадку на карточке.



На омическом резисторе 3 V, ток через него 0,020 A.



Юноша считает R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Затем проверяет P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Он объясняет каждый шаг, не угадывая желаемый ответ.



Загадка показывает его метод.

# Когда измерение немного отличается



Измеренный результат может слегка отличаться от идеального.



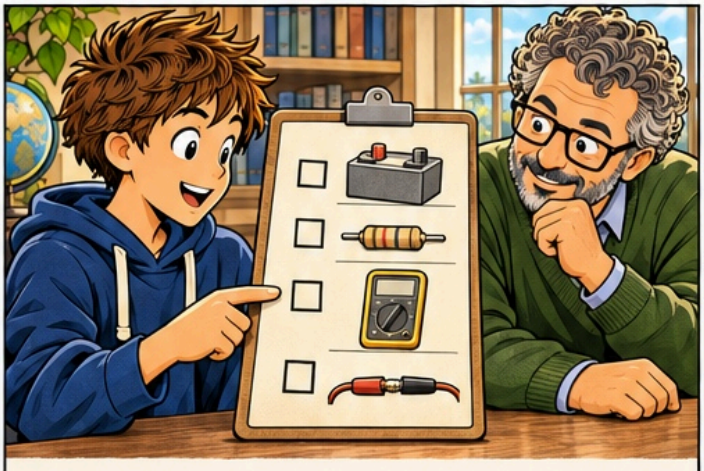
У резистора есть допуск, у источника — реальное напряжение.



Измеритель имеет ограничения и может влиять на цепь.



Плохие контакты тоже меняют наблюдение.



Условия сравнивают до вывода о неверности закона.



Юноша записывает объяснимое отклонение, а не подправляет показания.

# Ошибка, которая учит



В черновике юноша находит ток в тысячу раз больше нужного.



Он не пытается получить его изменением источника.



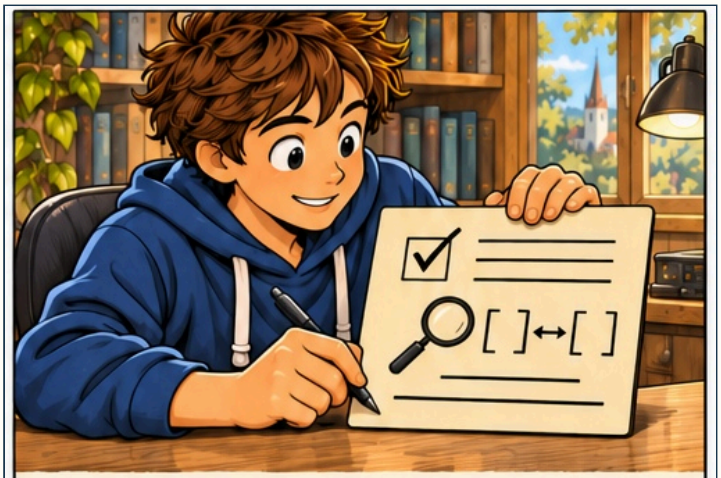
Проверка обнаруживает миллиамперы, принятые за амперы.



Во время проверки цепь остаётся отсоединённой.



После перевода результаты возвращаются к разумному порядку величины.

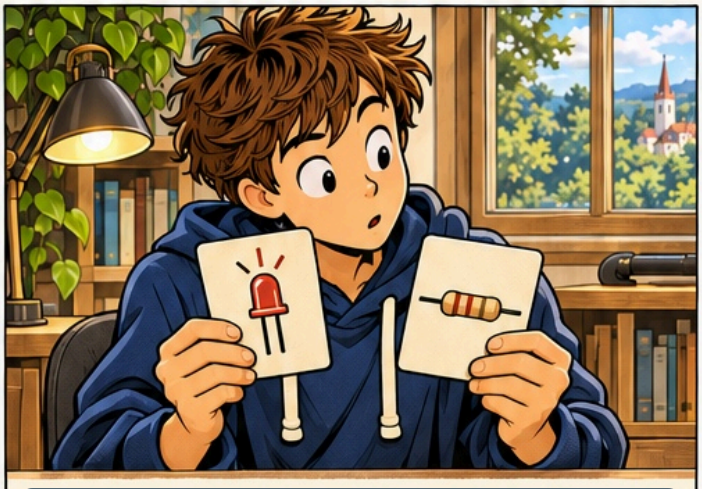


Распознанная ошибка становится опорой на будущее.

# Другой вопрос диода



В соседней коробке юноша замечает светодиод.



Можно ли считать его резистором с постоянным сопротивлением?



Наставник объясняет нелинейную зависимость между током и напряжением.



Простое U = R × I с постоянным R описывает не любой диод.



Его оставляют в коробке: для изучения нужна подходящая цепь.




Понимание закона защищает от бездумного применения.

# Температура может влиять



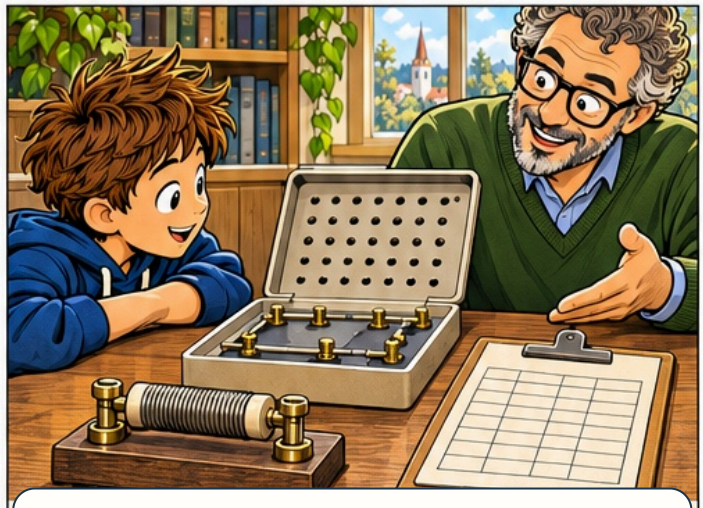
Лампа накаливания — ещё один пример иного поведения.



При изменении температуры меняется и её сопротивление.



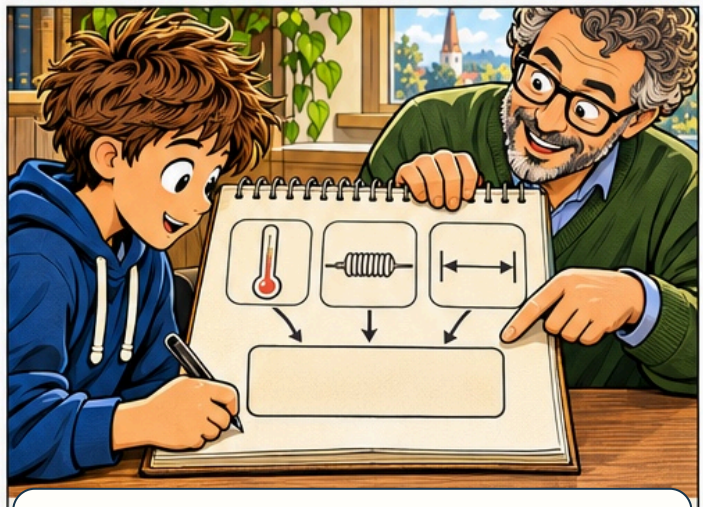
Значение в один момент не становится универсальной постоянной.



Их резистор тоже должен работать в нормальных условиях.



Для доказательства они не проводят опыт с нагревом.

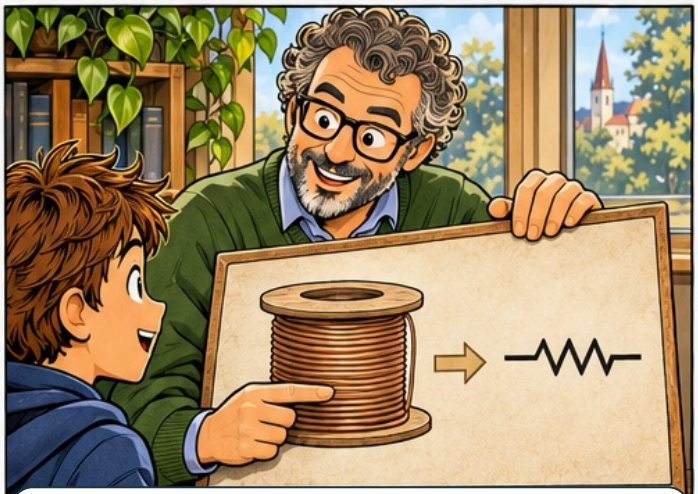


Юноша добавляет условия применимости рядом с формулой.

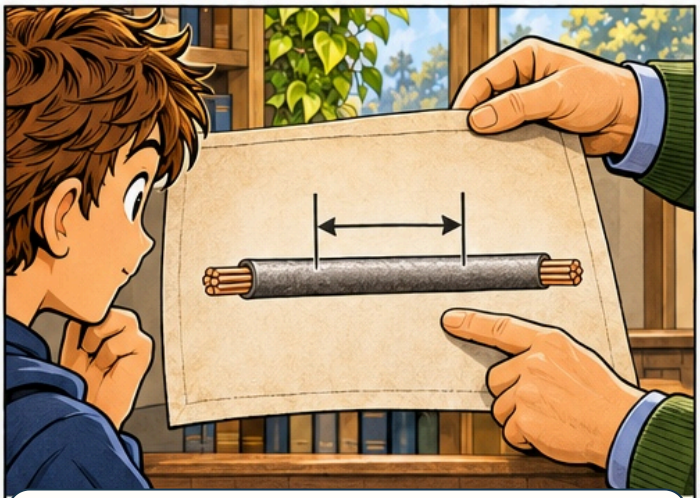
# До проводов станции



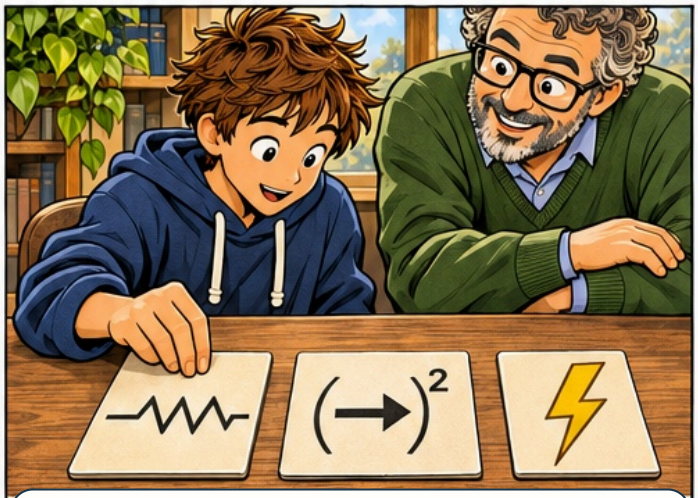
Теперь юноша смотрит на провода своей цепи.



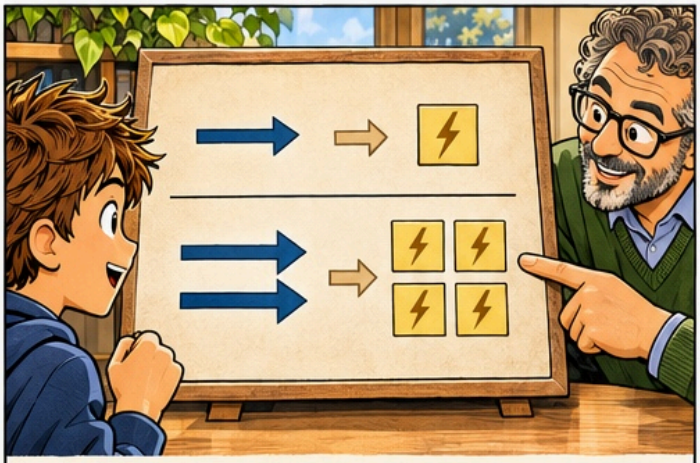
Реальный проводник тоже может иметь сопротивление.



Протекающий ток вызывает на нём падение напряжения.




Мощность на сопротивлении можно записать $P = R \times I^2$.



При том же R удвоение I увеличивает мощность вчетверо.



Он понимает важность подходящих кабелей и соединений, не вмешиваясь в станцию.

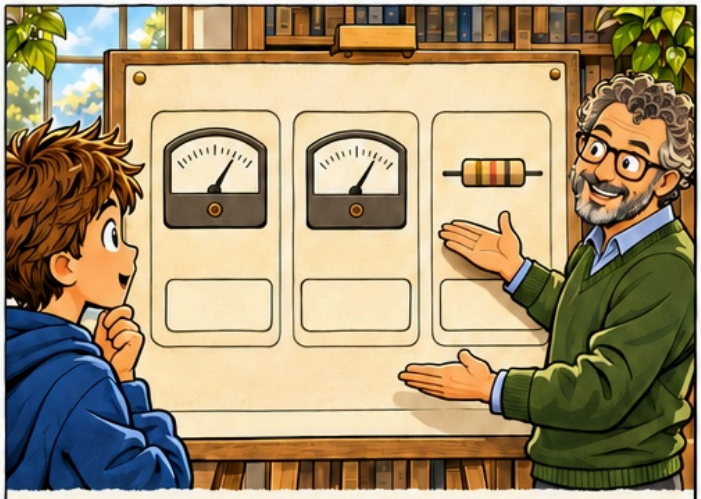
# Подготовить показ



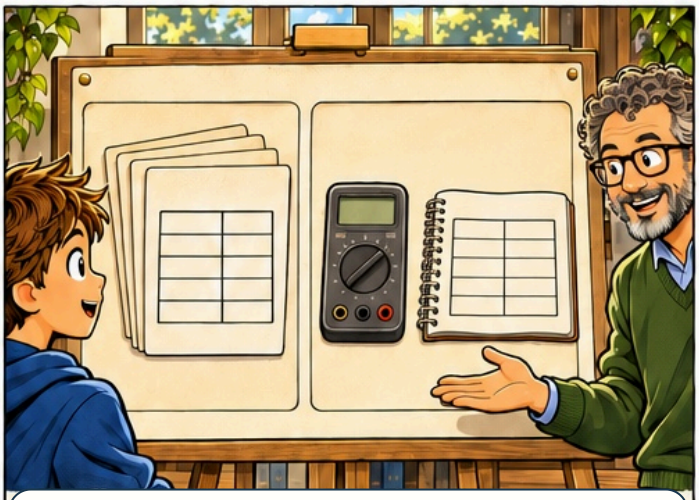
Встреча с посетителями приближается.



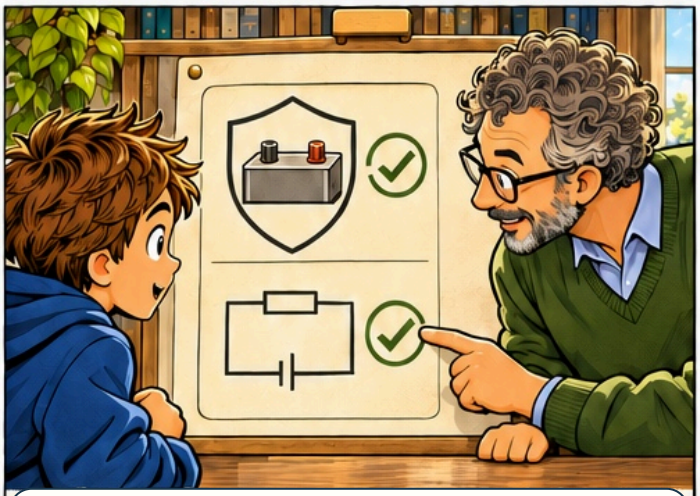
Юноша выбирает одну цепь для объяснения основ.



Он представляет U, I и R с единицами.



Идеальный пример отделён от места для измерения.



Правила подключения и границы модели остаются видимыми.



Рассказ начнётся с вопроса, как исследования Ома.

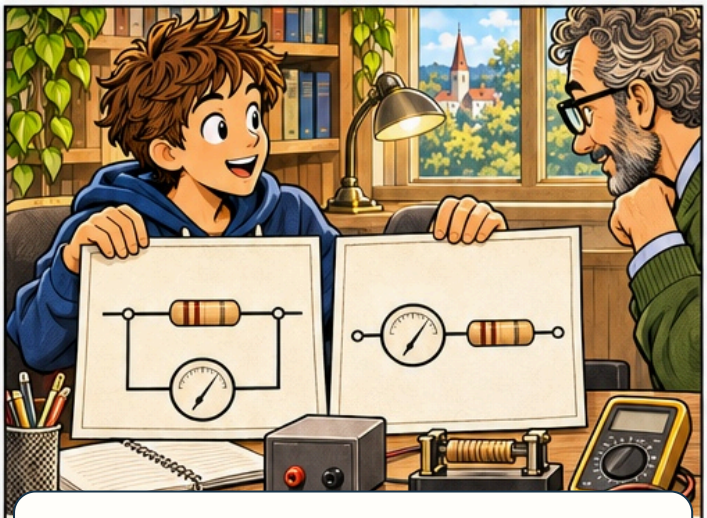
# Совместная проверка



Henri играет любознательного посетителя.



Lucas объясняет измерение напряжения между двумя точками.



Он различает подключения вольтметра и амперметра.



Напоминает: соединения меняют только с отсоединённым источником.



Затем обосновывает выбор сопротивления и допустимой мощности.



Сложный вопрос помогает ему уточнить объяснение.

# Предсказывать, измерять, понимать



Репетиция заканчивается опытом в подготовленных пределах.



Юноша предсказывает ток по напряжению и сопротивлению.



Наставник проверяет цепь и руководит измерениями.



Затем юноша сравнивает прогноз и наблюдение с единицами.



Он объясняет небольшое отличие, не выдумывая результат.



После опыта источник отсоединяют и убирают оборудование.

# Открытие путешествует



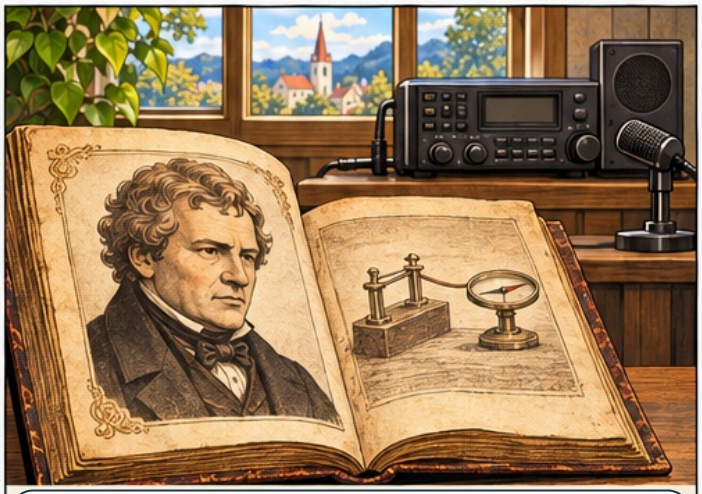
Lucas снова открывает страницу о Георге Симоне Оме.



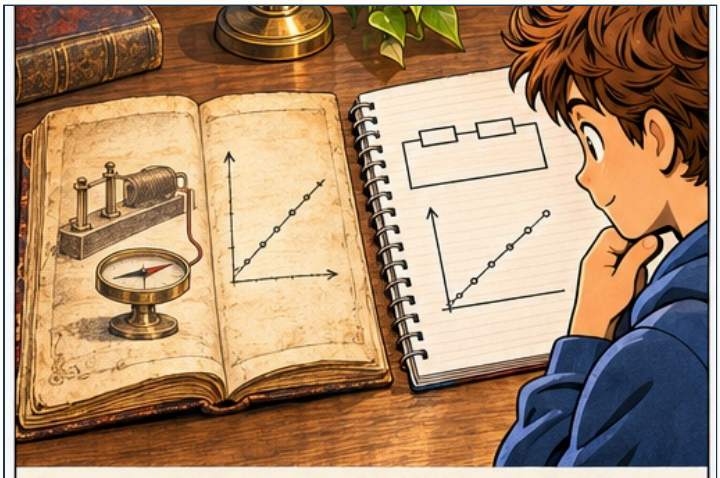
Между старой мастерской и клубом приборы изменились.



Но терпеливое наблюдение остаётся знакомым.



Ом не построил их станцию, но его труд помогает её понять.



Современный блокнот перекликается с воображаемым блокнотом учёного.



Идея долго путешествует, если мы продолжаем задавать вопросы.

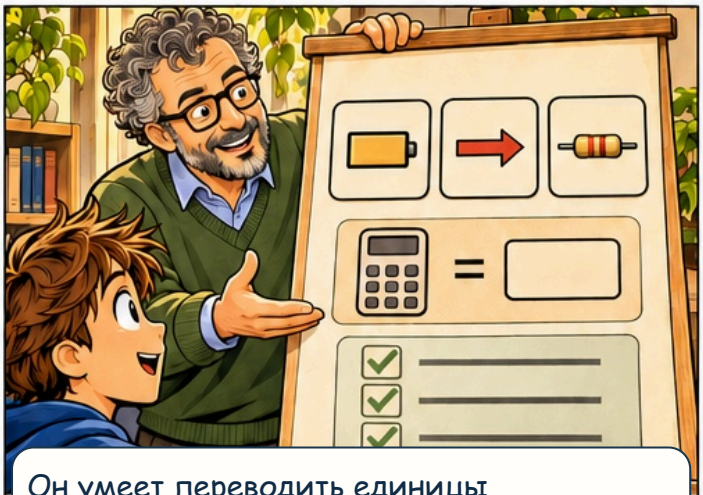
# Формула стала инструментом



Резистор возвращается в коробку, уже не таинственный.



U = R × I связывает величины, которые юноша различает.



Он умеет переводить единицы, предсказывать, измерять и проверять условия модели.



Формула не заменяет метод и пределы оборудования.



Henri улыбается подготовленному показу.



В клубе новый вопрос уже ждёт следующего блокнота.