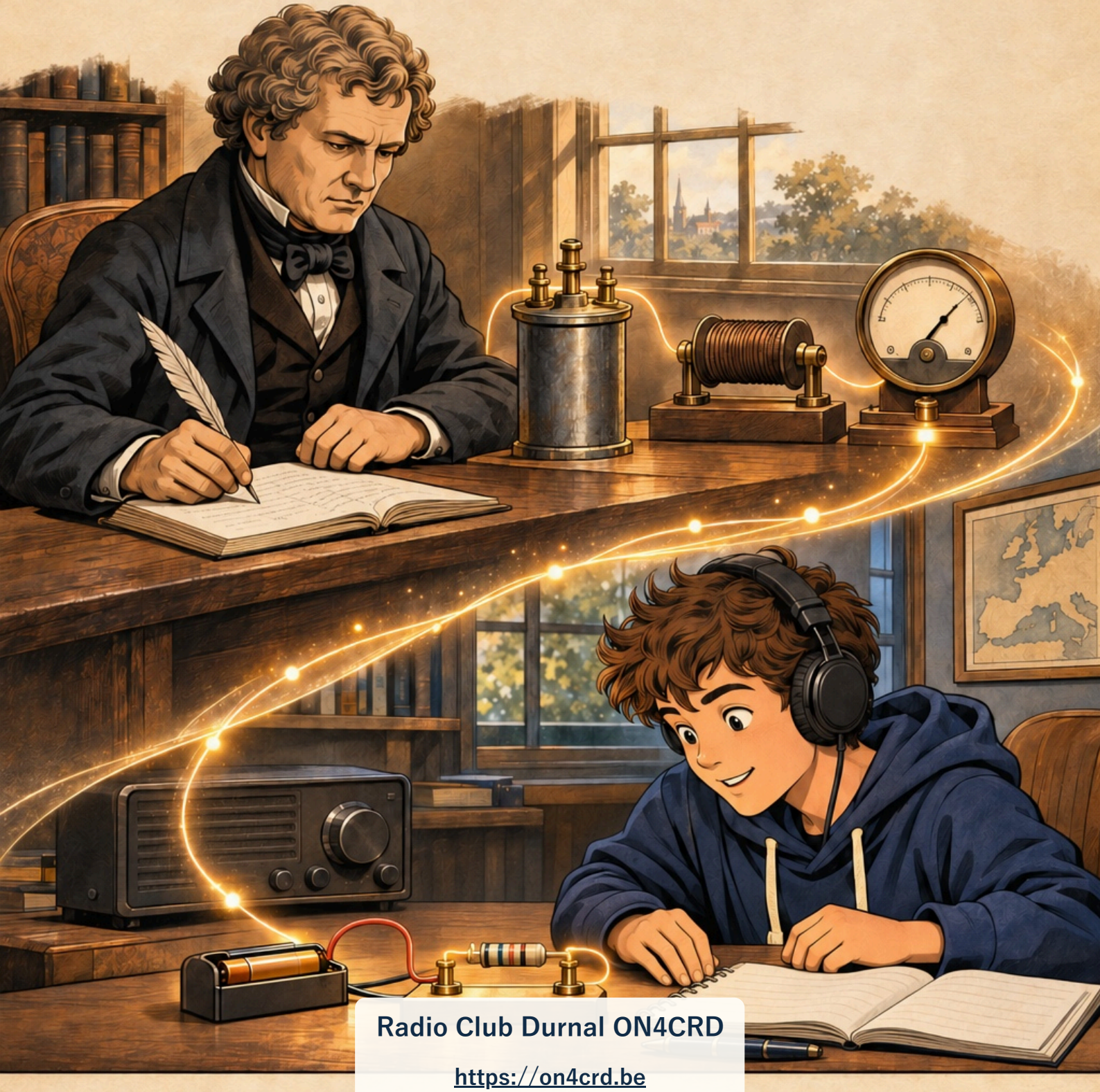
ON4CRD

第04巻

# オームの法則の発見



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

# 法的表示

**第04巻 · オームの法則の発見**

ウェブサイト発行者 : Radio Club Durnal ON4CRD

出版マネージャー : Radio Club Durnal ON4CRD 委員会

https://on4crd.be

法的表示

## 知的財産

サイト上で公開されているテキスト、画像、文書、ロゴ、および資料は、それぞれの作成者またはクラブの所有物です。複製または再利用は、出典、該当する権利、および著者の許可を尊重する必要があります。

## 責任

クラブは、有益で検証された情報を公開するよう努めていますが、誤り、脱落、または中断がないことを保証するものではありません。技術情報または規制情報が決定を裏付ける場合は、公式情報源と照合する必要があります。

イラストは人工知能の支援を受けて制作しています。

# クラブでの疑問



初めてのQSOを終えたLucasが、クラブの工作室に戻ります。



ノートのそばに小さな抵抗器があります。



こんな小さな部品が、なぜ多くの計算に役立つのでしょう。



Henriは、調べてから実験しようと提案します。



二人で来訪者向けの実演を準備するのです。

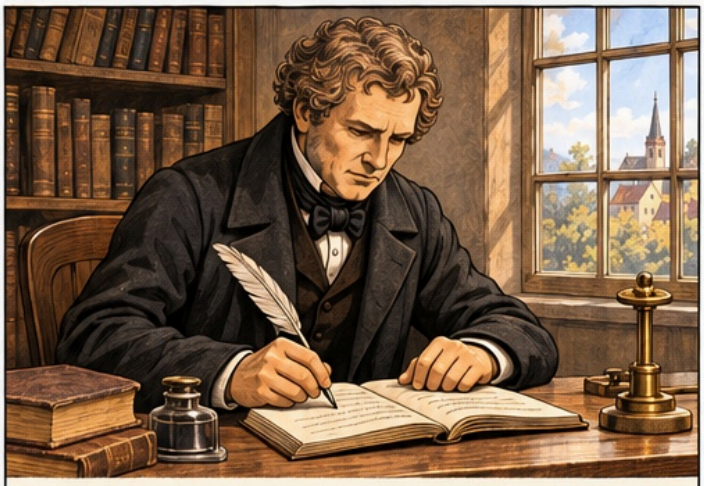


最初の手がかりは、ゲオルク・ジーモン・オームという名前です。

# 名前の向こうの顔



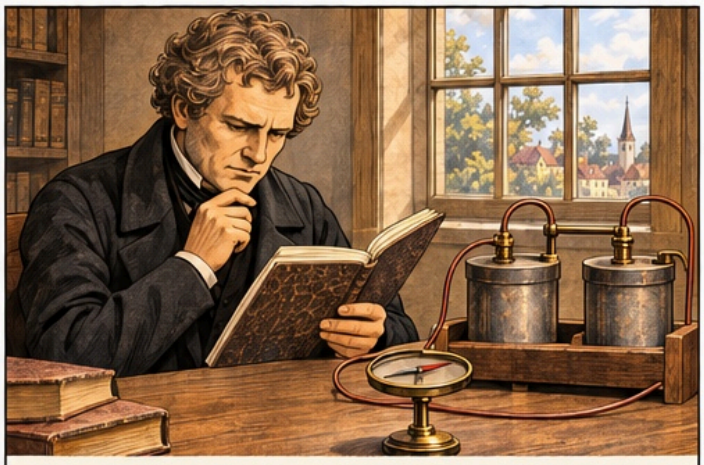
本に、巻き毛の男性が現れます。



ゲオルク・ジーモン・オームは教師として働き、電気現象を研究しました。



その時代にも電池や導線はありました。



でも、観察を法則で結ぶには、根気強い仕事が必要でした。



少年は古い仕事場の静けさを想像します。

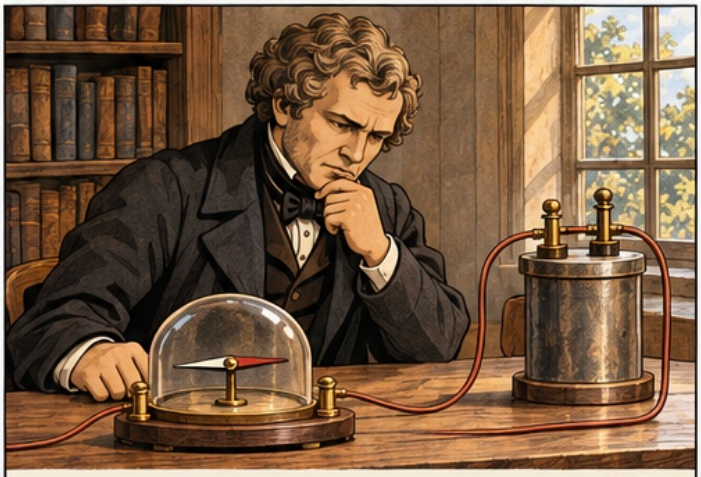


物語は二人をオームの研究へ導きます。

# 無線局ができる前



舞台は1820年代。アマチュア無線よりずっと前です。



オームは電流の振る舞いを理解しようとしています。



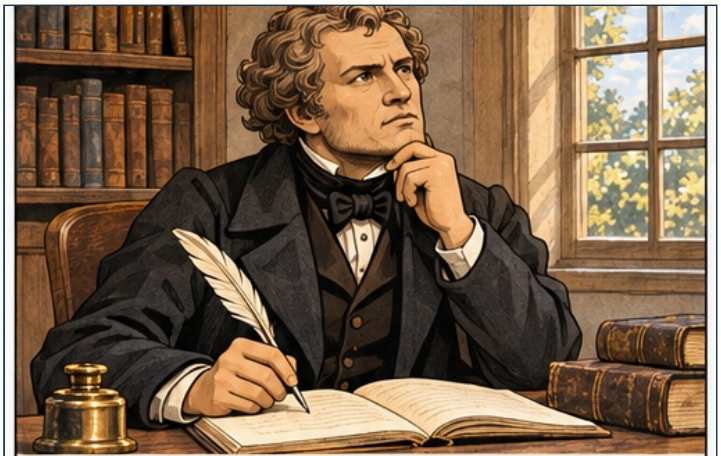
現代の送信機や無線交信を準備しているのではありません。



作業台には導体を調べる実験があります。

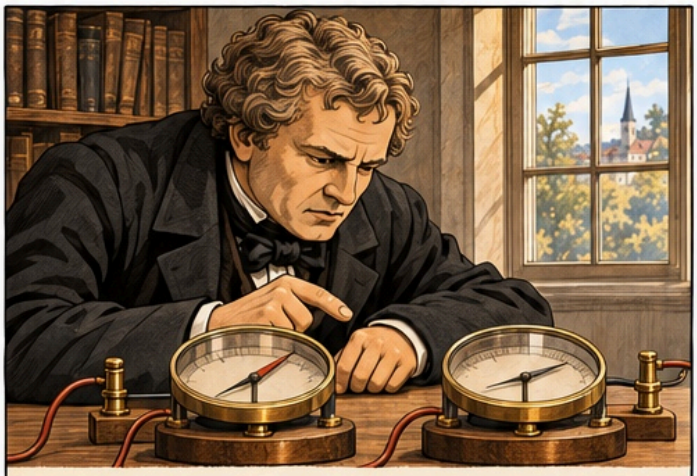


確かめられる関係を探しているのです。

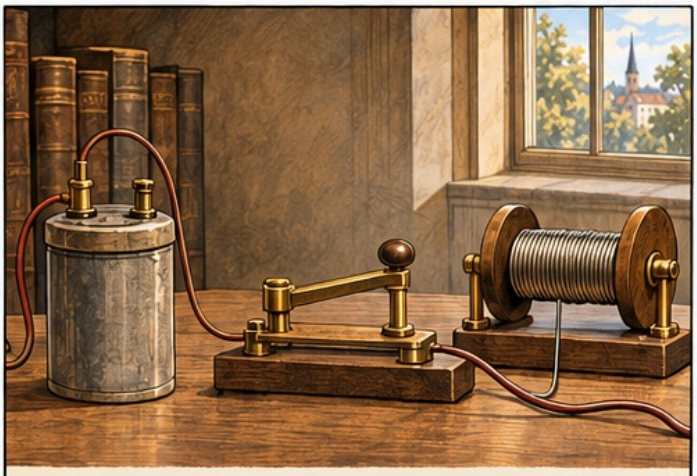


明確な問いは、急いで受け入れた説明より役立ちます。

# 結果が揺れるとき



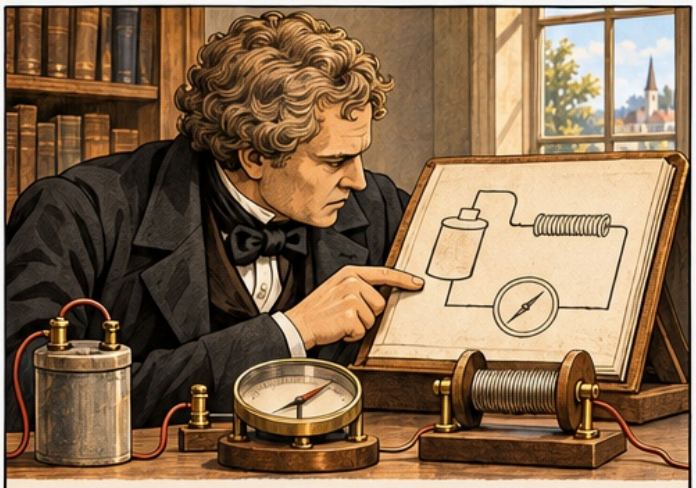
実験がいつも同じ結果を出すとは限りません。



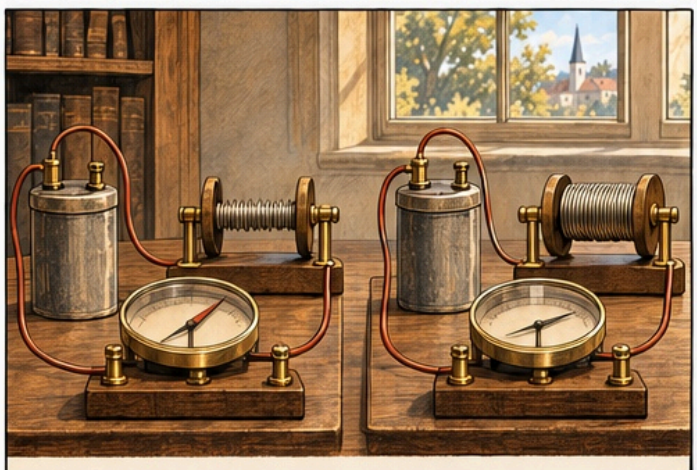
電源や接点も変化することがあります。



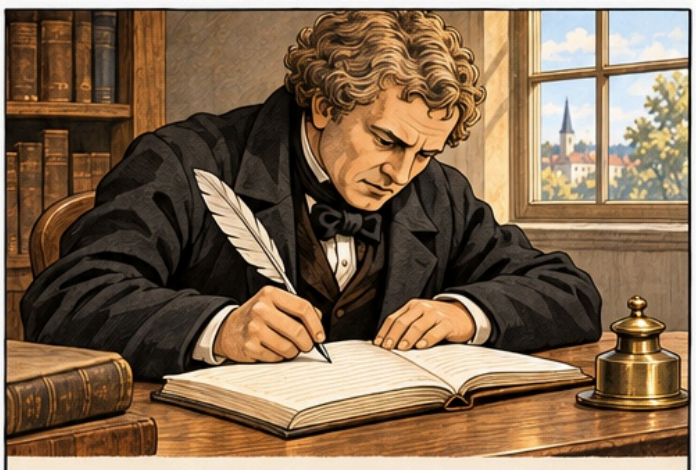
すぐ導線のせいにしても、違いは説明できません。



オームは観察の条件を見直します。



何が変わり、何を安定させるべきかを探します。



発見は、こうした注意深い目から始まります。

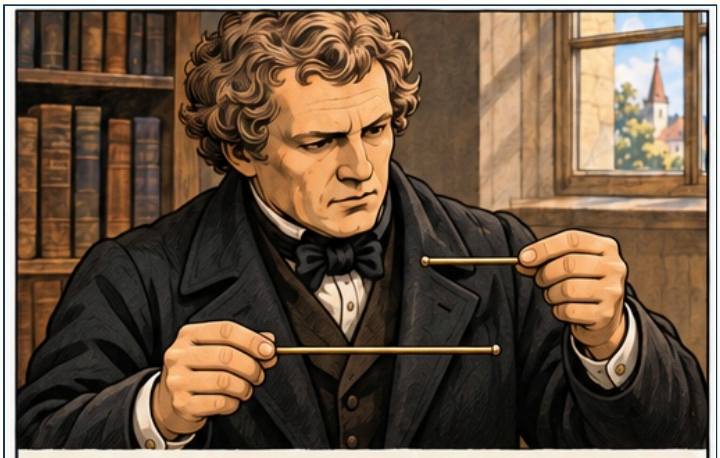
# 一度に一つの問いを



比較するには、何を変えたか知る必要があります。



すべてを同時に変えると、答えが曖昧になります。



選んだ特徴について、導線同士を比べられます。



ほかの条件は、できるだけそろえます。



記録が、一回ごとの試みを残します。

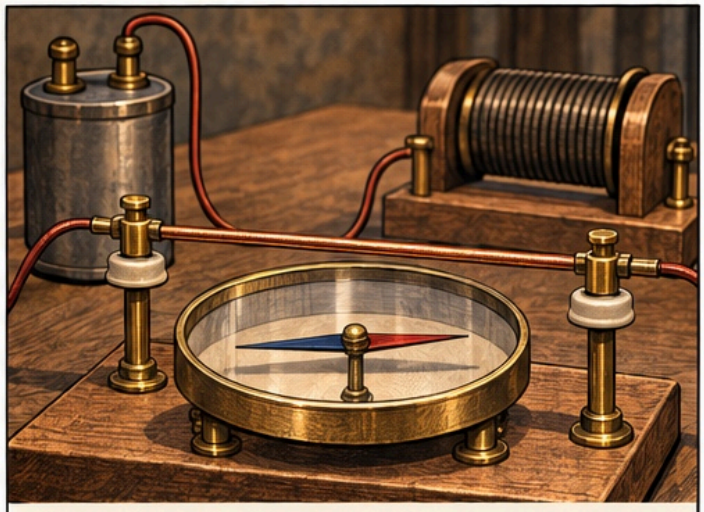


少年も自分の工作室で、この方法を使うでしょう。

# その時代の器具



オームの器具は、今のテスターとは違います。



電流の作用は、磁針でも観察できます。



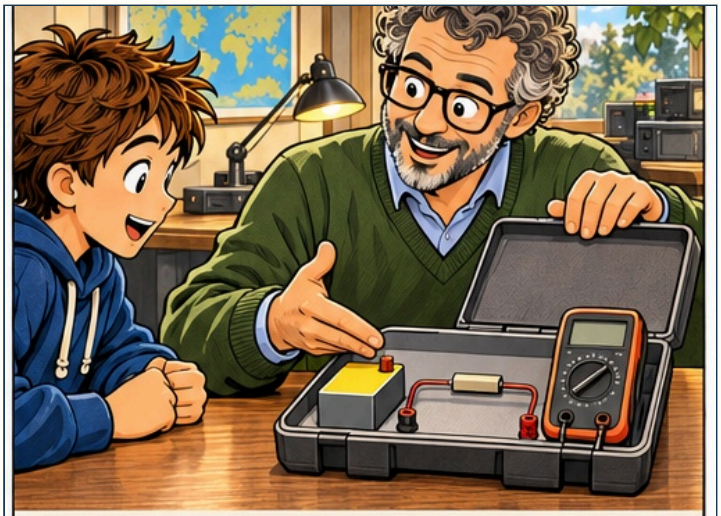
針の振れが、丁寧に比較する手がかりになります。



反応を読み取るには、器具を理解する必要があります。



本は研究の物語で、家庭でまねする手順書ではありません。

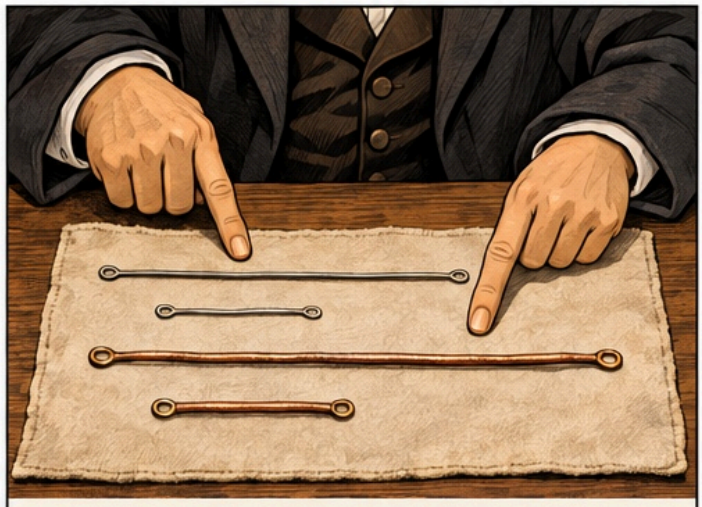


クラブでは適切な現代の教材を使います。

# 導線の抵抗



導体の材質と形は、電流に影響します。



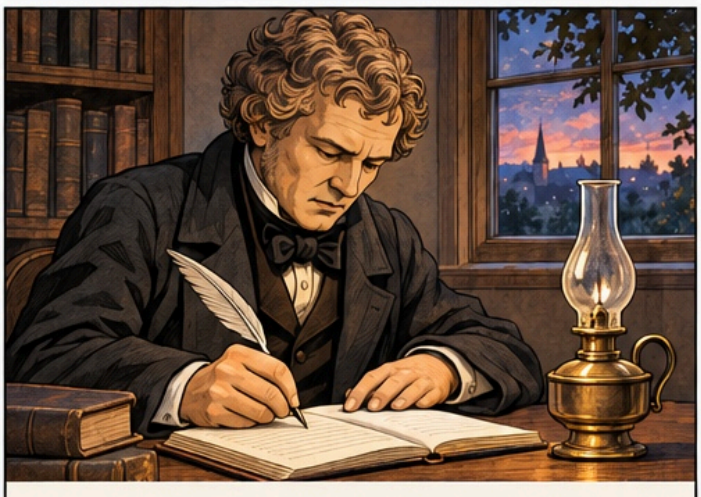
同じ材質なら、長さと断面積が重要です。



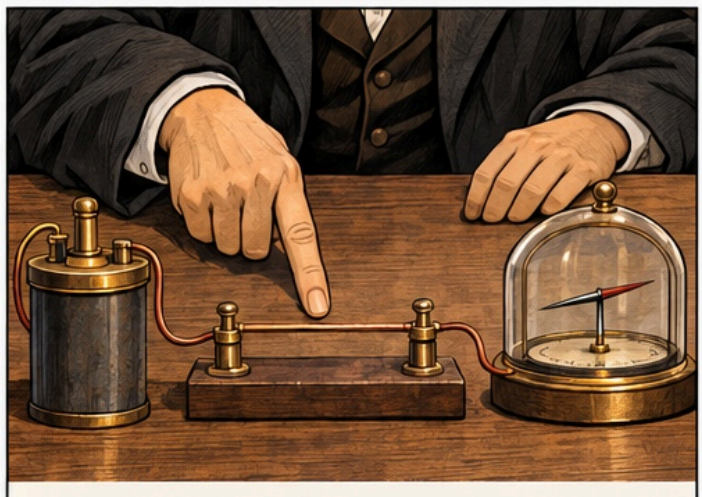
ただし、一度の観察だけで法則は作れません。



比較と、筋の通った説明が必要です。



オームは測定と思考を続けます。

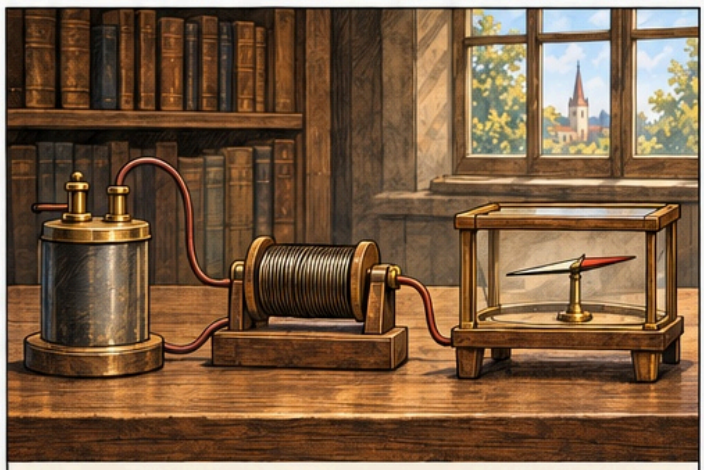


抵抗は電気を表す量の一つになります。

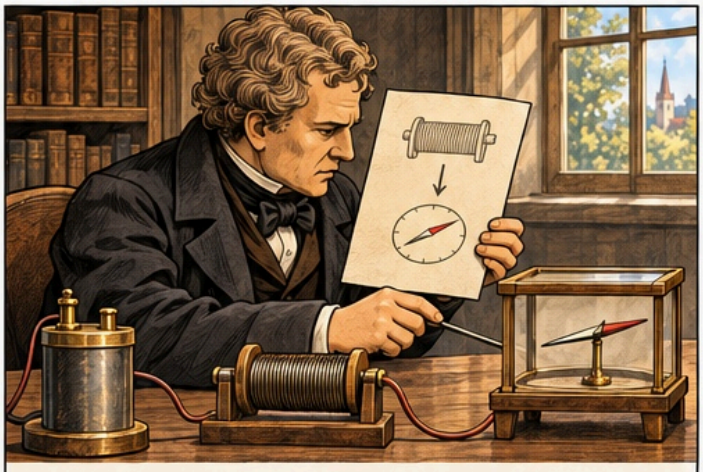
# 観察から関係へ



科学者は、数字を集めるだけでは満足しません。



電気的な原因と電流、導体を結びつけたいのです。



役立つ関係なら、結果を予測することもできます。



ただし、成り立つ条件を示さなければなりません。



少年は「観察する」「予測する」と書きます。

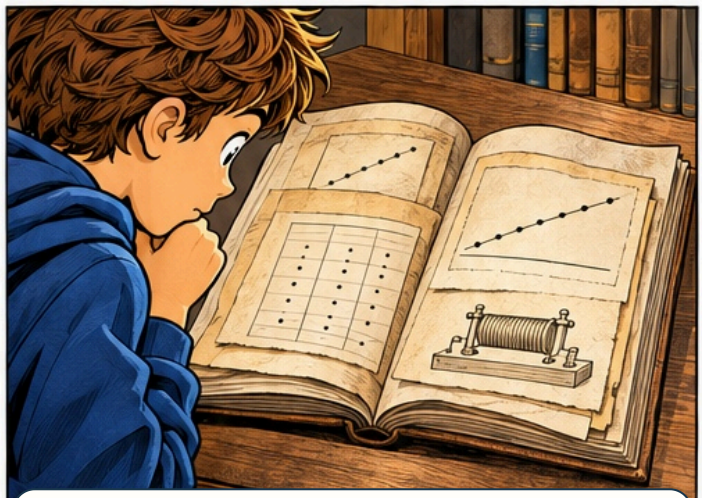


探究が方法へ変わっていきます。

# ノートがつなぐもの



古いページには、試みや迷い、訂正が残ります。



式だけ残すと、研究の道筋は見えなくなります。



少年は、自分の観察ノートを用意します。



計算した値と測定した値は分けます。

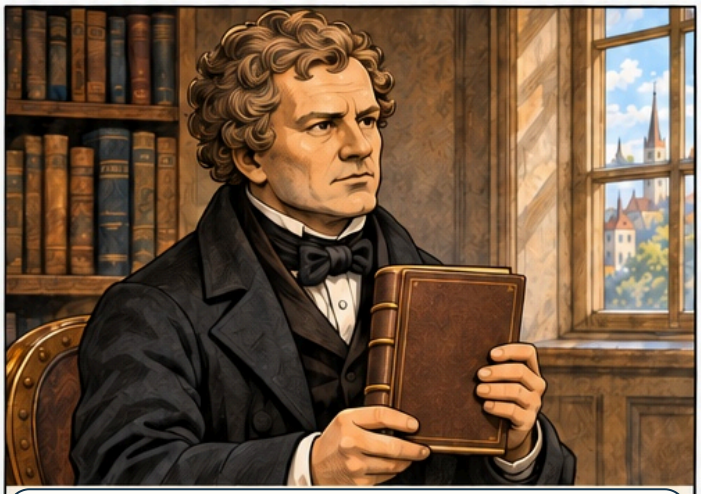


回路と単位も記録します。



暗唱より、理解が役立つのです。

# 1827年の本



1827年、オームは電流回路を数学で扱う著作を出版します。



本は彼の研究を詳しく展開しました。



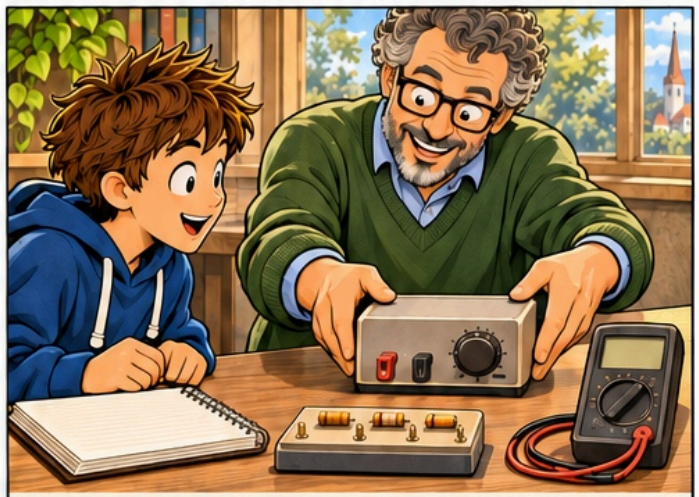
科学は、ほかの人も調べられる関係を示します。



オームの名前は、抵抗の単位にもなります。



少年は小さな抵抗器を違う目で見つめます。



今度は自分が、考えと観察をつなぐ番です。

# クラブの実験



二人は、とても単純な直流回路を選びます。



低電圧の電源で、適切な抵抗器に電流を流します。



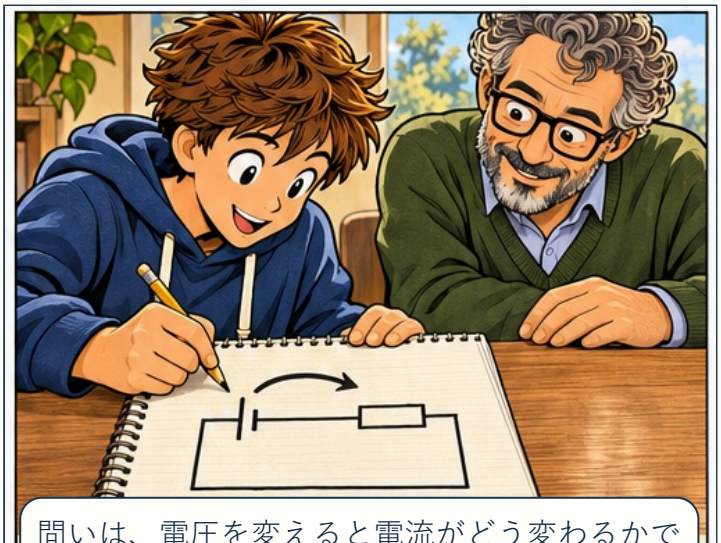
教材には電流制限があります。



商用電源につながる機器は、開けたり改造したりしません。



指導者は器具、説明書、使用限界を確かめます。



問いは、電圧を変えると電流がどう変わるかです。

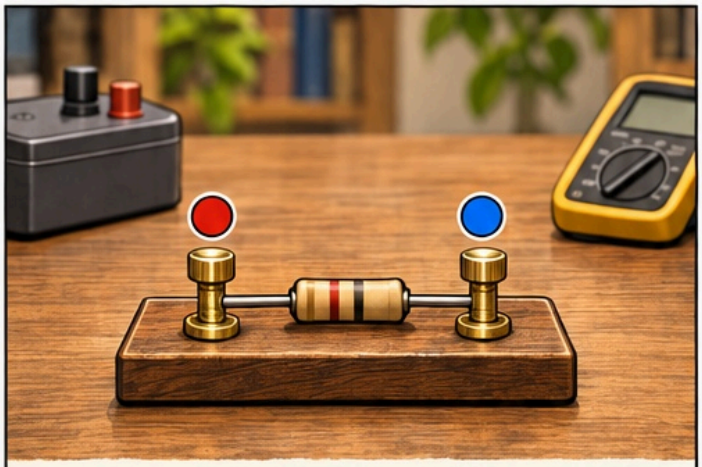
# 二点間の電圧



電圧は、回路の二点の間で定義します。



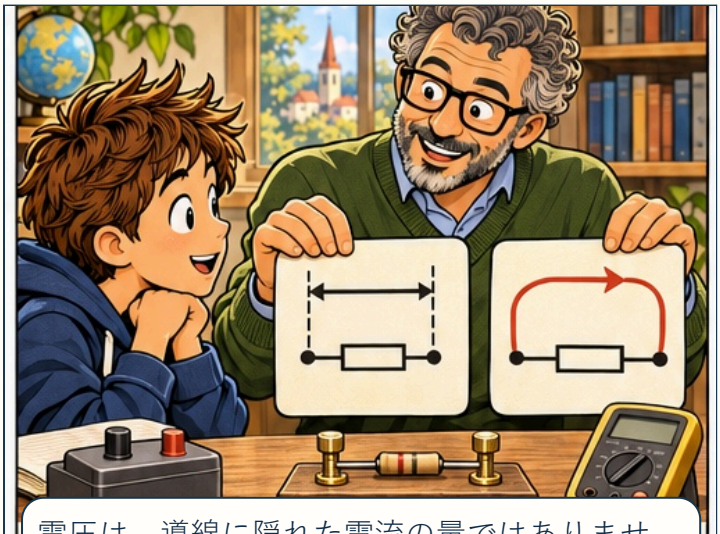
記号はU、単位はボルト、単位記号はVとします。



どの二点の間かを示す必要があります。



ここでは抵抗器の両端に注目します。



電圧は、導線に隠れた電流の量ではありません。



少年は二つの点を描きます。

# 輪の中の電流



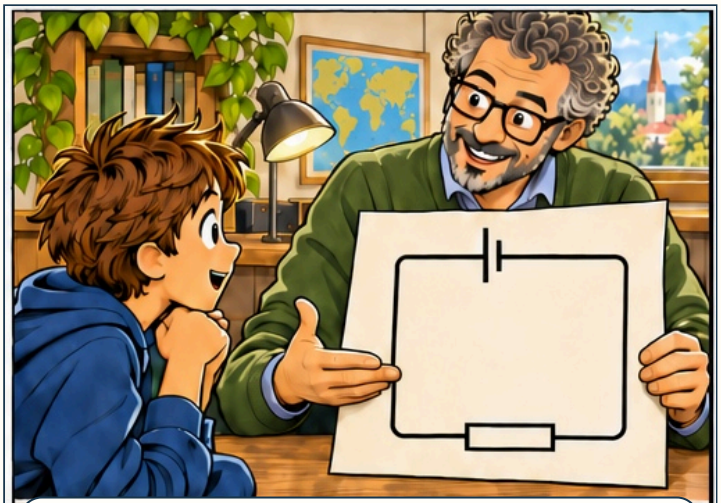
電流の記号はI、単位はアンペア、単位記号はAです。



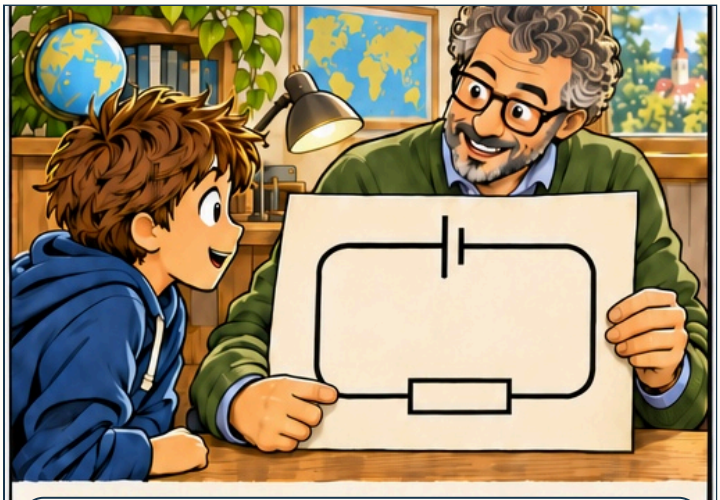
ここで持続する電流には、閉じた導電性の輪が必要です。



輪が開いていれば、抵抗器に電流は流れません。



この単純な回路では、各部を流れる電流は同じです。



電源の外では、慣用的な電流方向はプラスからマイナスです。

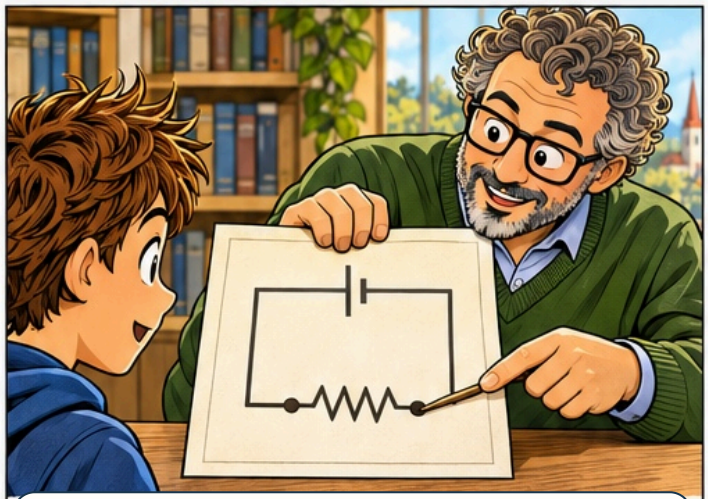


少年はまだ接続せず、図で道筋を追います。

# 抵抗の役割



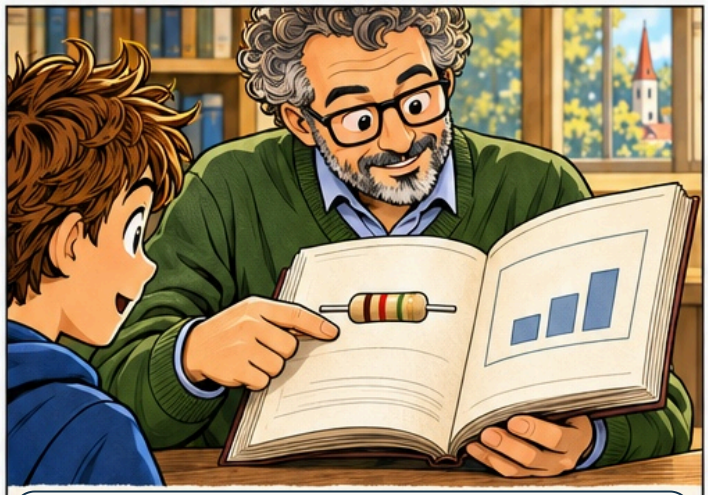
抵抗の記号はR、単位はオーム、単位記号はΩです。



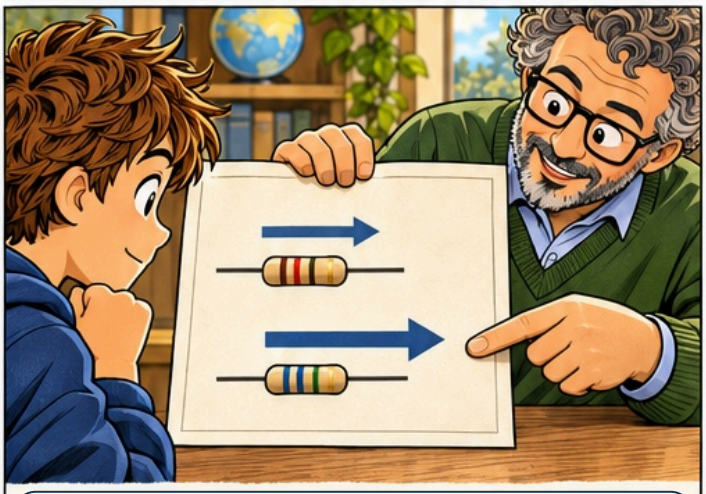
ここでは部品の両端電圧と、流れる電流を結びます。



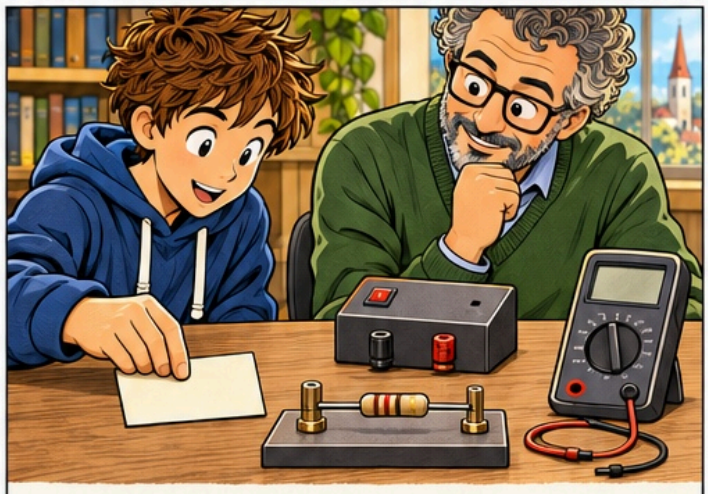
実験にはオームの法則に従う抵抗器を選びます。



その温度は十分安定していなければなりません。



同じ電圧なら、抵抗が大きいほど電流は小さくなります。

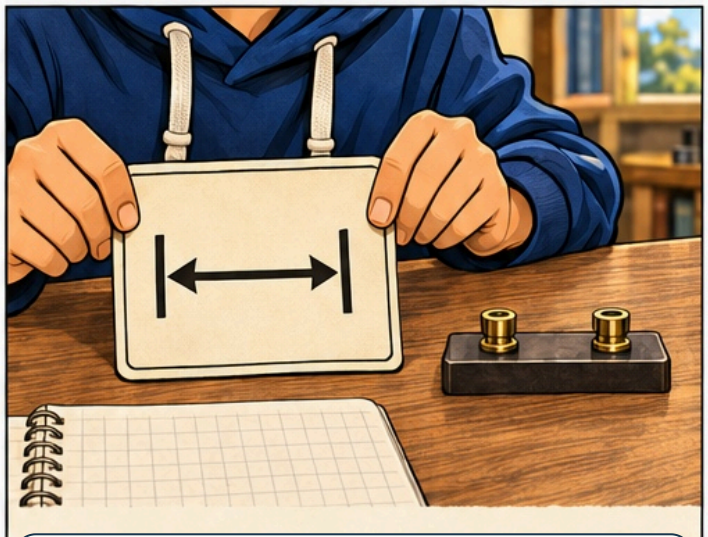


この予測は、これから確かめます。

# 三つの量と三つの単位



ノートはU、I、Rを区別します。



電圧Uはボルト V で表します。



電流Iはアンペア A で表します。



抵抗Rはオーム Ω で表します。



量の記号と単位記号には、別々の役割があります。



結果の数字には、必ず単位を添えます。

# つなぐ前に準備



準備中、電源は切り離したままです。



100 Ω、定格電力1 Wの抵抗器を選びます。



実演は直流1.5〜4.5 Vの範囲で行います。



指導者は、すべての部品が実験に適するか確認します。



リード線は無傷で、接続はその場しのぎにしません。



少年は使う前に回路図を描きます。

# 単独の抵抗器を測る



実験前にテスターで抵抗を確認します。



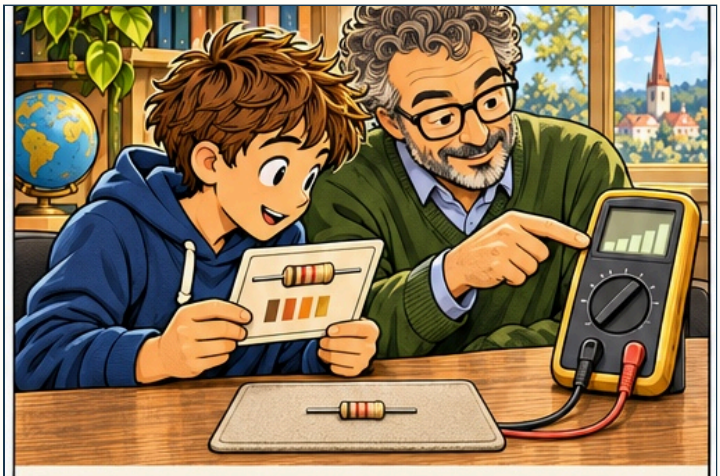
部品は回路から外し、すべての電源を切り離します。



説明書に従い、抵抗測定モードにします。



100 Ωに近い値なら、選んだ部品を確認できます。



実際の値と公称値の違いは、許容差で説明できます。

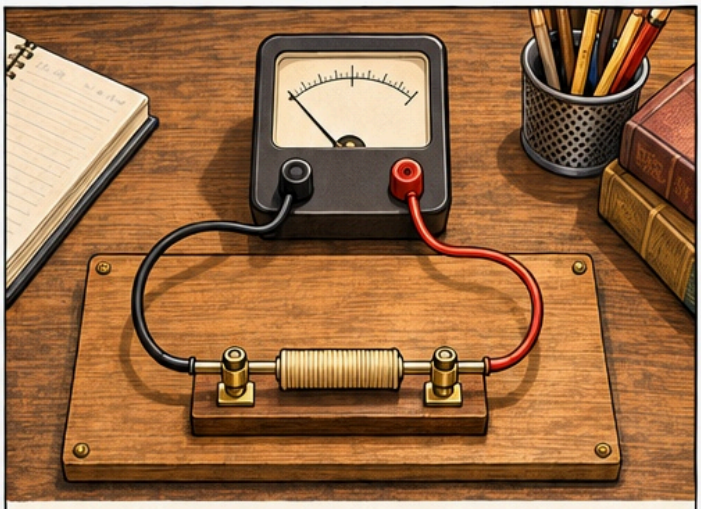


読み値を記録してから、測定棒を外します。

# 電圧は並列に測る



電圧計は抵抗器の両端につなぎます。



抵抗器に対する並列の枝になります。



リード線を置くときは、電源を切り離します。



指導者は端子、直流電圧モード、測定範囲を確認します。



それから給電して、電圧を読みます。



値を記録したら、電源を切り離します。

# 電流は直列に測る



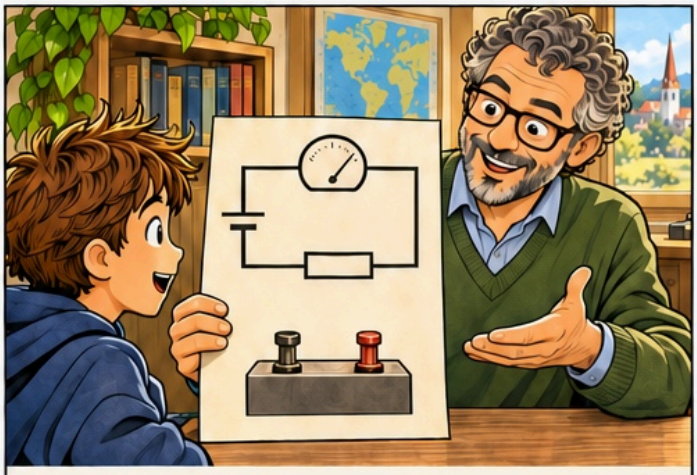
Iを測るには、別の接続が必要です。



電源を切り離し、指導者が回路を開いて電流計を直列に入れます。



電流端子、ヒューズ、直流モード、測定範囲を確認します。



電流計を電源の両端に直接つないではいけません。



接続を確かめてから給電し、電流を読みます。

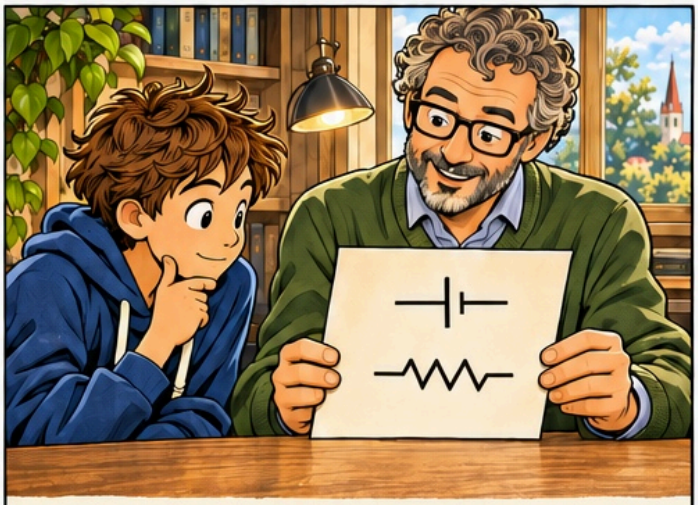


変更前に切り離し、その後リード線を電圧測定用に戻します。

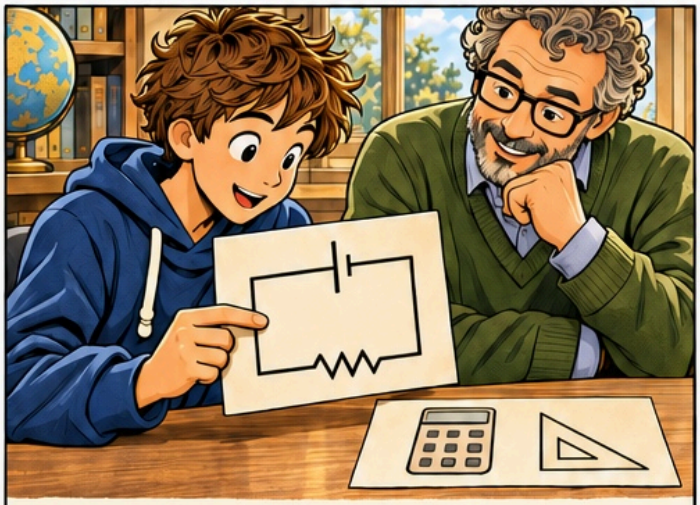
# 最初の比較点



予定した中で最も低い電圧から始めます。



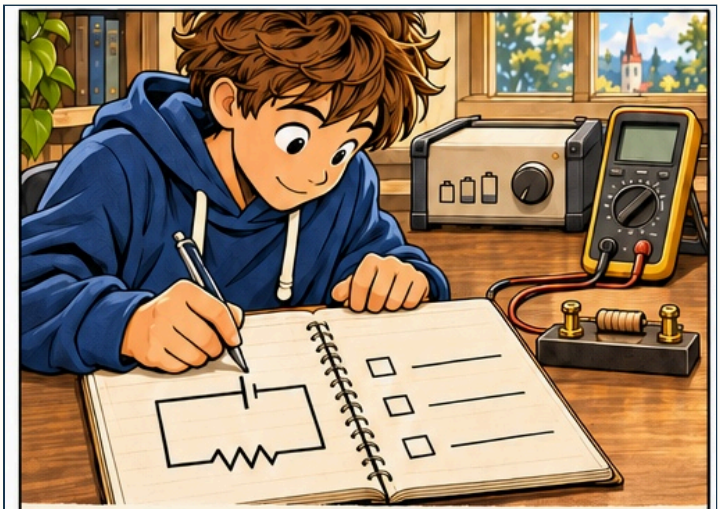
理想的な例は1.5 Vと100 Ωです。



予想電流は0.015 A、つまり15 mAです。



実際の測定は、理想値と分けて記録します。



Lucasは接続と単位も書きます。



最初の一行は、出発点にすぎません。

# 電圧が二倍に



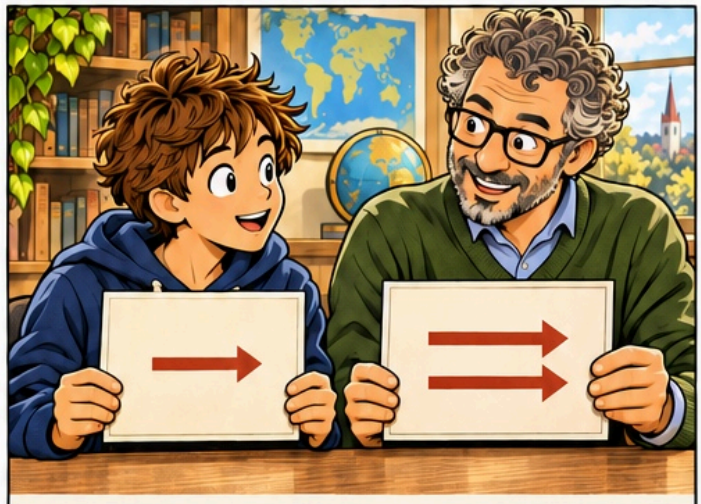
設定を変える前に、電源を切り離します。



同じ抵抗器と同じ測定条件を保ちます。



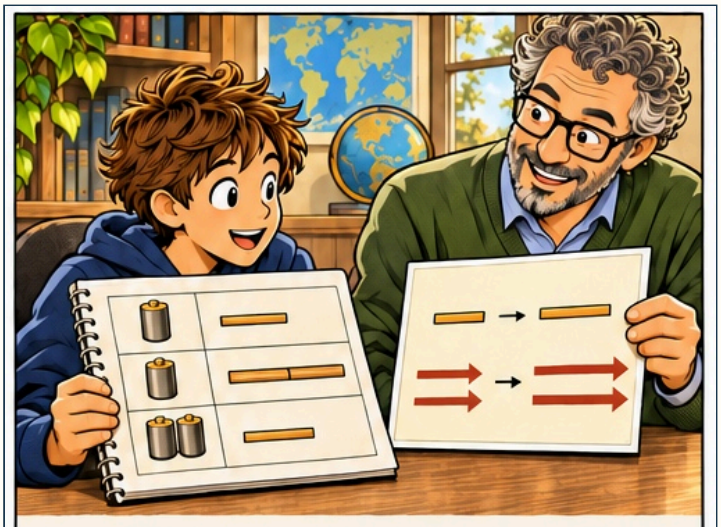
理想例では、電圧が1.5 Vから3 Vになります。



すると電流は15 mAから30 mAになります。



電圧も電流も二倍です。



少年は予測を新しい観察と比べます。

# 三回目の試み



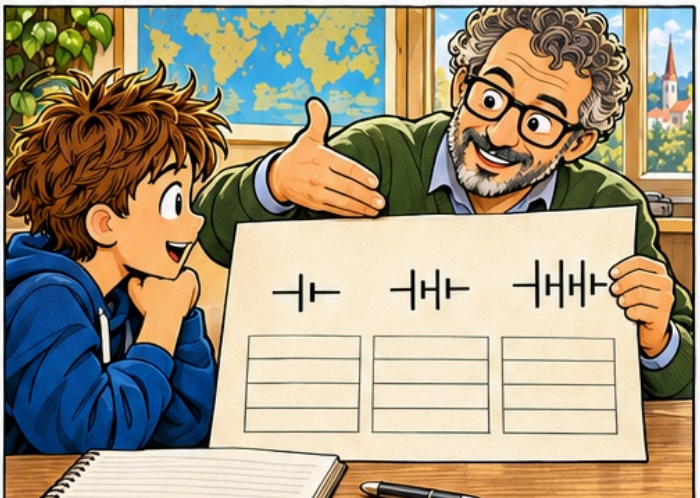
次の試みで、言葉だけでなく傾向を確かめます。



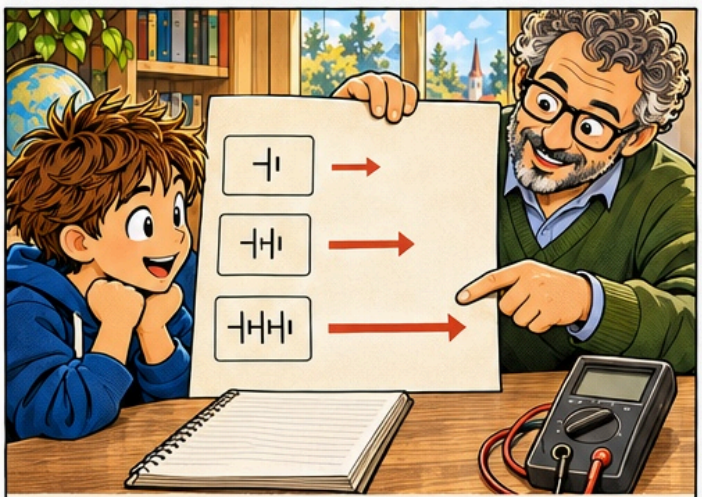
同じ手順で4.5 Vまで進みます。



100 Ωなら、理想モデルは0.045 A、つまり45 mAを予測します。



例には1.5 V、3 V、4.5 Vがそろいました。



対応する電流は15、30、45 mAです。

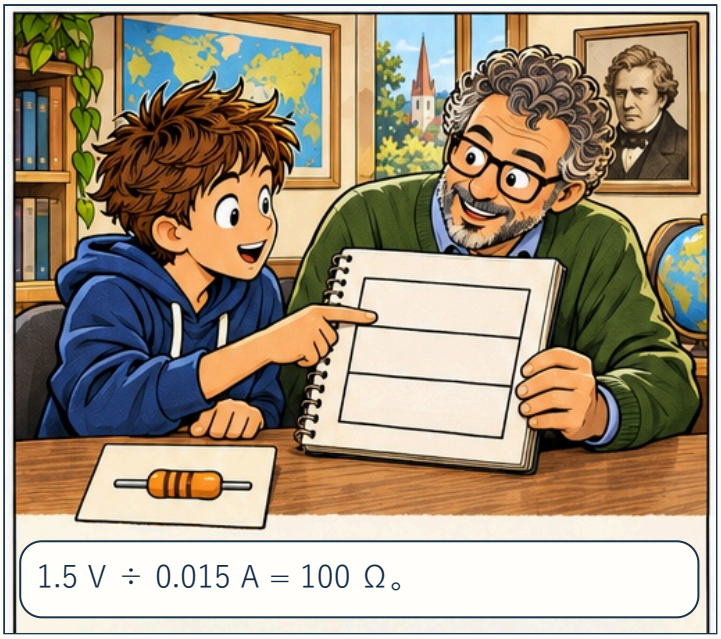


読み取り後、電源を再び切り離します。

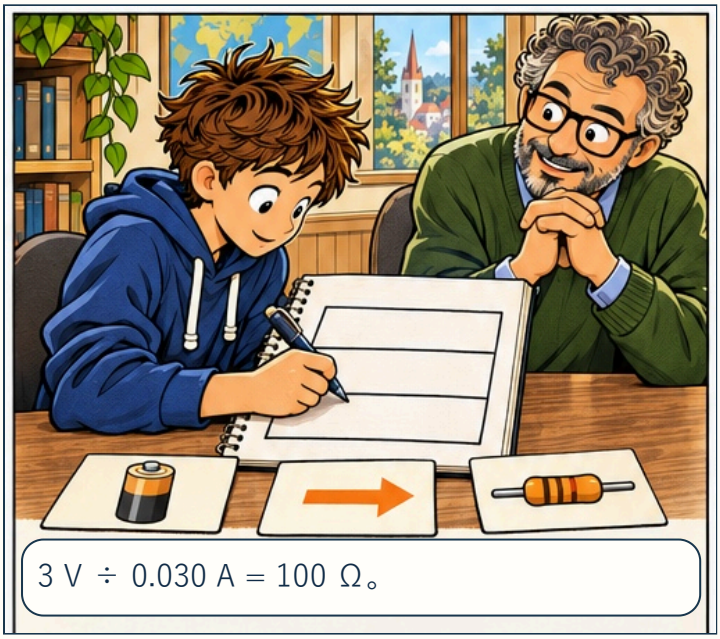
# 変わらないもの



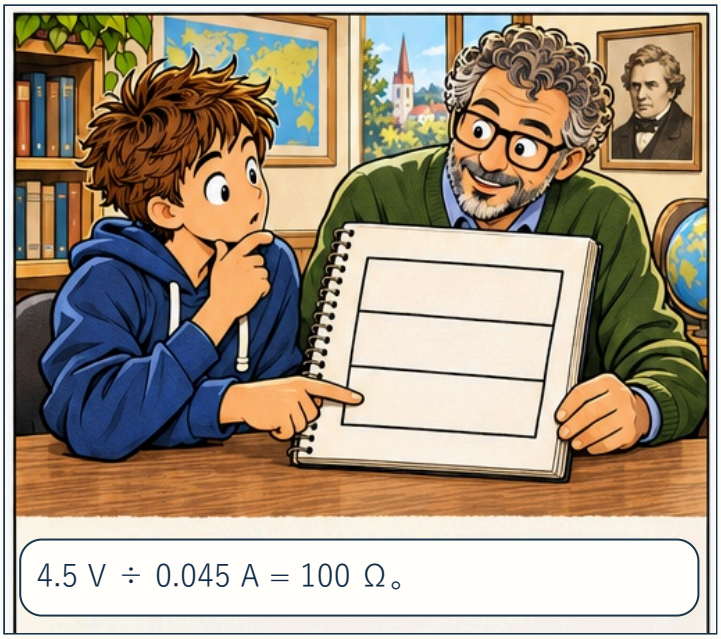
少年は各電圧を、アンペアで表した電流で割ります。



1.5 V ÷ 0.015 A = 100 Ω。



3 V ÷ 0.030 A = 100 Ω。



4.5 V ÷ 0.045 A = 100 Ω。



理想例では、U/Iの比が一定です。



この定数が抵抗Rです。

# 関係が形になる



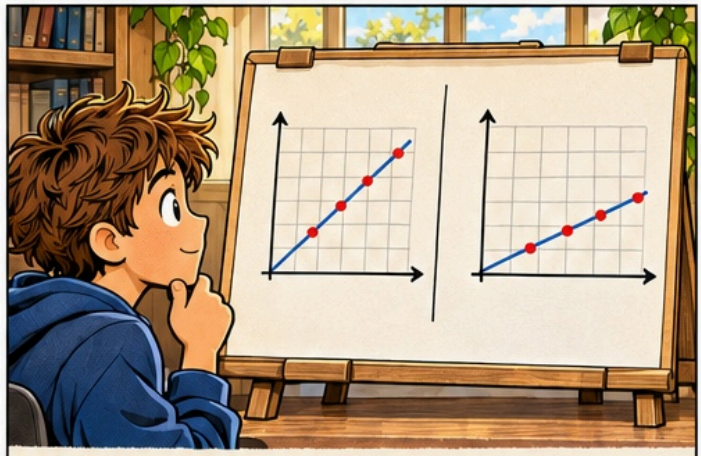
グラフを描くと比例関係が見えます。



理想的な抵抗器の点は、原点を通る直線上に並びます。



横軸がU、縦軸がIなら、傾きは1/Rです。



軸を入れ替えると、傾きの意味も変わります。



実測値は直線から少しずれることがあります。



図は数字を助けますが、実験条件の代わりにはなりません。

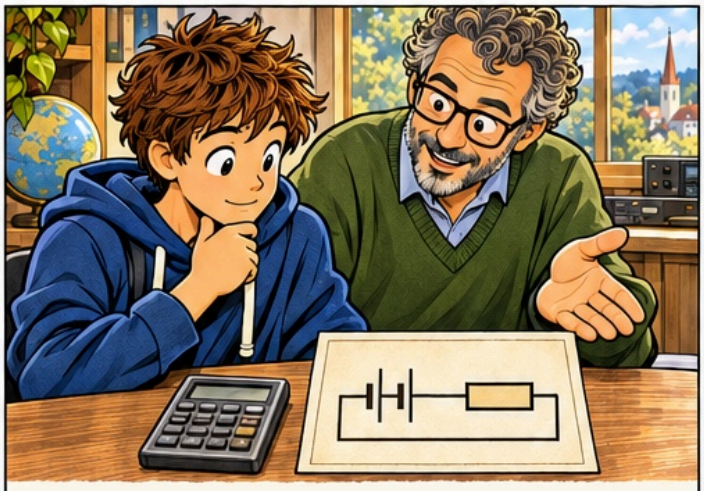
# U = R × I



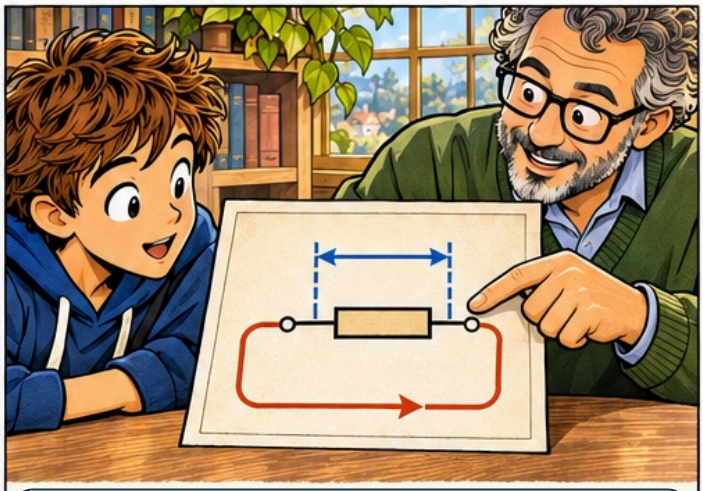
関係はU = R × Iと書けます。



オームの法則に従う抵抗器の電圧は、RとIの積です。



R = 100 Ω、I = 0.030 Aなら、U = 3 Vです。



量はすべて同じ部品に対応しなければなりません。



この計算では、電流をアンペアで表します。



少年は式が何を結ぶか理解しました。

# 電流を求める



UとRが分かれば、Iを予測できます。



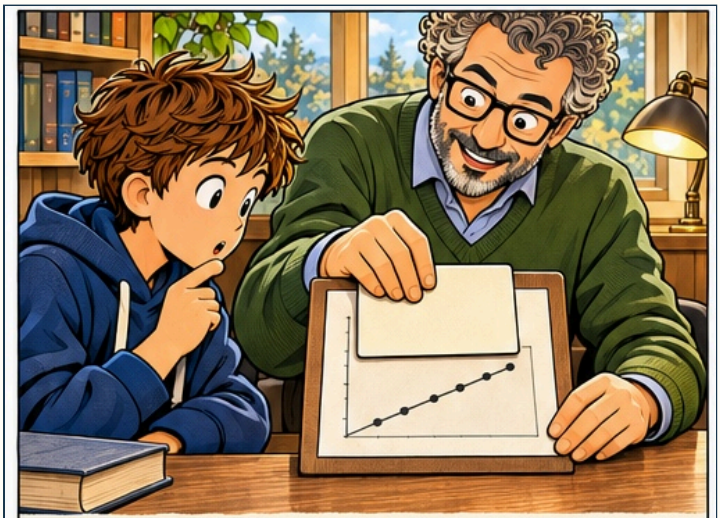
式をI = U/Rに変形します。



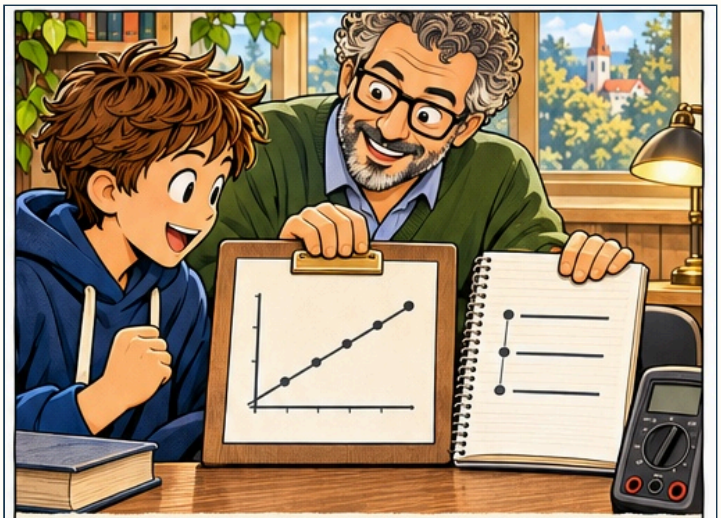
3 Vと100 Ωなら、3 ÷ 100 = 0.030 Aです。



これは30 mAに当たります。



測定を見る前に、予測を伝えます。



計算が実験への問いになります。

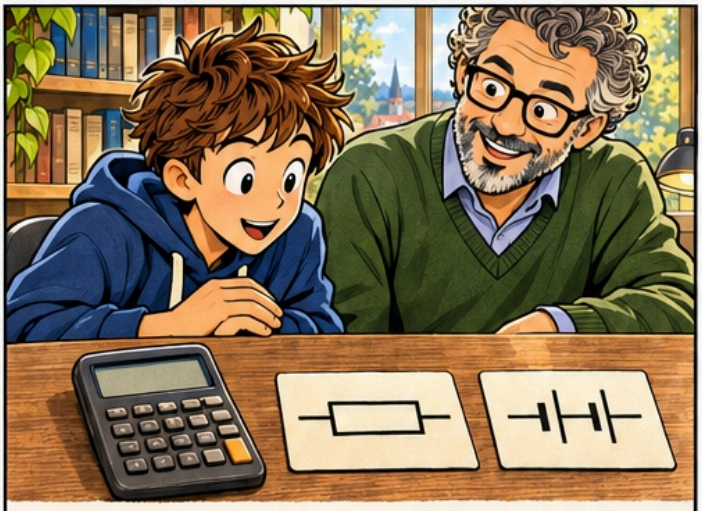
# 抵抗を求める



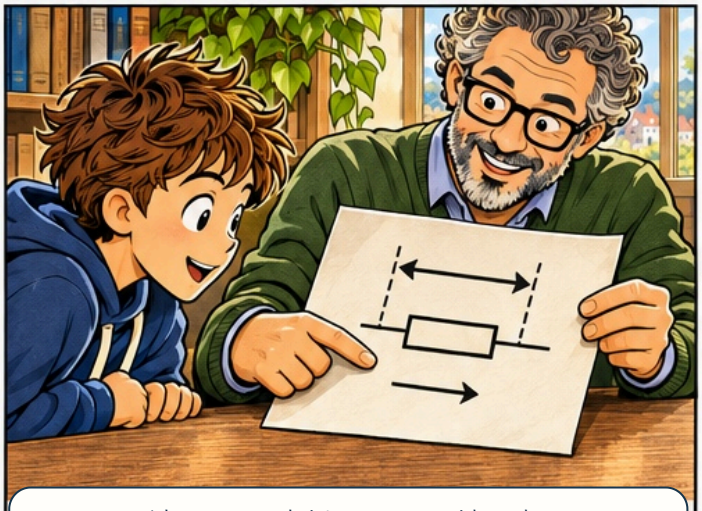
別の問いは、UとIから始まります。



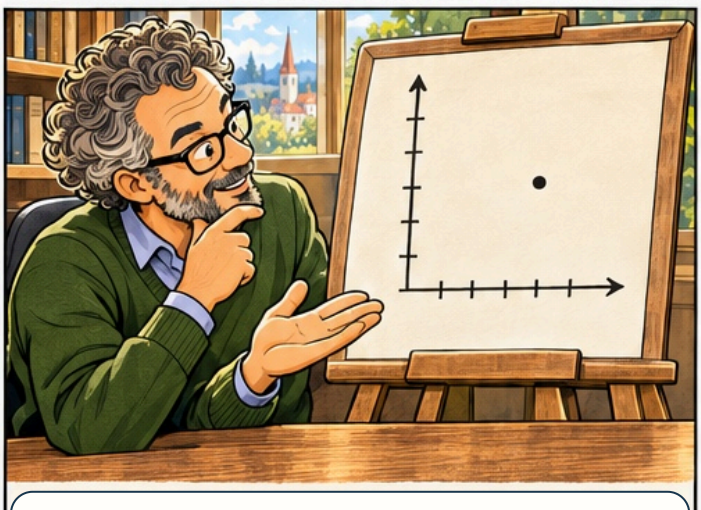
式はR = U/Iになります。



例えば3 Vと0.015 Aなら、200 Ωです。



電圧と電流は、同時刻の同じ二端子部品についての量です。



一つの比だけでは、オームの法則に従う証明にはなりません。



複数の動作点を調べる必要があります。

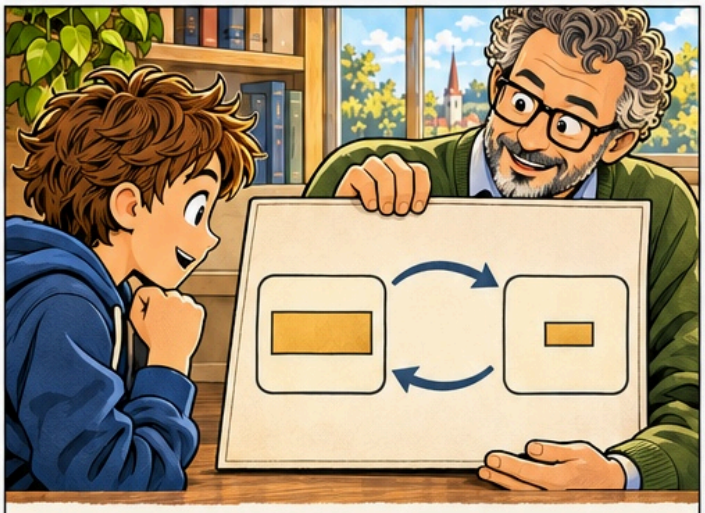
# ミリアンペアに注意



少年は30 mAを写し、計算機の前で迷います。



1ミリアンペアは、1アンペアの千分の一です。



30 mA = 0.030 A、15 mA = 0.015 A。



0.030の代わりに30を入れると、結果が千倍違います。



先に換算し、整合する単位で計算します。



最後に、およその大きさも確認します。

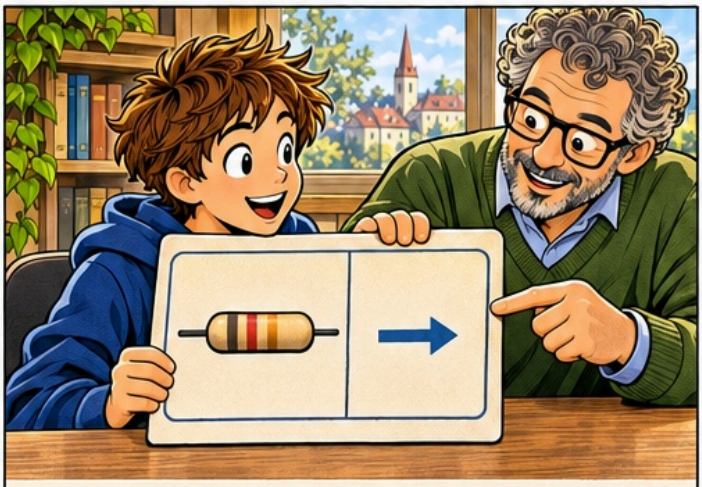
# 取り替える前に予測



同じ電圧で二つの抵抗器を比べます。



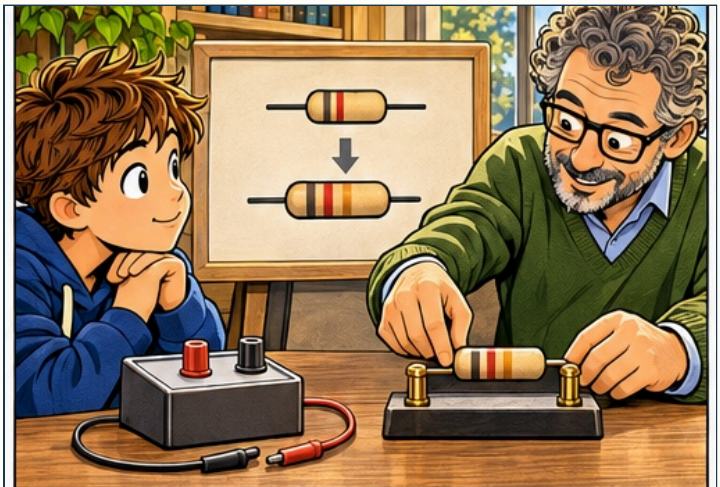
3 V、100 Ωなら、理想電流は30 mAです。



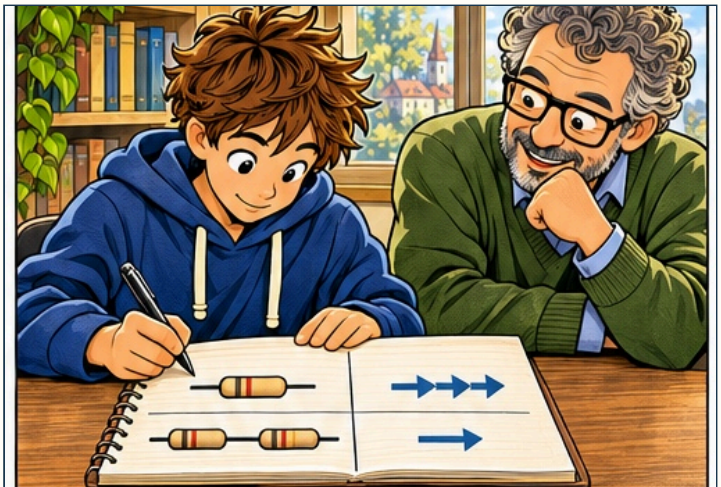
3 V、200 Ωなら、15 mAになります。



U一定でRを二倍にすると、Iは半分です。



部品を替える前に、電源を切り離します。

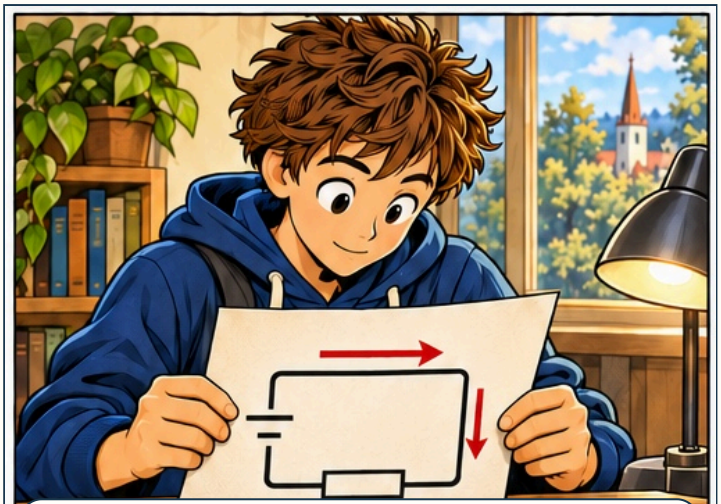


先に予測、次に測定値を記録します。

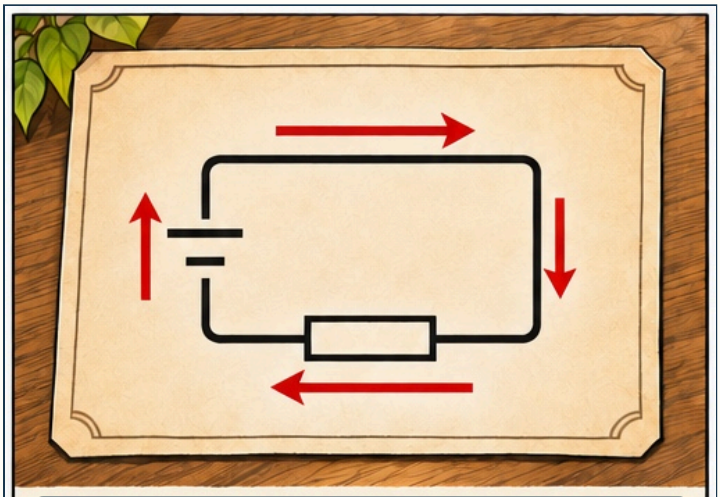
# せき止めでも貯蔵でもない



電流が抵抗器に蓄えられ、後から出るわけではありません。



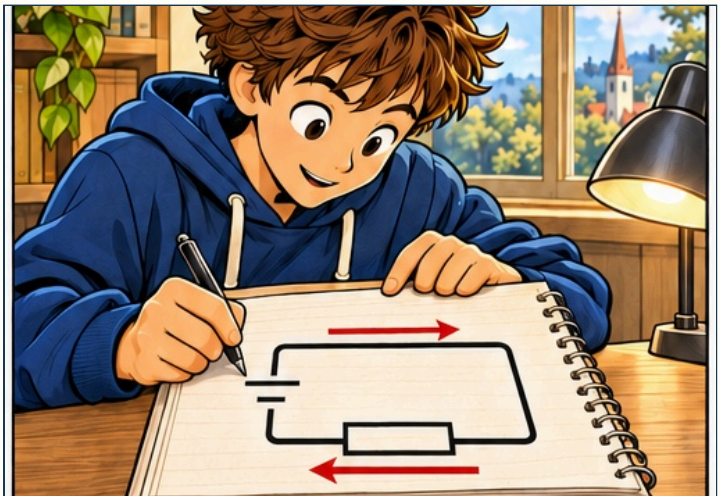
この輪では、抵抗器が電流を少しずつ消費することもありません。



定常状態では、抵抗器の前後の電流は同じです。



変換されるのは電気エネルギーで、主に熱になります。



少年は、部品の後で矢印が細くなる図を直します。



モデルが観察に近づきました。

# 二つの抵抗器を直列に



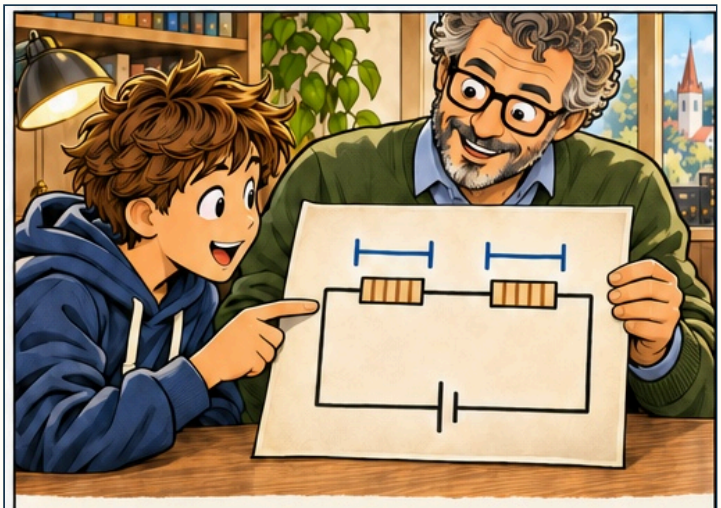
紙の上で、100 Ωを二つ、順につなぎます。



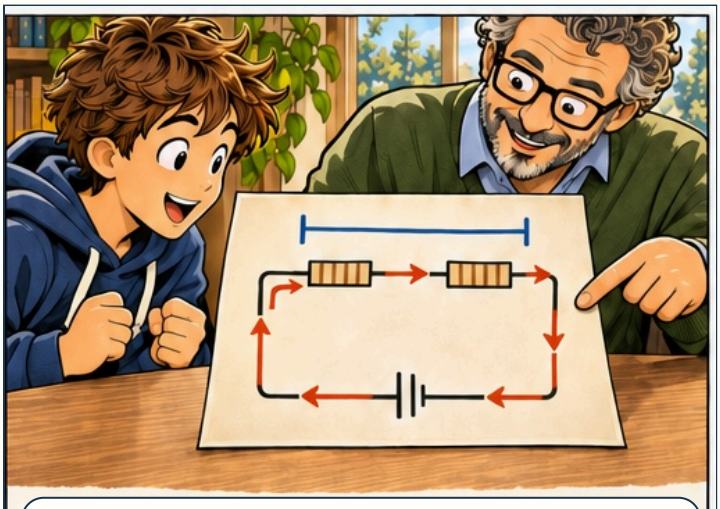
合成抵抗は100 Ω + 100 Ω = 200 Ωです。



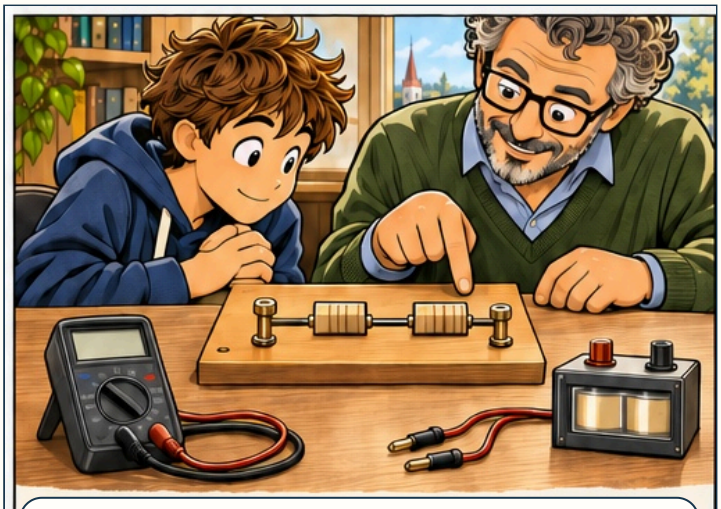
3 Vなら、回路の理想電流は15 mAです。



各抵抗器の両端電圧は1.5 Vになります。

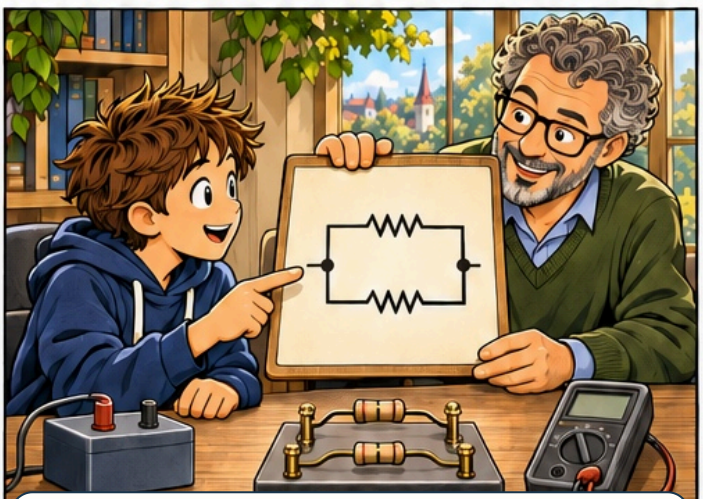


電圧は足し合わされ、両方に同じ電流が流れます。

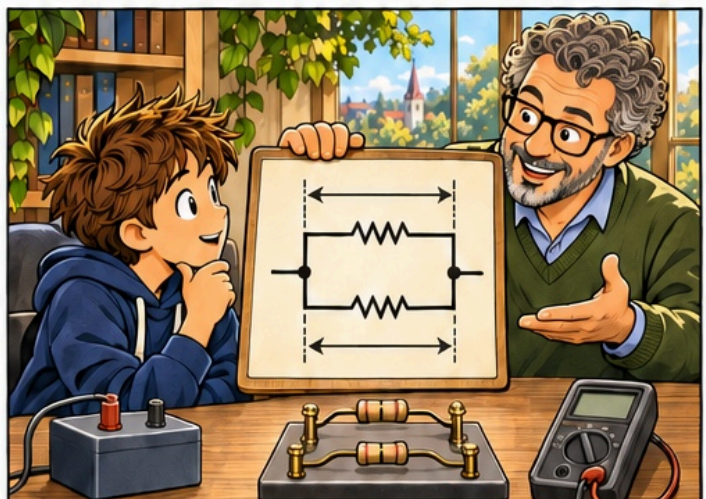


適切な教材で確かめ、接続変更は無給電で行います。

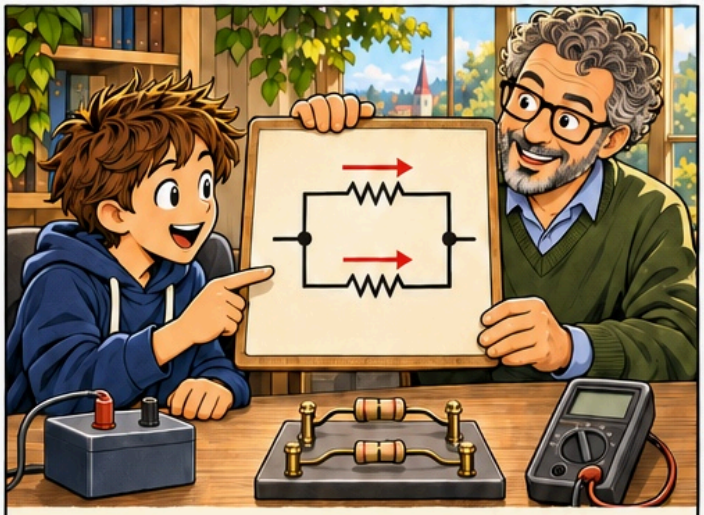
# 二本の並列経路



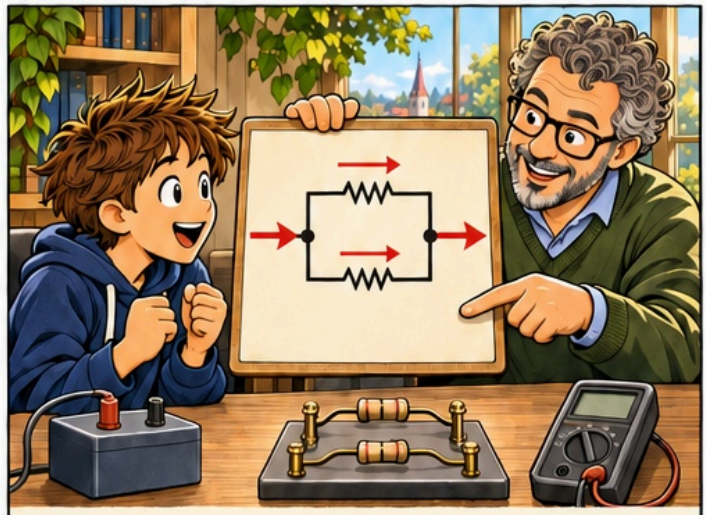
別の図では、100 Ωを二つ、並列の枝に置きます。



各枝には同じ3 Vがかかります。



各抵抗器には、理想的には30 mAが流れます。



全電流は60 mA。枝の電流を足します。

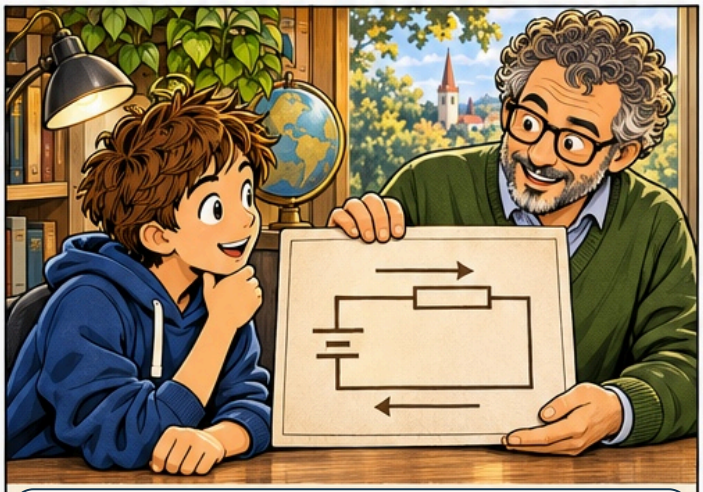


合成抵抗は3 V ÷ 0.060 A = 50 Ωです。



この接続では、抵抗値を単純に足して求めません。

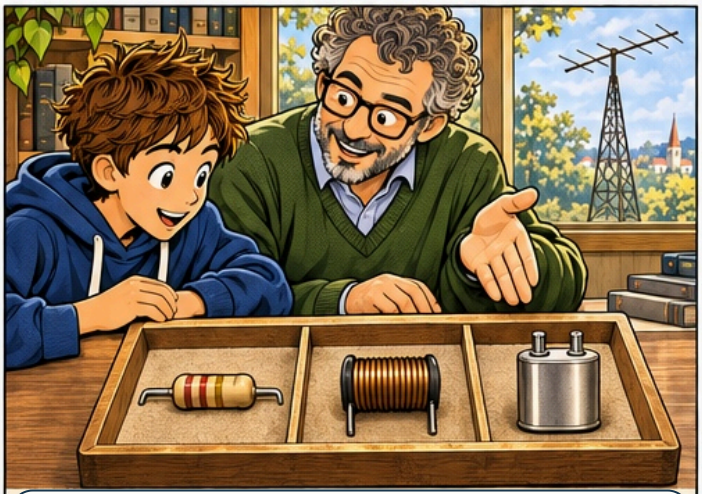
# モデルの適用範囲



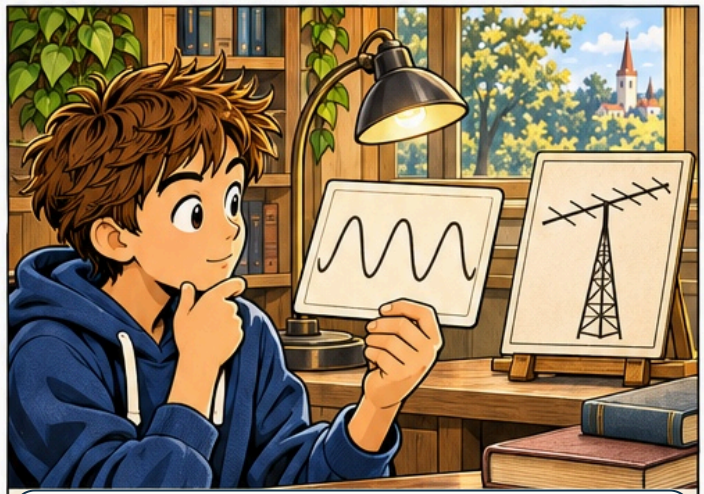
ここでの計算は、直流のオーム抵抗を扱います。



温度や部品の性質も考える必要があります。



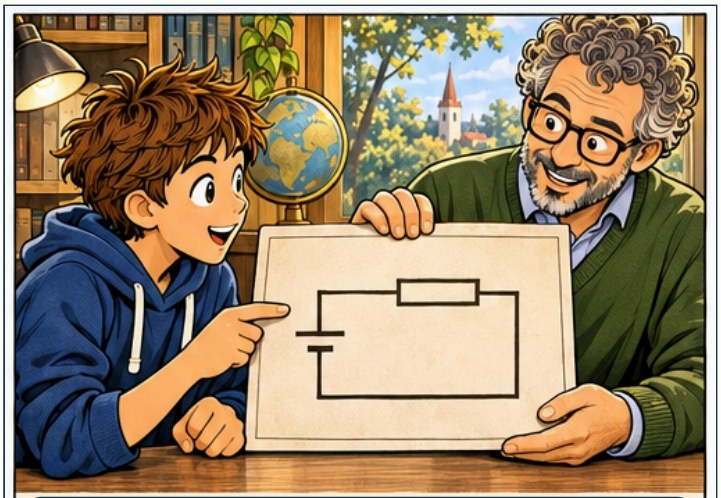
コイル、コンデンサ、アンテナは、この抵抗だけでは表せないことがあります。



高周波では別の作用も加わり、インピーダンスを考えます。




少年は新しい疑問を、次の冒険に取っておきます。



モデルを理解するとは、その限界を知ることでもあります。

# エネルギーにも計算を



実演では消費電力も考えます。



直流ではP = U × I。Pの単位はワットWです。



3 Vと0.030 Aなら、P = 0.090 Wです。



抵抗器では、エネルギーは主に熱へ変わります。



部品の許容電力を守らなければなりません。



小さな回路でも、この確認は必要です。

# 余裕を持って選ぶ



上限の4.5 Vでは、100 Ωの理想電流は45 mAです。



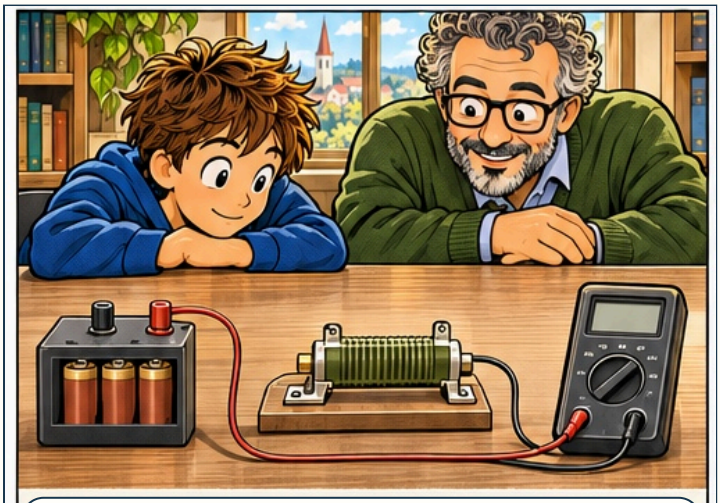
計算電力は4.5 × 0.045 = 0.2025 Wです。



1 Wの抵抗器は、この準備した実験に余裕を与えます。



ただし、メーカーの使用条件にも従います。



通電中の部品に触れて、発熱を確かめることはしません。



Henriは器具の限界を基準に選びます。

# 謎の抵抗器



指導者が、例題カードで最後の謎を出します。



オーム抵抗の両端は3 V、電流は0.020 Aです。



少年はR = 3 ÷ 0.020 = 150 Ω と計算します。



続いてP = 3 × 0.020 = 0.060 Wを確認します。



期待された答えを当てるのでなく、一歩ずつ説明します。



謎解きが、方法を示す実演になります。

# 測定値が少し違うとき



実測値は、理想値から少しずれることがあります。



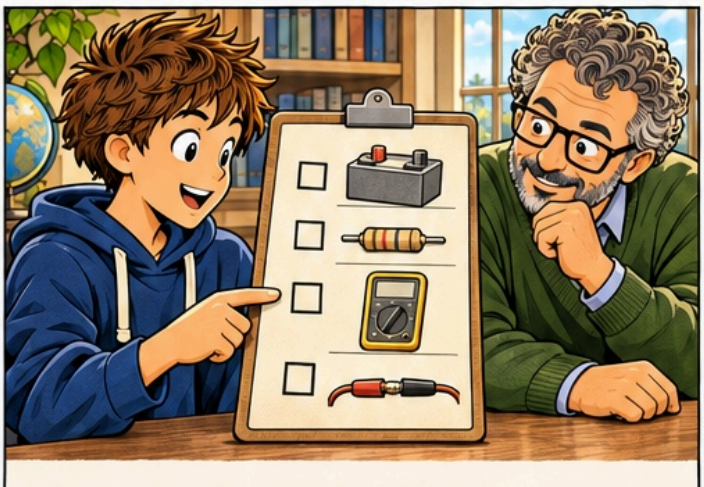
抵抗器には許容差があり、電源には実際の出力電圧があります。



測定器にも限界があり、回路に影響する場合があります。



接触不良も観察を変えることがあります。



法則が間違いと決める前に、条件を比べます。



少年は読み値を作り替えず、説明できる差を記録します。

# 学びになる間違い



下書きに、千倍も大きい電流を見つけます。



電源を変えて、その値を出そうとはしません。



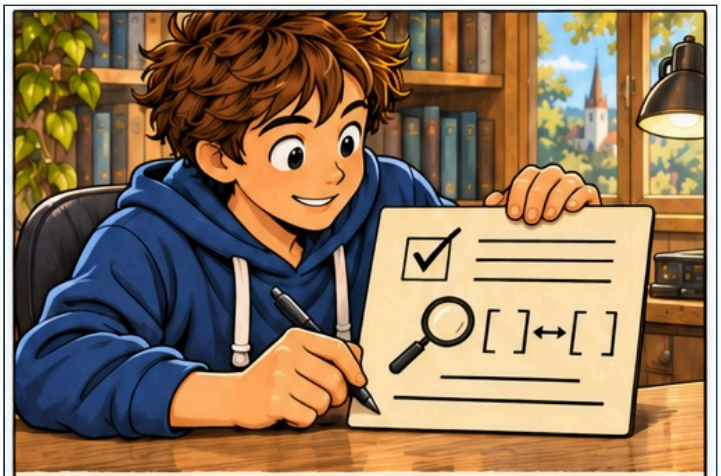
単位を見直し、ミリアンペアをアンペアとしていたと気づきます。



確認中も、回路は電源から切り離しておきます。



換算すると、妥当な大きさに戻ります。

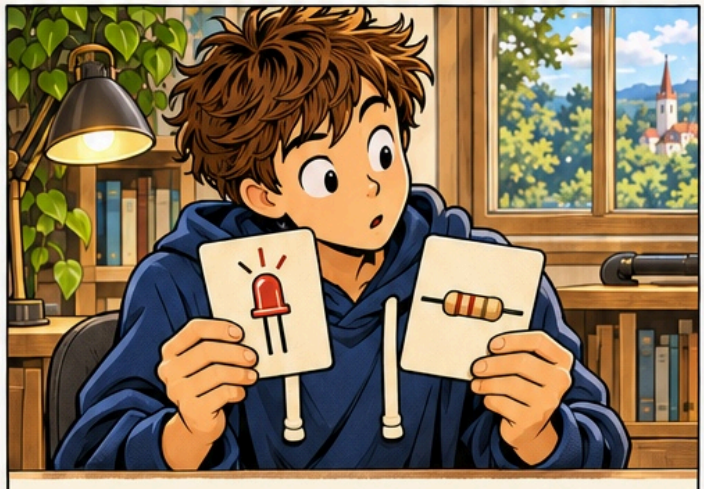


見つけた間違いが、次からの目印になります。

# ダイオードの別の問い



隣の箱に、発光ダイオードがあります。



一定抵抗の抵抗器として扱えるでしょうか。



指導者は、電圧と電流の関係が非線形だと説明します。



R一定の単純なU = R × Iは、すべてのダイオードを表しません。



調べるには適した回路が必要なので、箱に残します。




法則の理解は、無批判な当てはめも防ぎます。

# 温度が影響することも



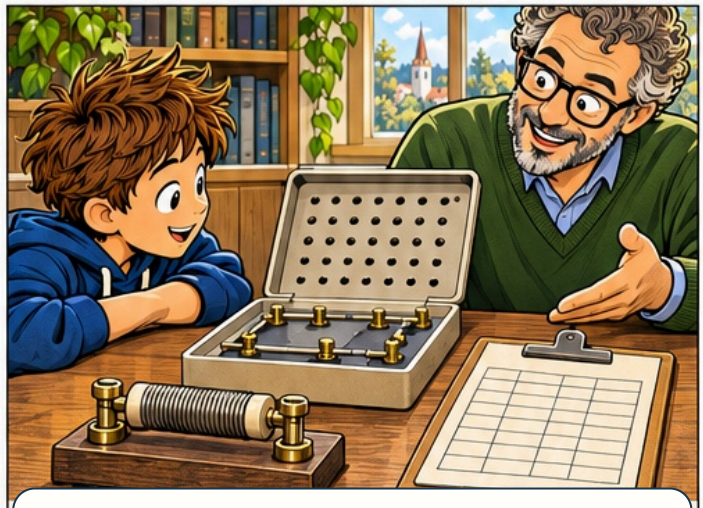
白熱電球のフィラメントも、別の振る舞いの例です。



温度が変わると、抵抗も変わります。



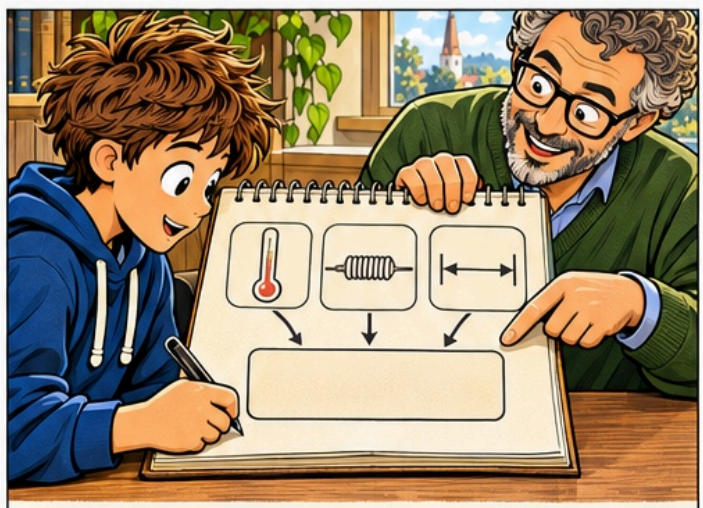
ある瞬間の値は、普遍的な定数にはなりません。



二人の抵抗器も、通常の使用条件を守る必要があります。



証明のために加熱実験をすることはありません。



少年は式の横に、成立条件を書き添えます。

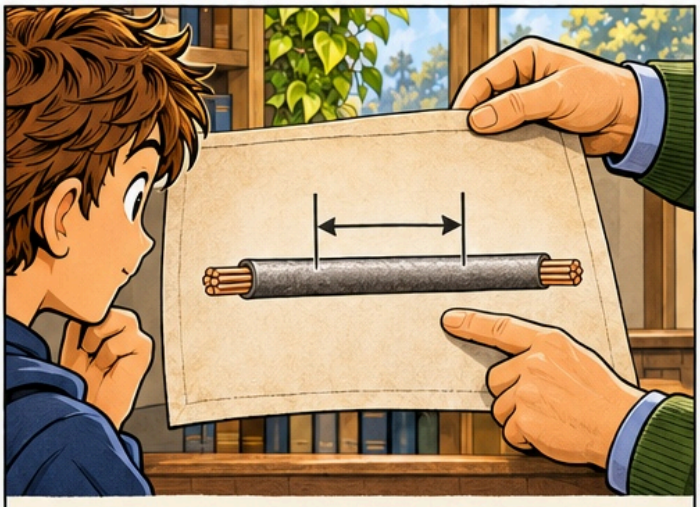
# 無線局の配線まで



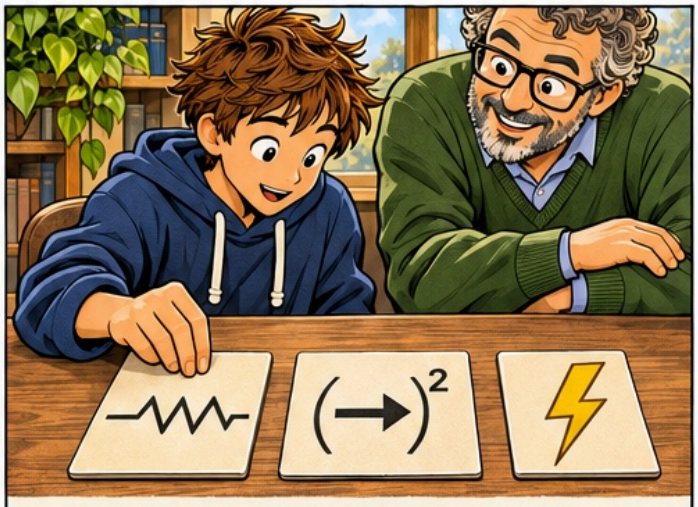
少年は今度、回路の導線を見ます。



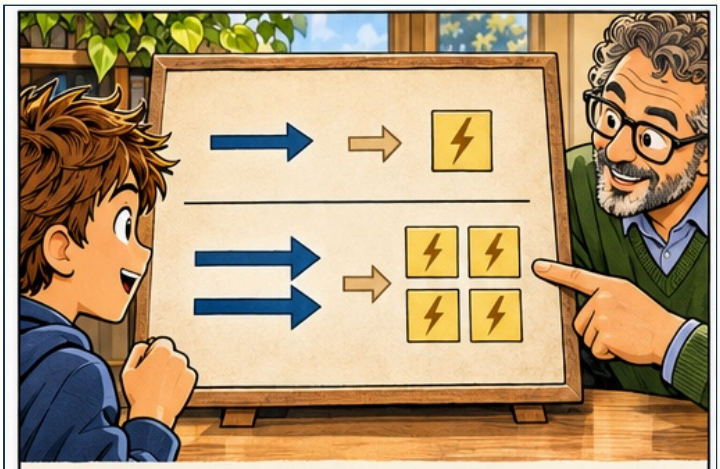
実際の導体にも抵抗があります。



電流が流れると、そこに電圧降下が生じます。



抵抗での消費電力は$P = R \times I^2$とも書けます。



R一定なら、Iを二倍にすると電力は四倍です。



無線局をいじらず、適切なケーブルと接続の大切さを理解します。

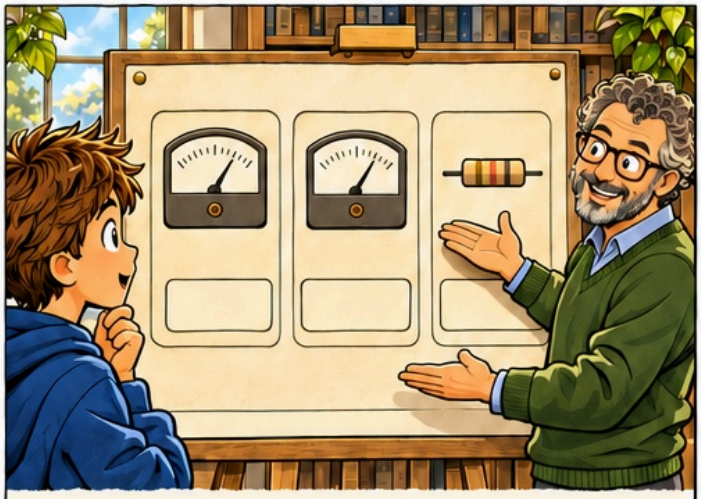
# 実演を準備する



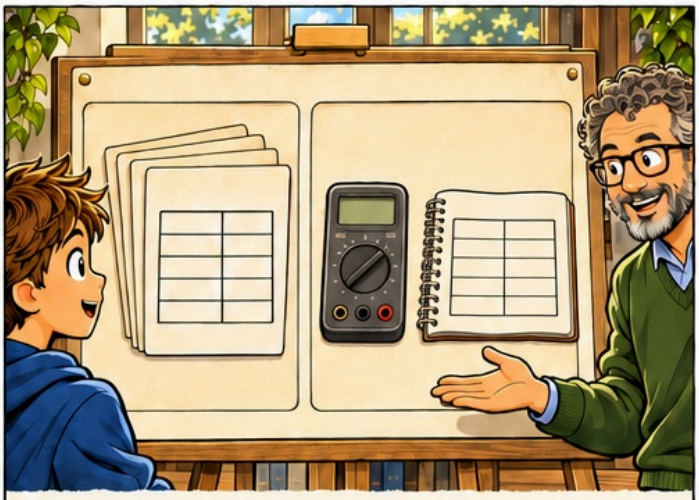
来訪者向けの活動が近づきます。



少年は基本を説明するため、一つの回路を選びます。



U、I、Rを、それぞれの単位と紹介します。



理想例と測定値の場所は分けます。



接続の注意とモデルの限界も見えるようにします。



オームの探究のように、問いから語り始めます。

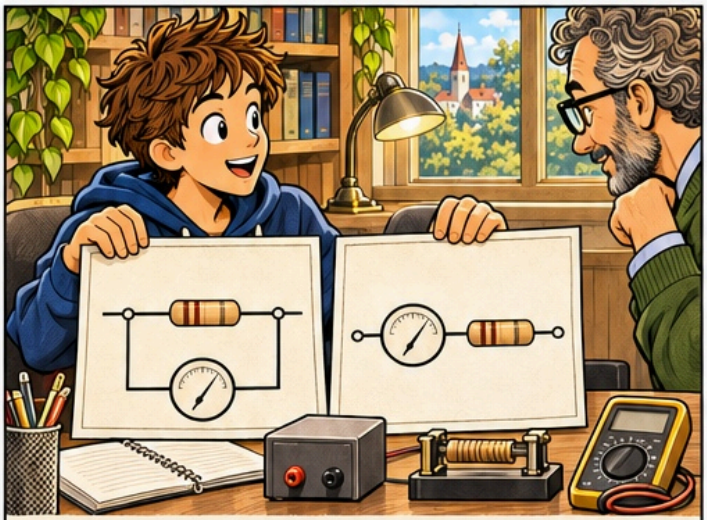
# 二人で見直す



Henriは、好奇心のある来訪者役です。



Lucasは、電圧を二点間で測る理由を説明します。



電圧計と電流計の接続を区別します。



接続変更は必ず電源を切り離してから、と伝えます。



抵抗値と許容電力を選んだ理由も説明します。



難しい質問が、説明を明確にする機会になります。

# 予測し、測り、理解する



練習は、準備した限界内の実験で締めくくります。



少年は電圧と抵抗から電流を予測します。



指導者が回路を確認し、測定を監督します。



少年は単位も含め、予測と観察を比べます。



結果を作らず、小さな差を説明できるようになりました。



実験後は電源を切り離し、器具を片づけます。

# 旅する発見



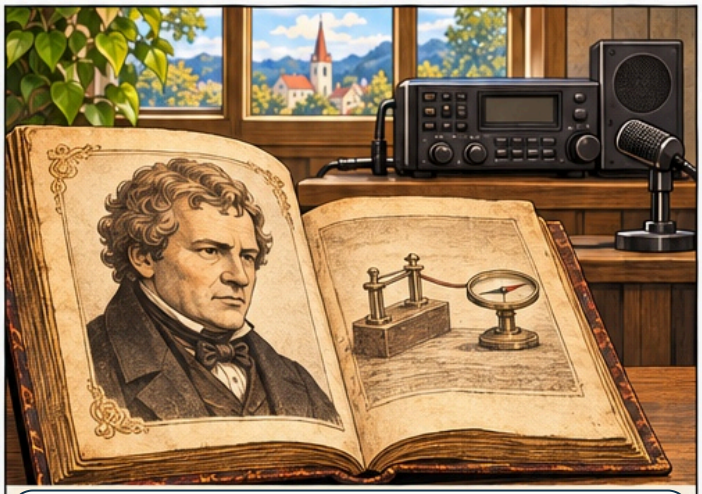
Lucasは再び、ゲオルク・ジーモン・オームのページを開きます。



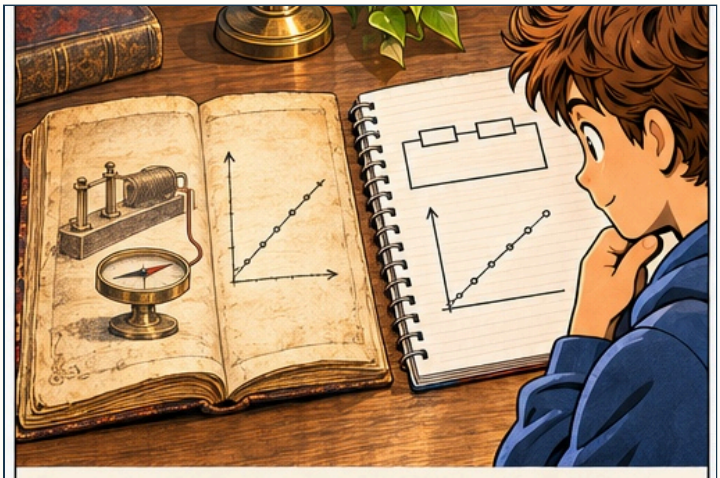
古い仕事場からクラブまで、器具は変わりました。



でも、根気強い観察は身近に感じられます。



オームが無線局を作ったわけではなくても、その仕事は理解を助けます。



現代のノートが、想像した科学者のノートに応えます。



問い続ければ、一つの考えは長く旅をします。

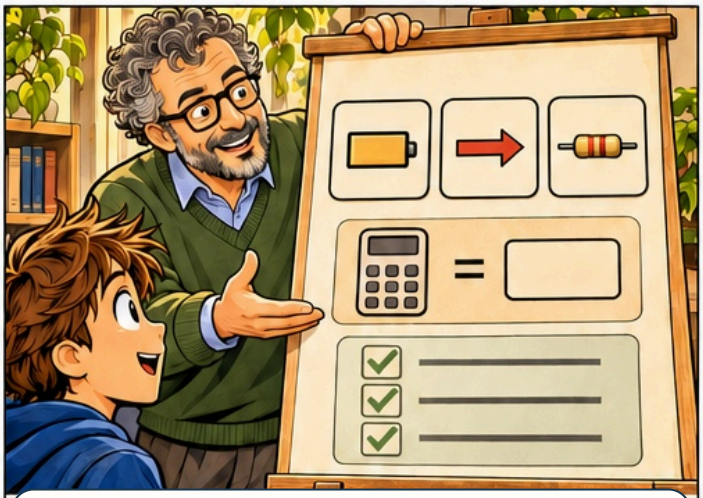
# 式が道具になった



抵抗器は箱に戻ります。もう謎の物ではありません。



U = R × Iは、少年が区別できる量を結びます。



換算、予測、測定、モデルの条件確認ができます。



式は方法や器具の限界の代わりにはならないと知りました。



Henriは、共有する準備ができた実演にほほえみます。



クラブでは、新しい問いが次のノートを待っています。