ON4CRD

第07巻

抵抗器



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

法的表示

第07巻 · 抵抗器

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

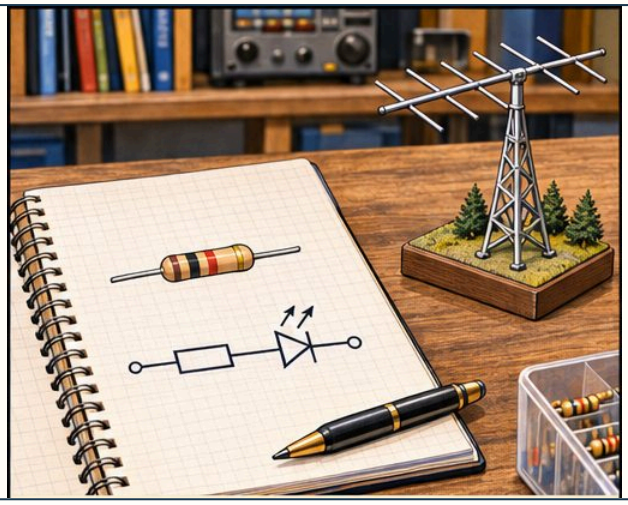
クラブは、有益で検証された情報を公開するよう努めていますが、誤り、脱落、または中断がないことを保証するものではありません。技術情報または規制情報が決定を裏付ける場合は、公式情報源と照合する必要があります。

イラストは人工知能の支援を受けて制作しています。

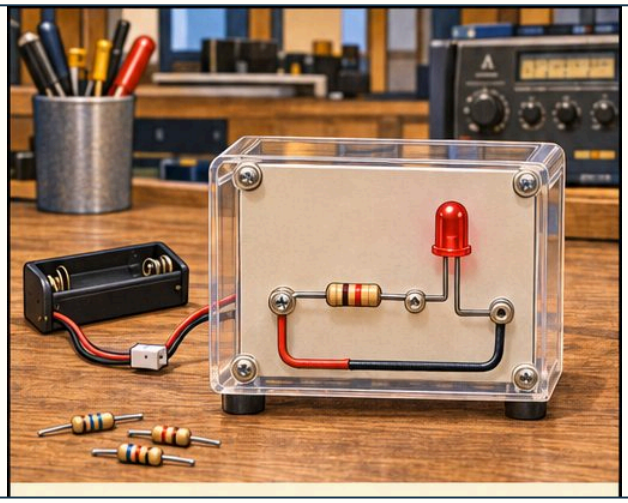
展示の表示灯



LucasはHenriと合流し、クラブの体験展示を準備します。



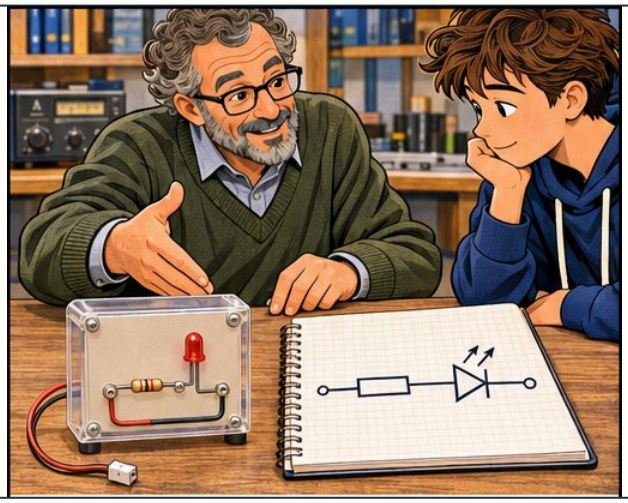
アンテナに続き、ノートにずっと小さな部品が登場します。



小さな実演パネルの表示灯が点かなくなりました。



「LEDを交換する？」とLucasは部品箱を開きます。

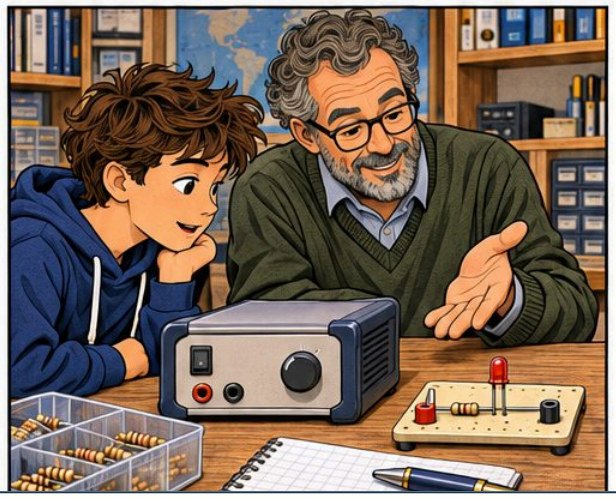


Henriは交換の前に回路を理解しようと言います。

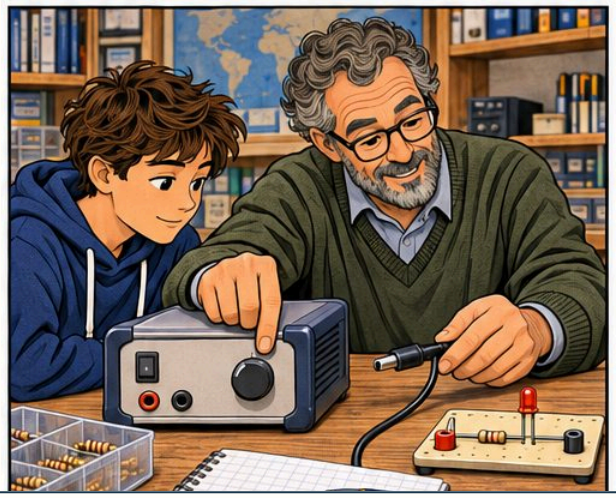


表示灯を確実に動かし、選択の理由を説明するのが二人の課題です。

調べる前に電源を外す



パネルは電流制限付きの5 V学習用電源を使います。



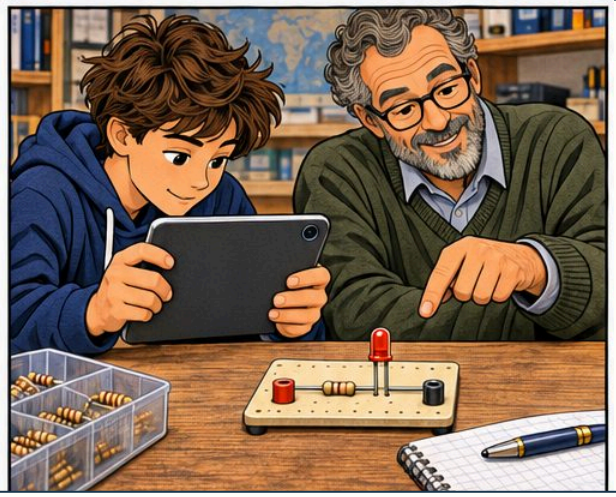
Henriは作業前に電源を切り、接続も外します。



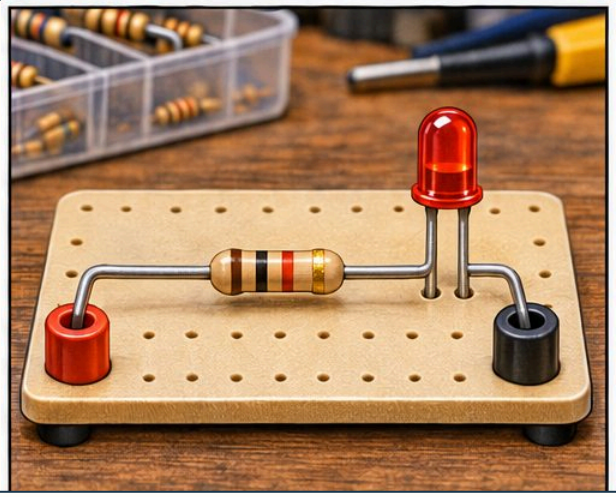
指定の放電時間を待ち、電圧がないことを確認します。



この実習では商用電源につながる機器を開きません。



Lucasは配線を撮影し、パネルの回路図をたどります。



LEDの経路にある小さな抵抗器が気になります。

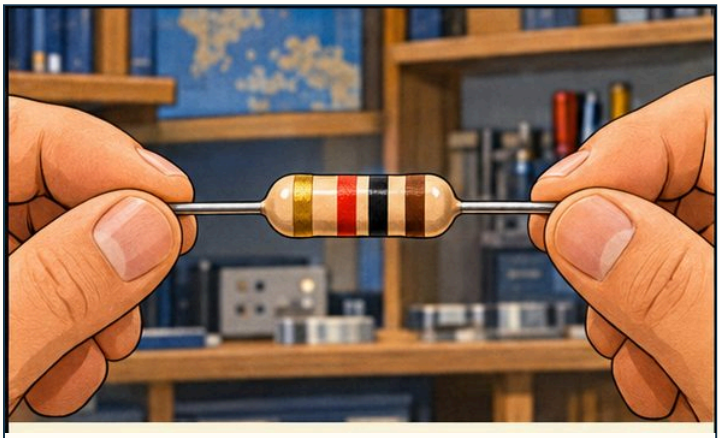
一つの言葉、二つの意味



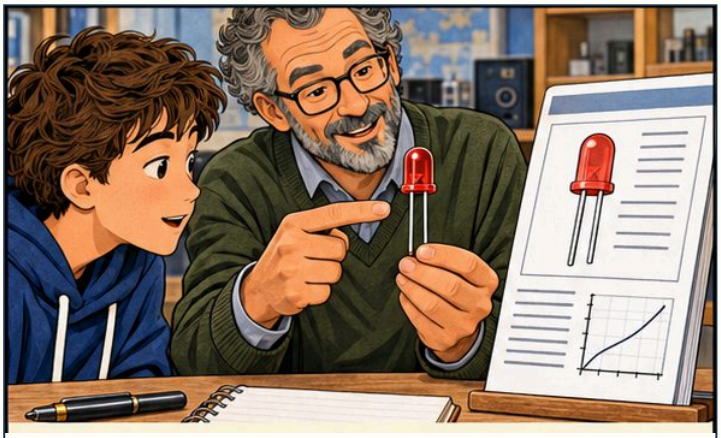
抵抗という言葉は部品と電気量Rの両方を指します。



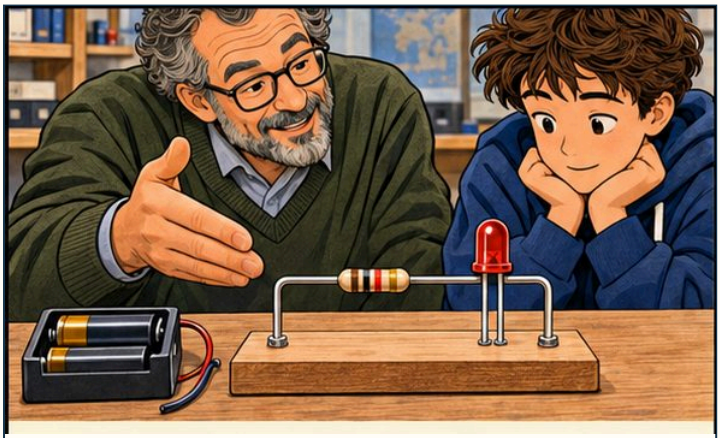
この量の単位はオームで、記号はΩです。



普通の抵抗器には決まった接続方向がありません。



一方、LEDには守るべき極性があります。



直列の抵抗器はLEDに流れる電流を制限する役割を果たします。

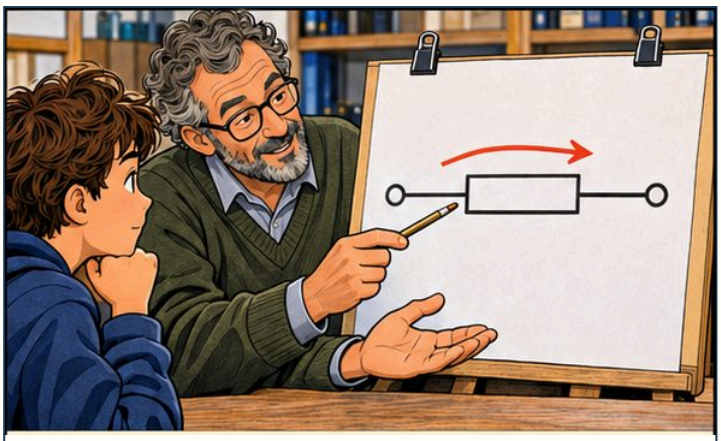


Lucasは故障を探す前に、各部品の役割を分けて考えます。

オームの法則を再確認



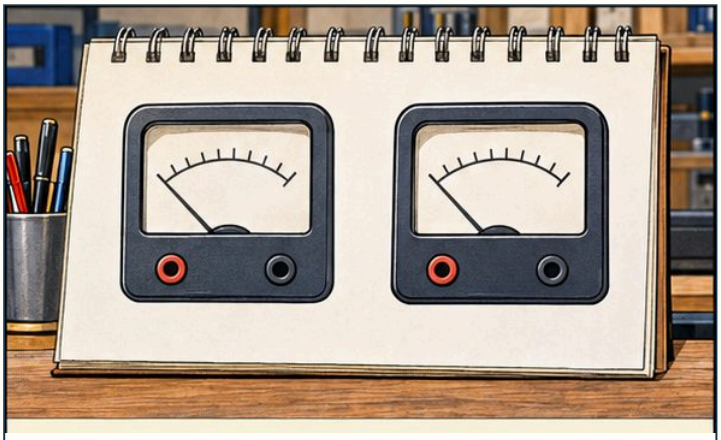
温度が一定のオーム性抵抗では、U = R × Iです。



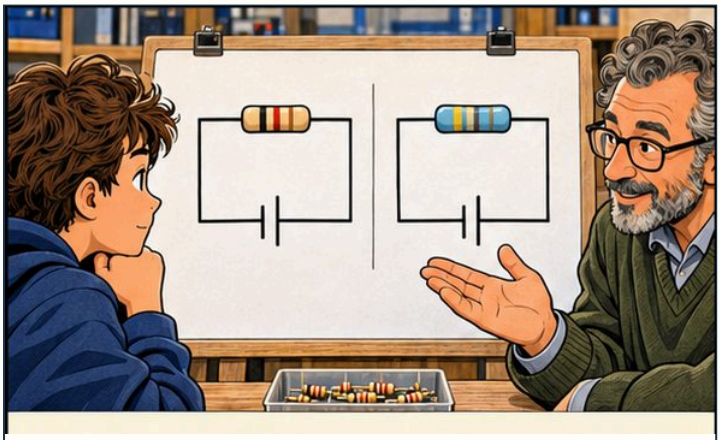
Uは両端の電圧、Iは流れる電流です。



I = U / R、R = U / Iとも書けます。



この計算ではUをボルト、Iをアンペアで表します。



同じ電圧なら、Rが大きくなるほど電流は減ります。

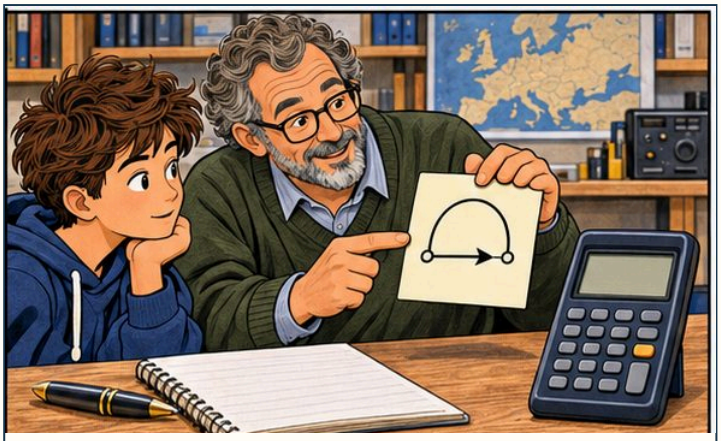


「LEDはオーム性抵抗ではないよ」とHenriが念を押します。

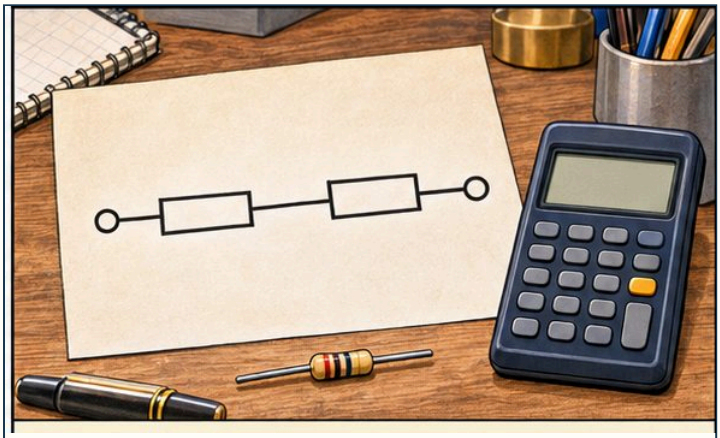
数字の前に単位



1 kΩ = 1 000 Ω、1 MΩ = 1 000 000 Ωです。



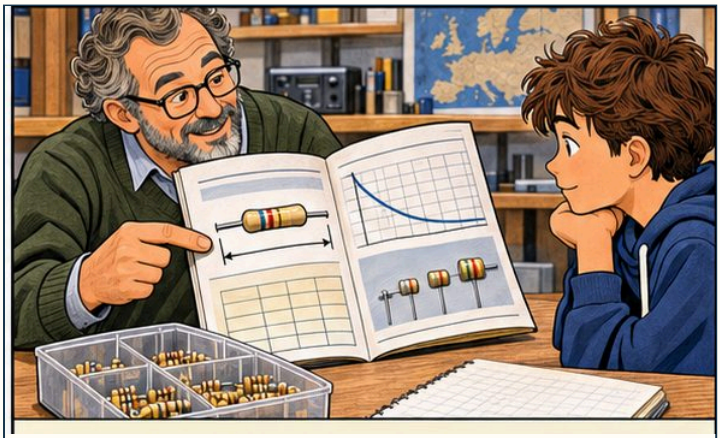
1 mA = 0,001 A。Lucasは公式を使う前に換算します。



5 Vを1 kΩに加えると、計算上は5 mAです。



部品の4K7は4,7 kΩ、2R2は2,2 Ωを表す場合があります。



表示は部品によって異なり、資料が基準です。



接頭語の見落としで選択が変わるため、Lucasは単位を囲みます。

測る前に読む



パネルの抵抗器には色の帯があります。



Henriはメーカーの色表と拡大鏡を持ってきます。



まず帯の数と間隔を確かめます。



許容差の帯は他の帯と離れていることが多いのです。



方向が曖昧なら、型番と測定値を確認します。



暗い場所での色の見え方だけでは交換品を決められません。

四つの帯の役割



一般的な四帯式では、最初の二帯が二桁の数字です。



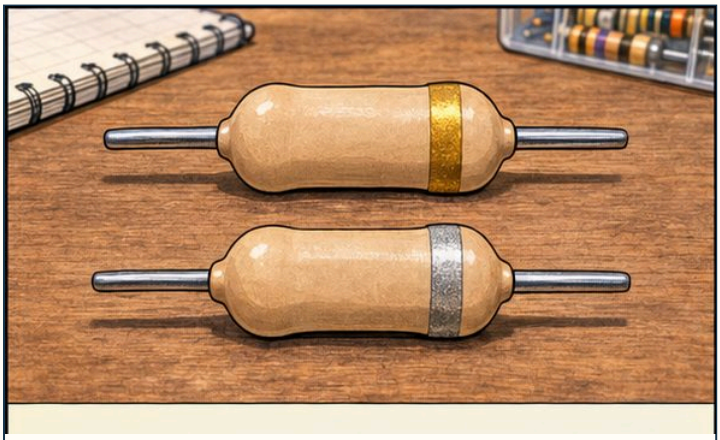
第三の帯は乗数です。



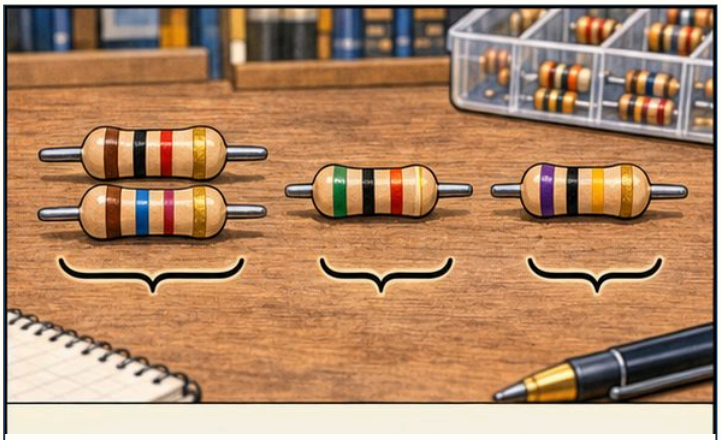
第四の帯は公称値の許容差を示します。



許容差の帯とは反対側の端から読みます。



ここでは金が±5 %、銀が±10 %です。



「二桁、倍率、幅だね」とLucasがまとめます。

数字を表す色



黒は0、茶は1、赤は2、橙は3、黄は4です。



緑は5、青は6、紫は7、灰は8、白は9です。



色の役割は帯の位置で決まります。



乗数なら、赤は×100、橙は×1 000です。



金と銀は、それぞれ0,1倍と0,01倍にも使われます。



Lucasは色表を手元に置きます。推測より理解が大切です。

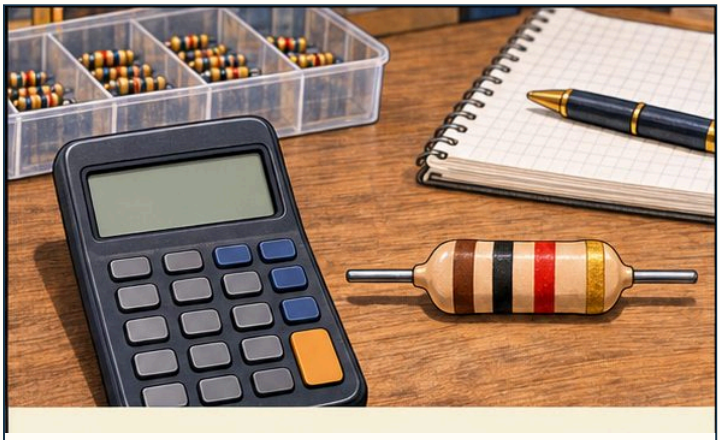
初めての読み取り



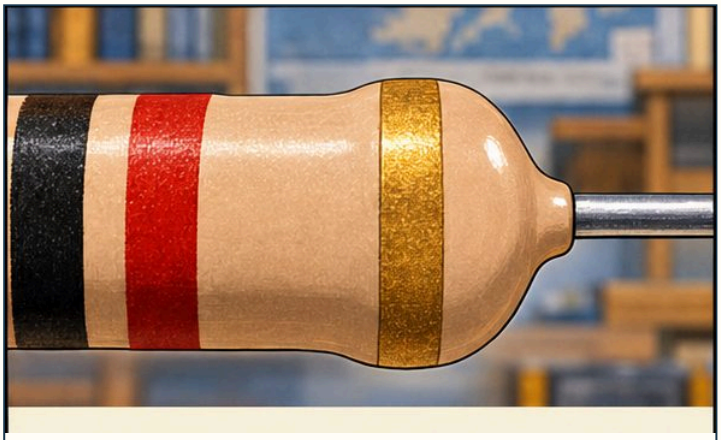
例として、茶、黒、赤、金を読みます。



茶と黒で10、赤で100倍です。



10 × 100 = 1 000 Ω、つまり1 kΩです。



金の帯で許容差は±5 %となります。



公称値は実際の値が完全一致するという約束ではありません。



Lucasは抵抗値と許容差を別々に記録します。

表示灯の部品



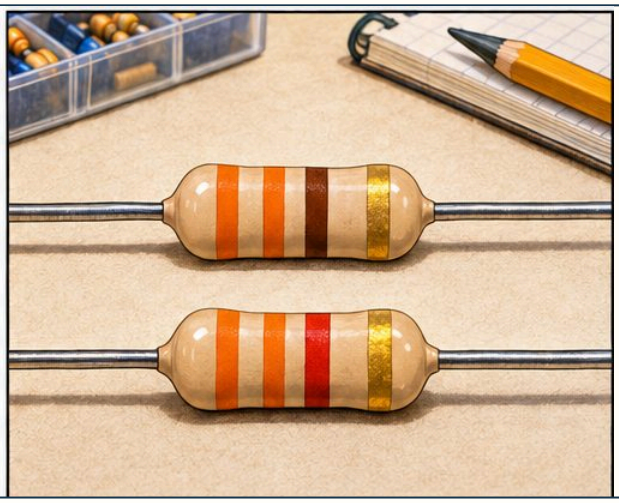
パネルの資料は、橙、橙、茶、金を指定しています。



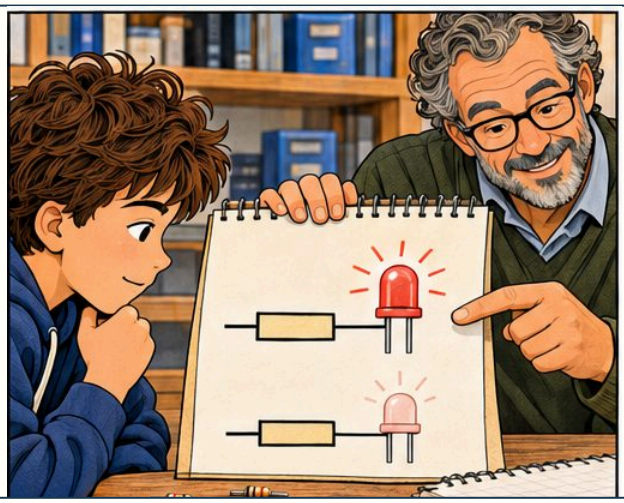
最初の二帯は33、茶は×10です。



330 Ω、許容差±5 %となります。



第三の帯が赤なら3 300 Ω、つまり3,3 kΩです。



この取り違えで表示灯の電流は大きく減ります。



Henriは来場者向けの実習用に両方の例を残します。

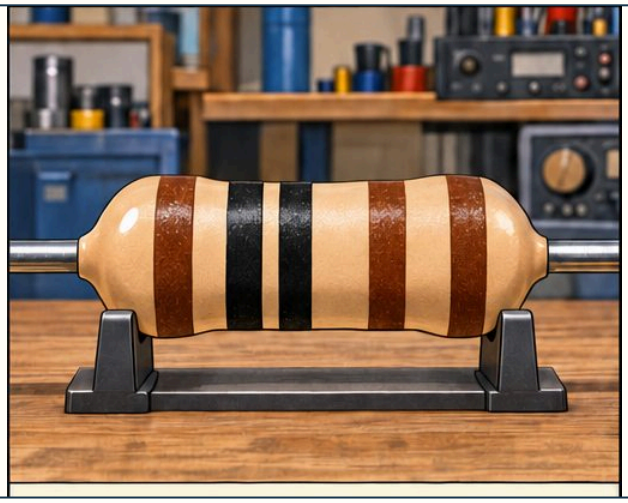
帯が一つ増えたら



一般的な五帯式は、有効数字三桁から始まります。



第四の帯が乗数、第五の帯が許容差です。



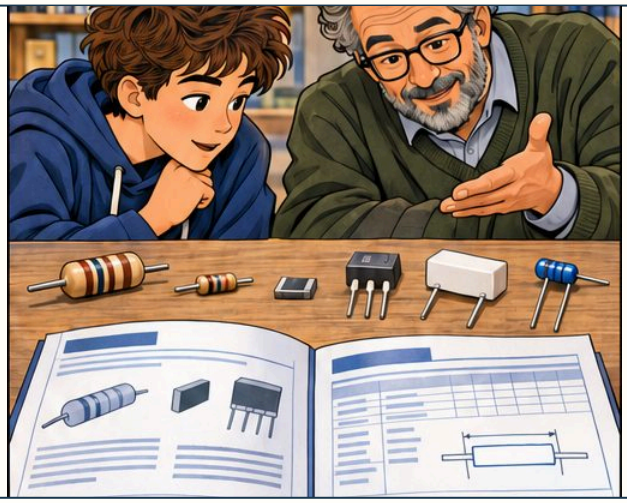
茶、黒、黒、茶、茶は100 × 10 = 1 000 Ωです。



最後の茶の帯は、ここでは±1 %を示します。

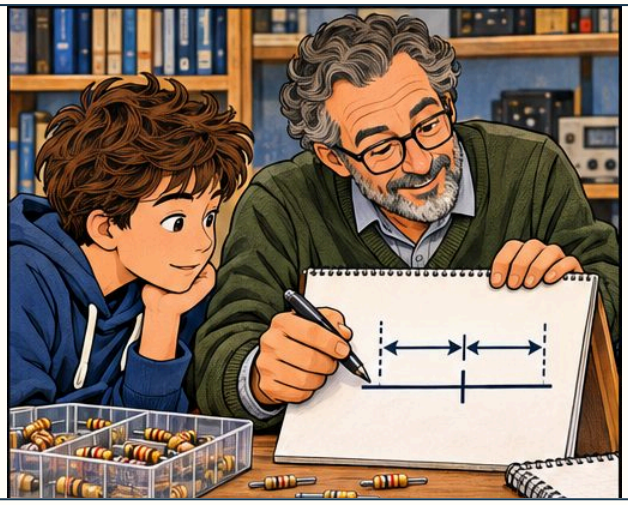


五帯式を四帯式として読んではいけません。



他の表示方式もあるので、Henriは適切な資料を勧めます。

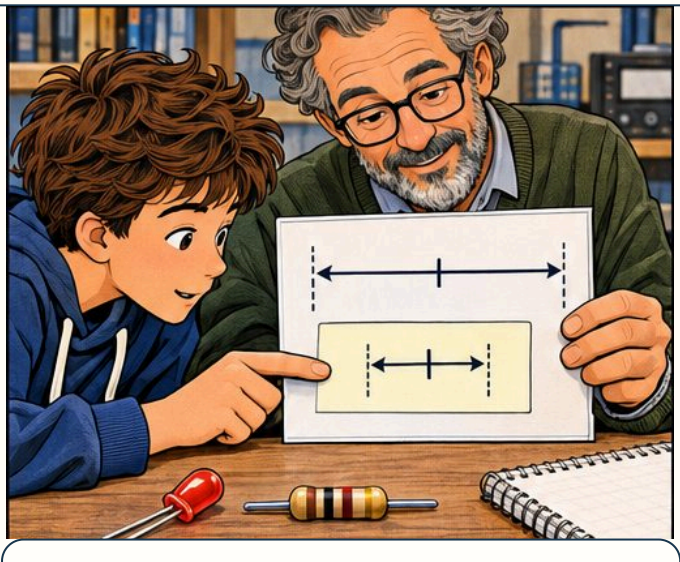
許容差を理解する



1 kΩ、±5 %なら、公称上の最大偏差は50 Ωです。



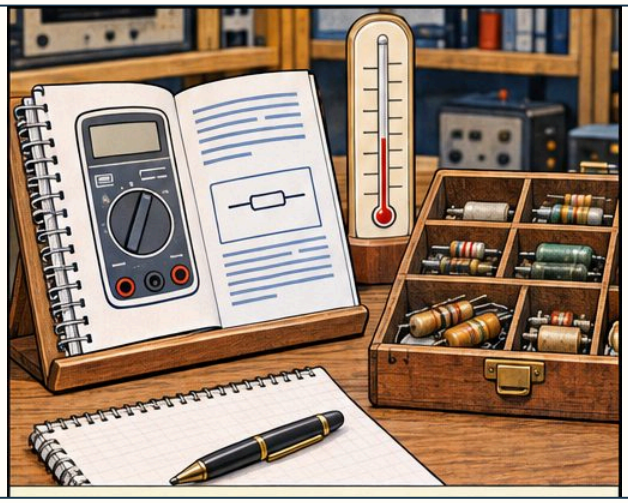
対応する範囲は950 Ωから1 050 Ωです。



330 Ω、±5 %では313,5 Ωから346,5 Ωです。



この限界はメーカーの基準条件に対するものです。



温度、経年変化、測定の不確かさも関係します。



良品同士でも読み値が違う理由がLucasに分かりました。

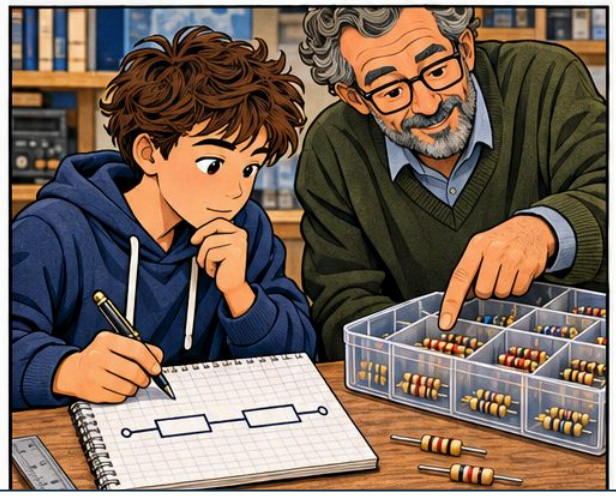
入手できる値を選ぶ



メーカーは標準化された抵抗値の系列を用意しています。



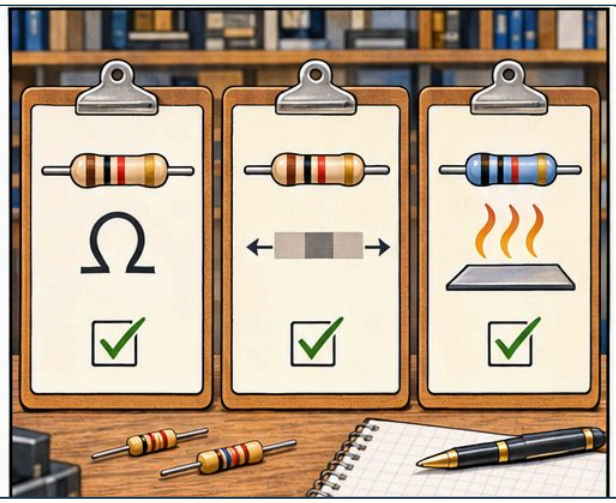
E12系列には270 Ω、330 Ω、390 Ωなどがあります。



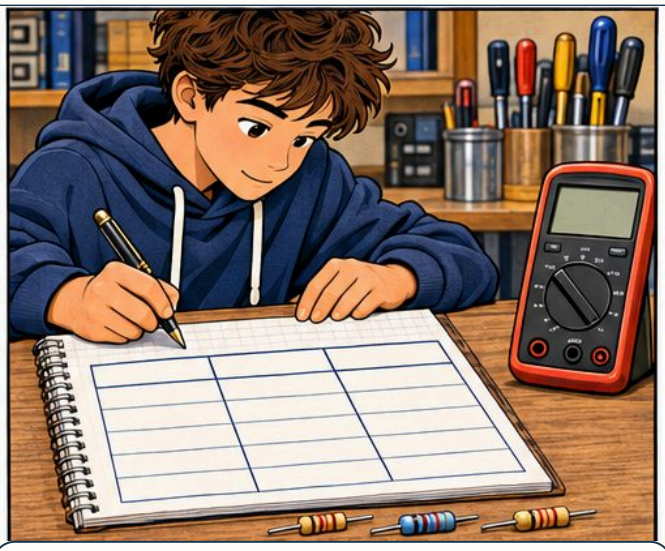
計算結果と同じ部品が引き出しにあるとは限りません。



必要な動作に合わせて選び、再計算します。



抵抗値、許容差、電力はそれぞれ別の条件です。

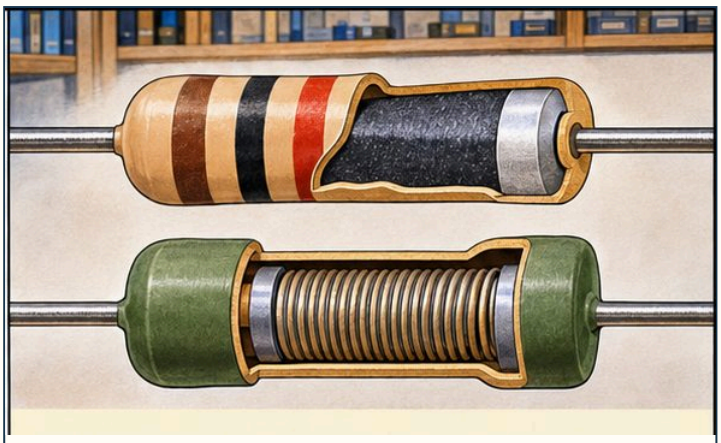


Lucasは部品表に各項目の欄を作ります。

同じ名前でも



同じ抵抗値でも構造が異なる抵抗器があります。



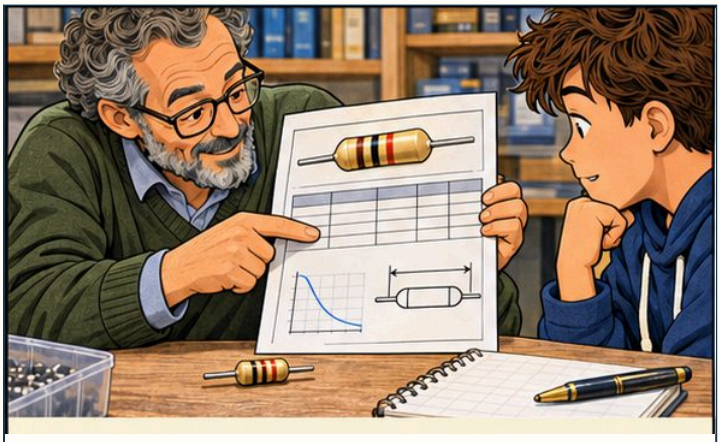
Henriは皮膜型と巻線型を見せます。



小さな表面実装抵抗器は基板に直接取り付けます。



大きさだけでは許容差や全ての限界は分かりません。

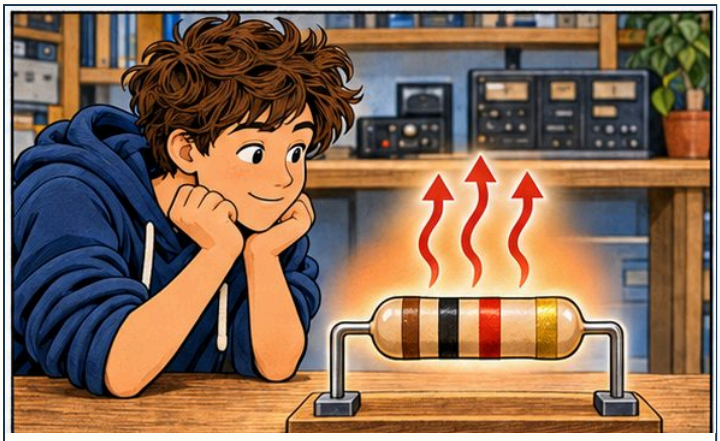


資料で電力、最大電圧、使用条件を確認します。

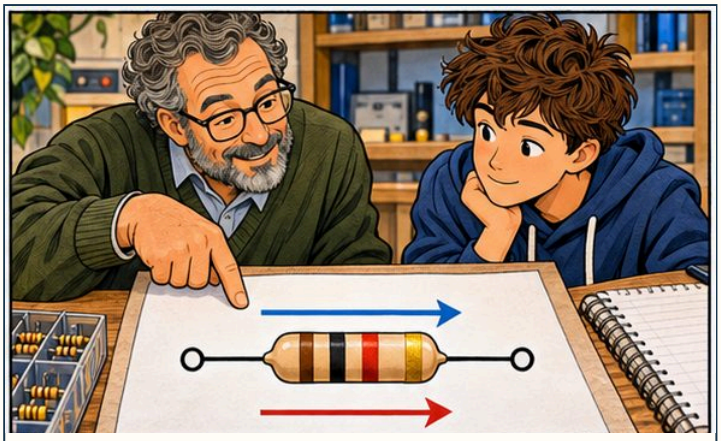


表示灯には型番と資料が明確な部品を選びます。

エネルギーの行方



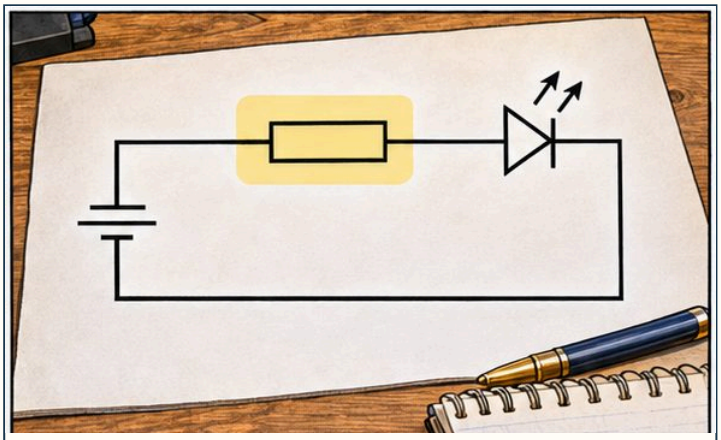
抵抗器は電気エネルギーを熱として消費します。



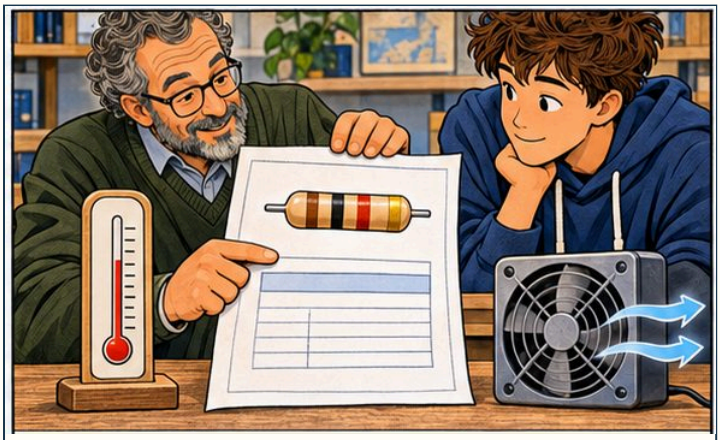
消費電力はP = U × Iです。



オームの法則からP = R × I² = U² / Rです。



ここでのUとIは調べている抵抗器の値です。

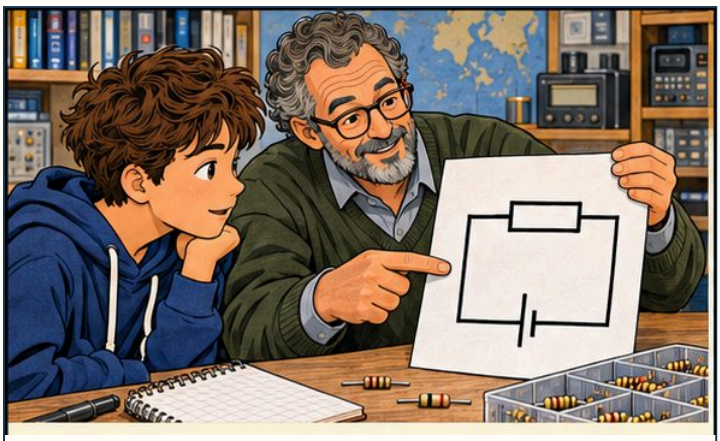


定格電力は、決まった条件の下での限界です。



「ワットが大きくてもオームが大きいわけではないね」とLucas。

発熱する例



紙上で計算します。12 Vを1 kΩに加えると12 mAです。



電力は12^2 / 1 000 = 0,144 Wです。



使用条件を満たせば、0,25 Wの部品が使える場合があります。



余裕を持たせ、周囲温度も確認します。

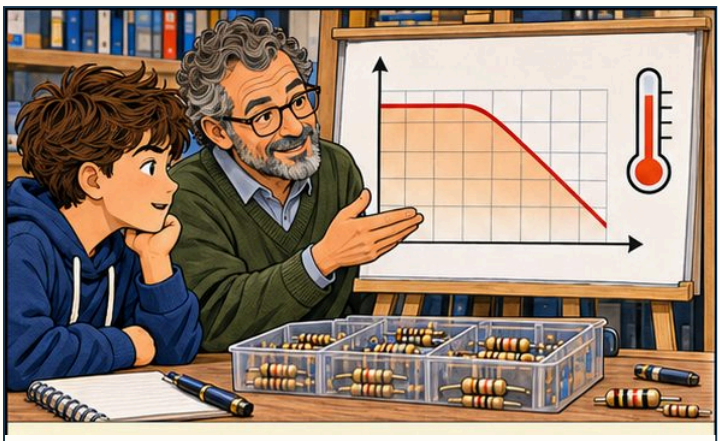


密閉ケースや近くの熱源によって選択が変わることもあります。



計算を理解するのに発熱実験は必要ありません。

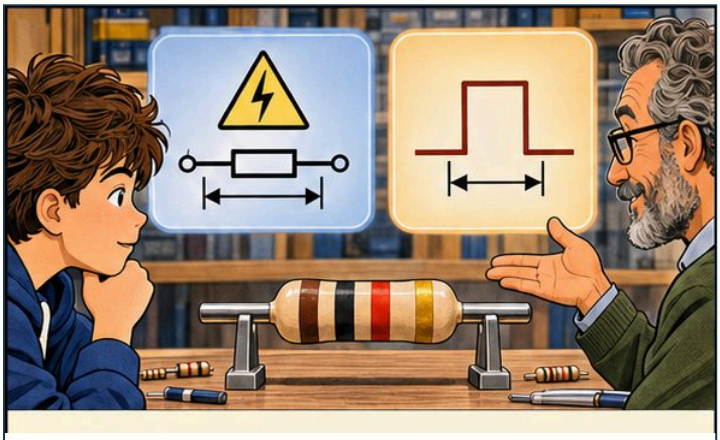
限界は目標ではない



温度が高いと、ディレーティング曲線に従い許容電力が下がる場合があります。



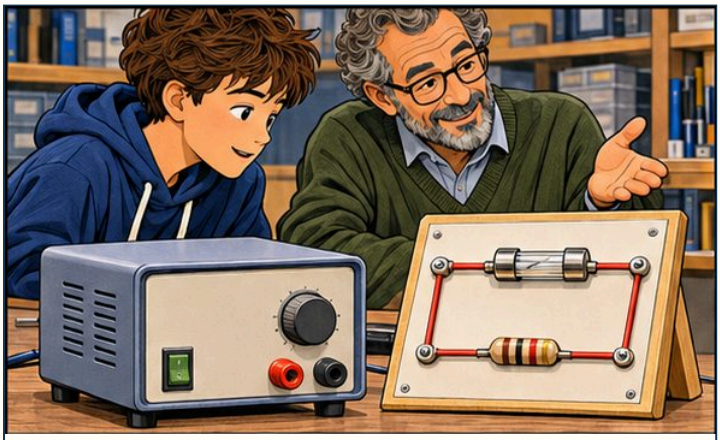
Henriは選んだ部品の資料で曲線を示します。



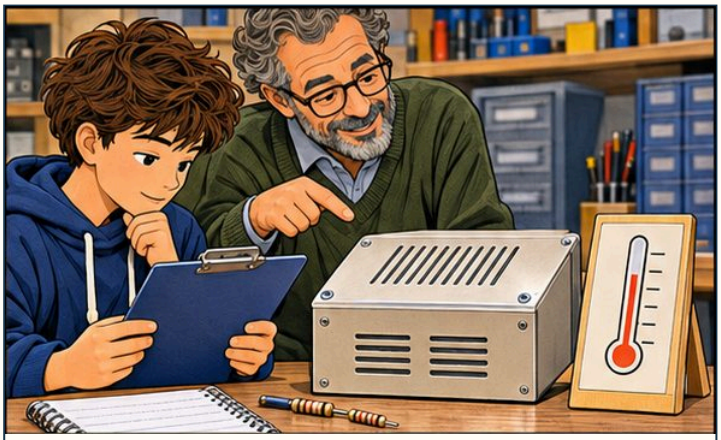
使用電圧やパルス条件も確認します。



電力を消費する抵抗器でヒューズの代わりはできません。

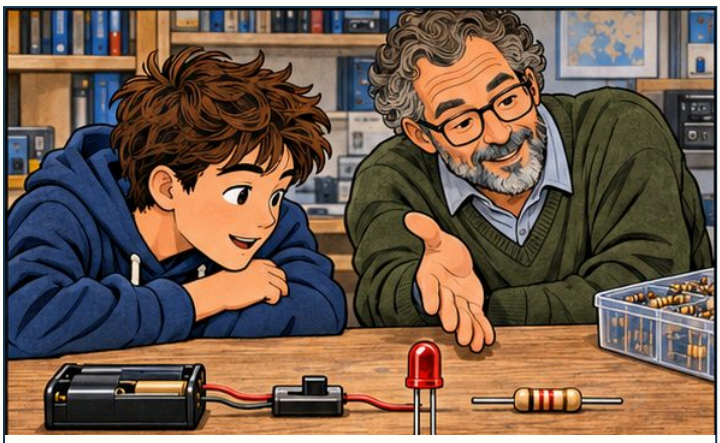


小さなパネルには設計者が定めた保護を残します。

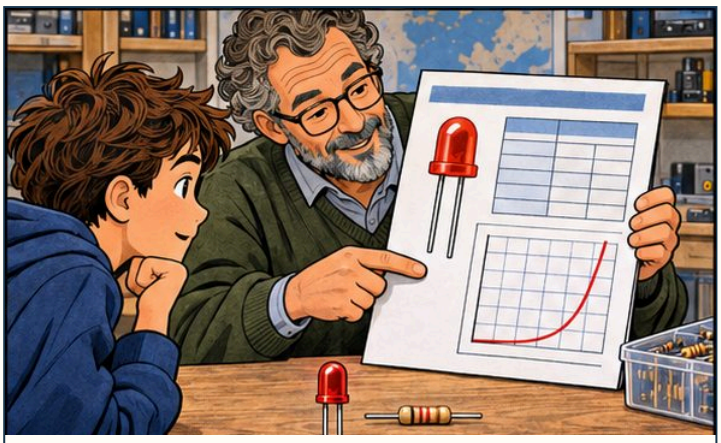


Lucasは余裕を持って選び、実際の条件を確認します。

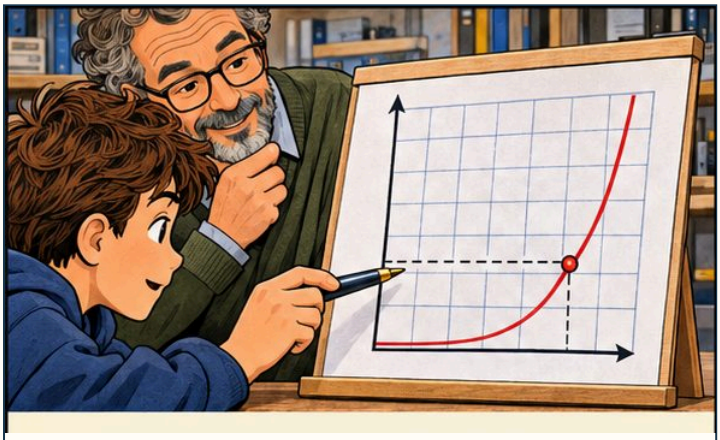
表示灯の計算準備



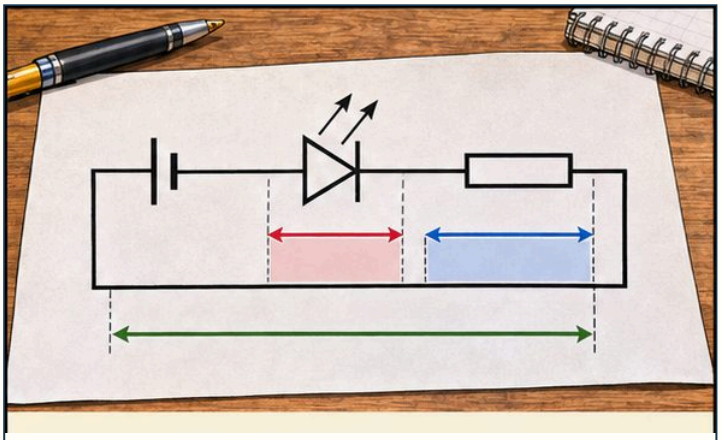
例では5 V電源と赤色LEDを使います。



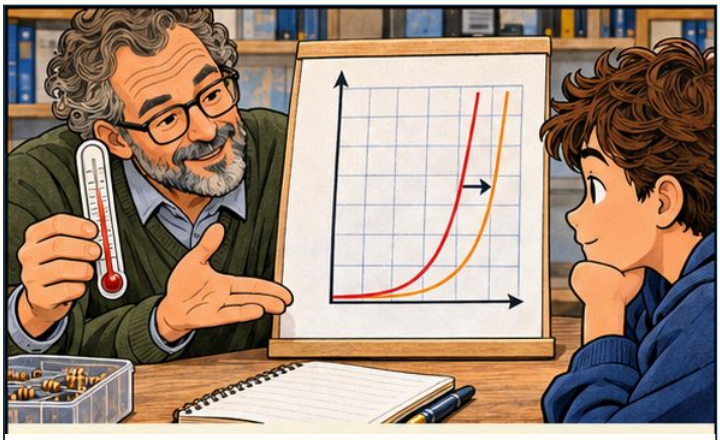
このLEDの資料から、検討する電流で約2 Vとします。



目標は10 mAで、この型番の限界内です。



すると直列抵抗の電圧は約5 − 2 = 3 Vです。

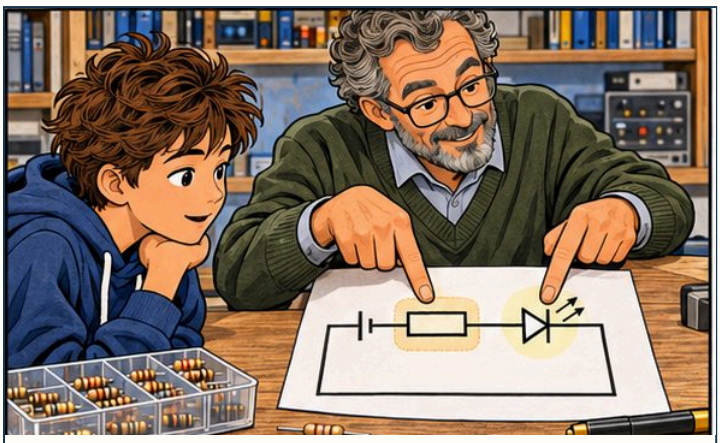


LEDの順方向電圧は電流と温度によって変わります。

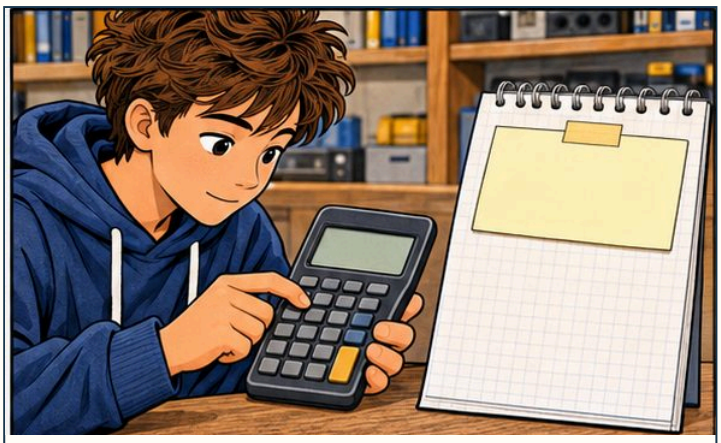


これらは計算の仮定で、全てのLEDに当てはまるわけではありません。

理論上の抵抗値



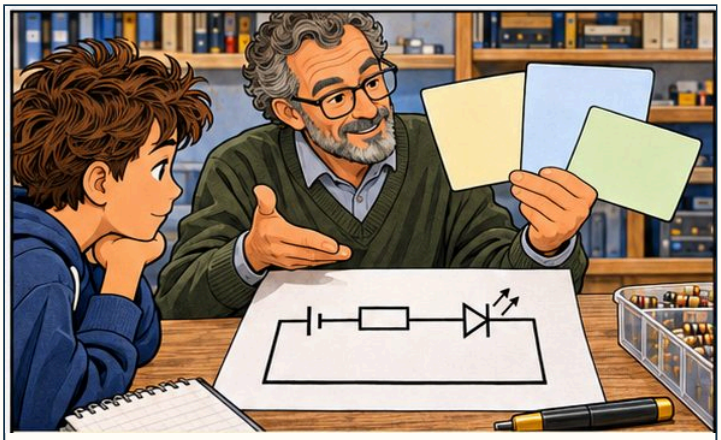
直列抵抗はR = (U電源 − ULED) / Iです。



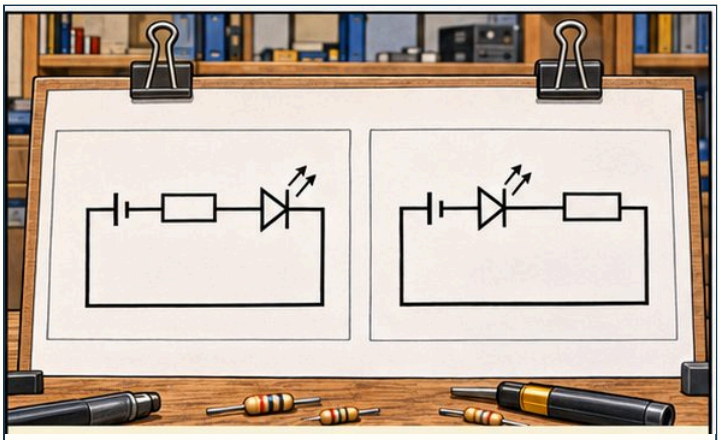
Lucasは10 mA = 0,010 Aと換算します。



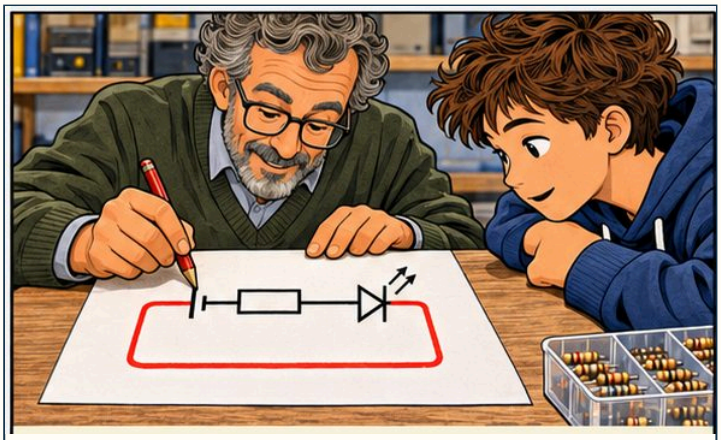
R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ωと計算します。



この値は例の電圧と目標電流を仮定したものです。



同じ直列ループなら、抵抗器はLEDの前にも後にも置けます。

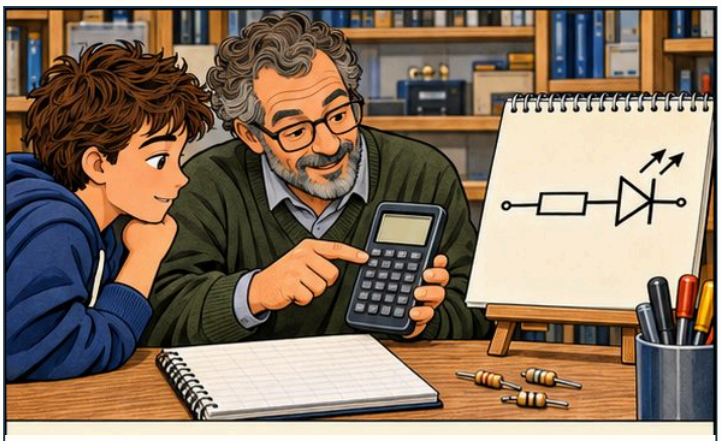


Henriは図を確認し、特に抵抗器を迂回する経路がないか見ます。

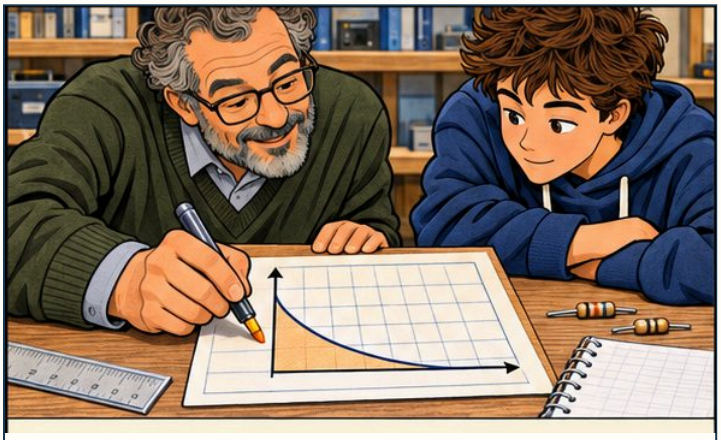
計算から部品選びへ



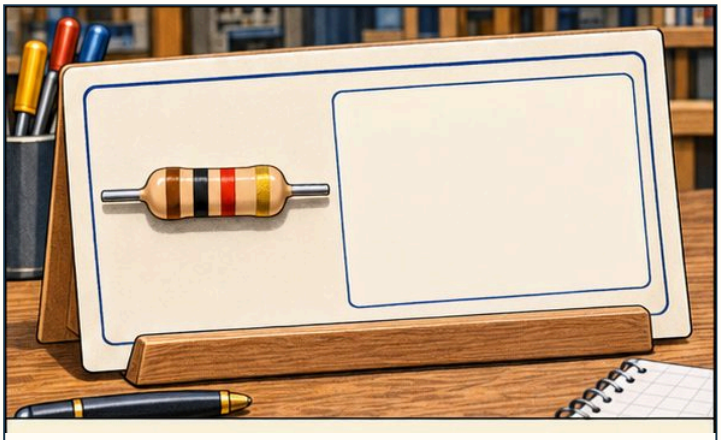
在庫から330 Ωを選び、270 Ωは選びません。



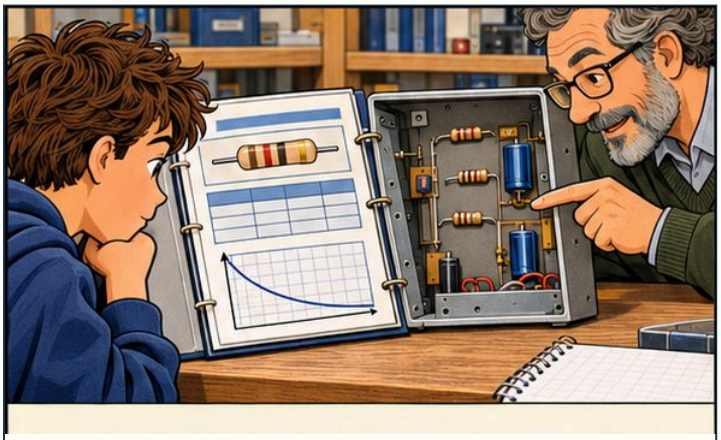
同じ仮定なら、I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mAです。



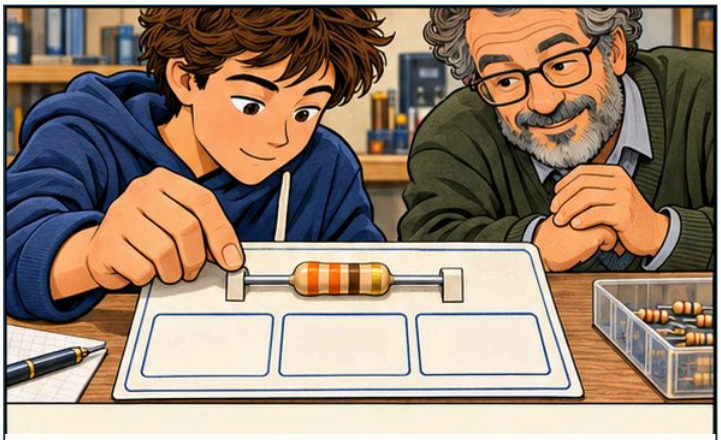
抵抗器の電力は約3² / 330 ≈ 0,027 Wです。



型番が明確な0,25 W部品なら、ここでは十分な熱的余裕があります。

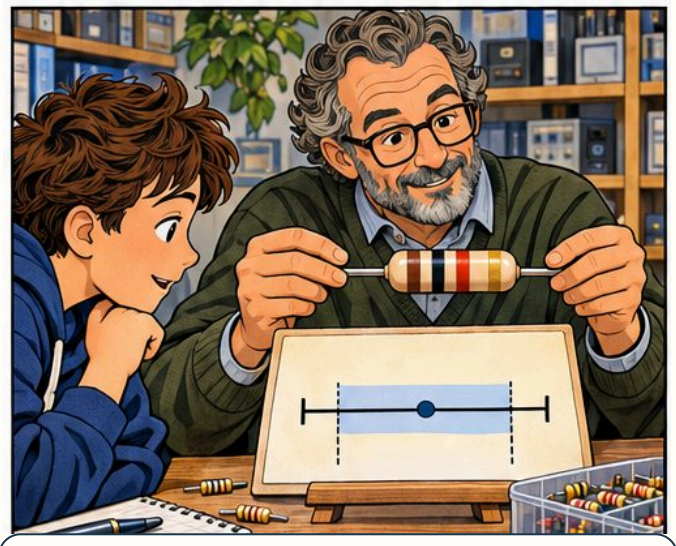


それでも資料とパネルの使用予定条件を確認します。

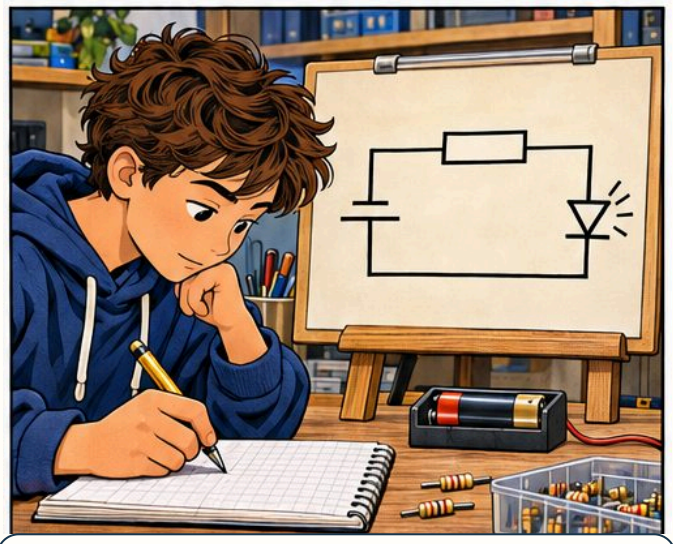


Lucasは330 Ω、±5 %、0,25 Wと三条件を記録します。

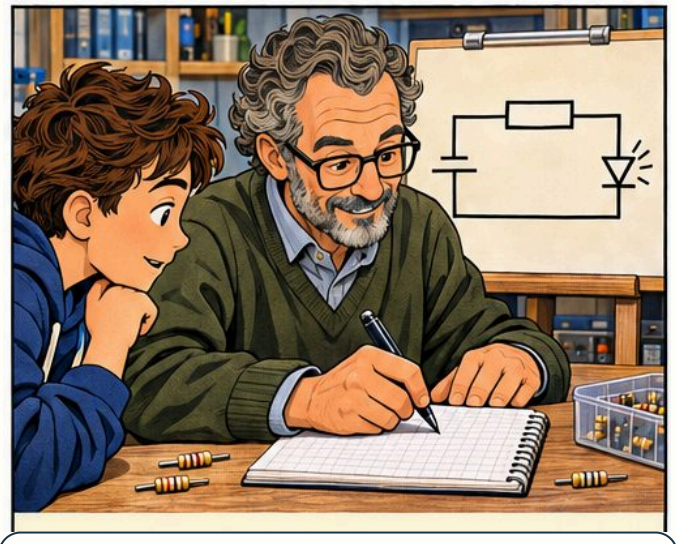
ばらつきを考える



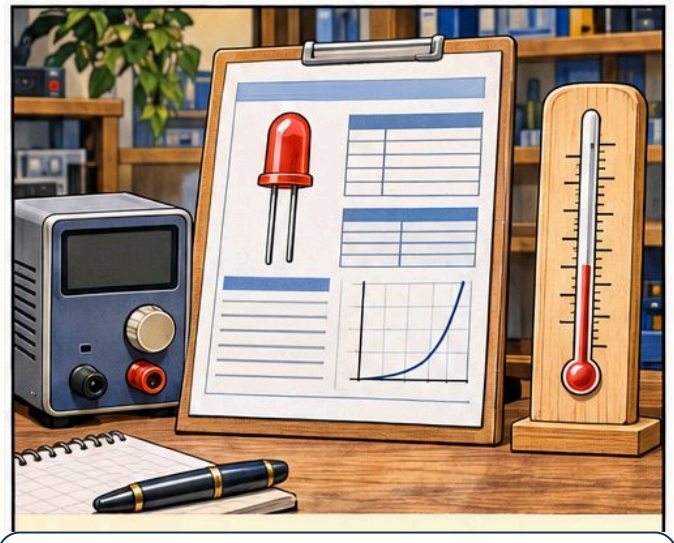
Rの許容差だけでも計算電流は変わります。



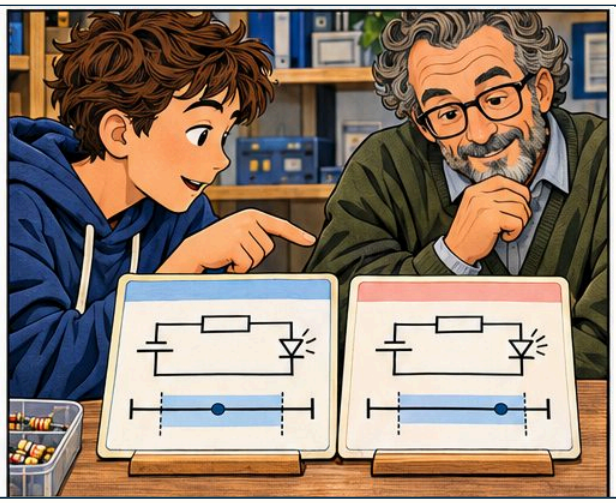
抵抗に3 Vなら、313,5 Ωで約9,57 mAです。



346,5 Ωなら約8,66 mAです。



電源とLEDの電圧にもばらつきがあります。



実際の回路では資料に基づき最悪条件を確認します。



「役立つ近似には仮定を残す」とLucasは覚えます。

抵抗計を使うタイミング



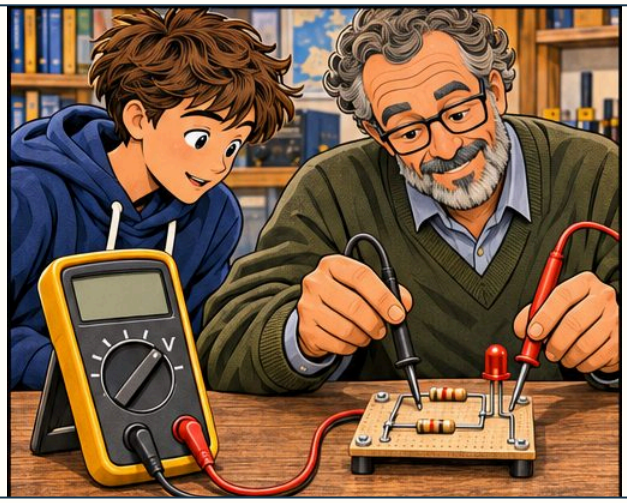
抵抗計は小さな信号を加えて抵抗値を求めます。



通電中の回路には使いません。



Henriは電源を切って外し、パネルの放電手順を実施します。



その後、適切な設定で電圧がないことを確かめます。



これらの確認を終えてから抵抗測定に切り替えます。



Lucasはこの順序を診断メモに加えます。

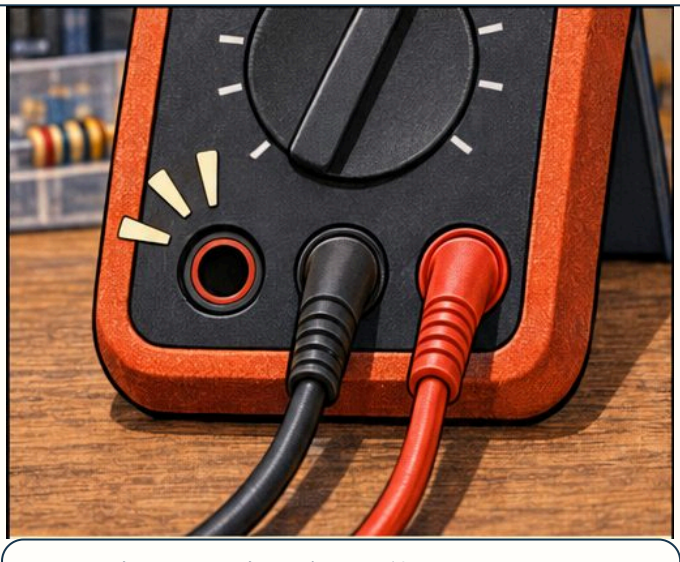
プローブを準備



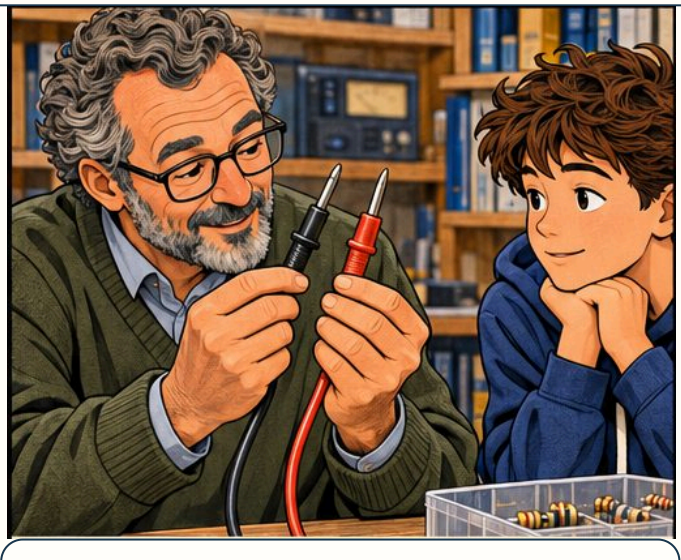
端子と測定範囲はテスターの説明書に従います。



黒はCOM、赤は抵抗測定用の端子につなぎます。



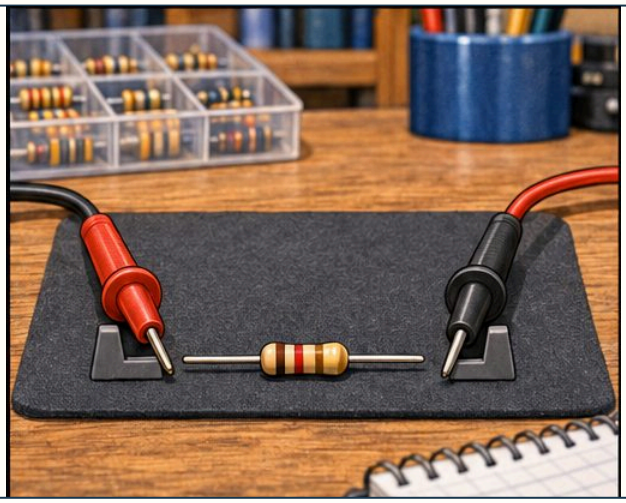
この測定では電流用端子を使いません。



コードの状態と先端の接触を確認します。

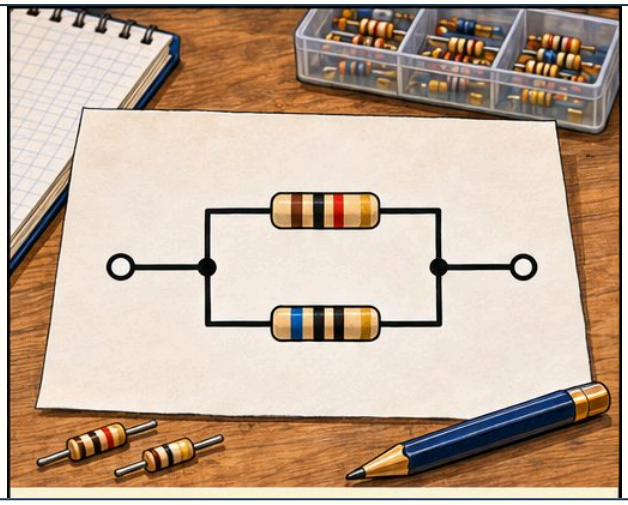


指や接触不良は、特に高抵抗で読み値を狂わせます。

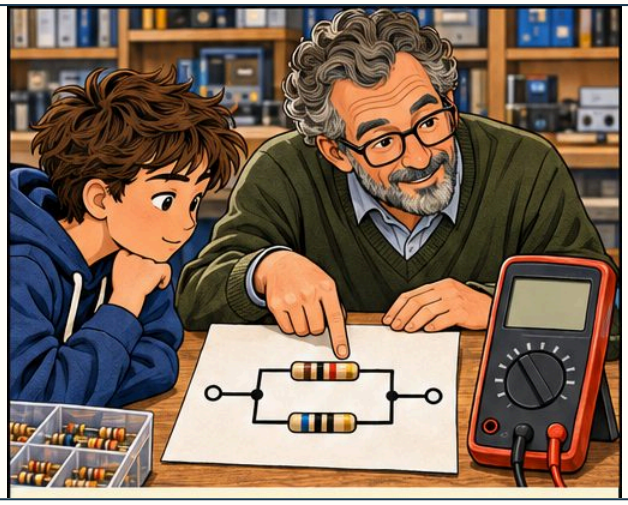


Lucasは部品を絶縁面に置き、接点に手を触れません。

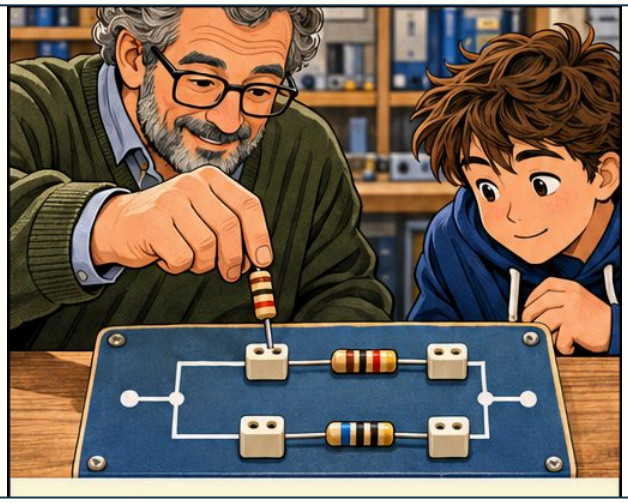
隠れた経路を避ける



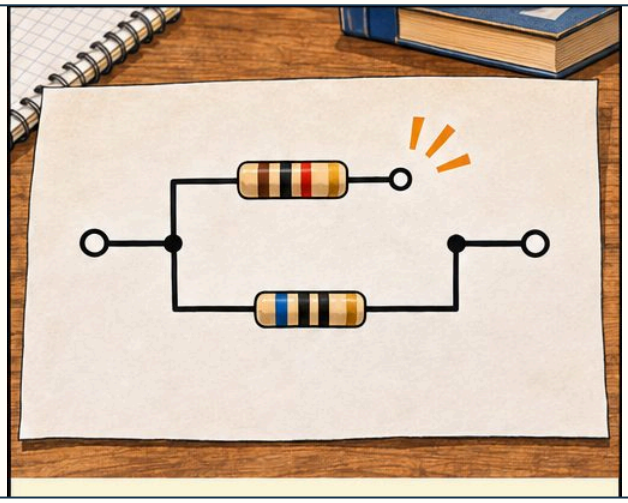
回路内の他の部品が並列経路を作ることがあります。



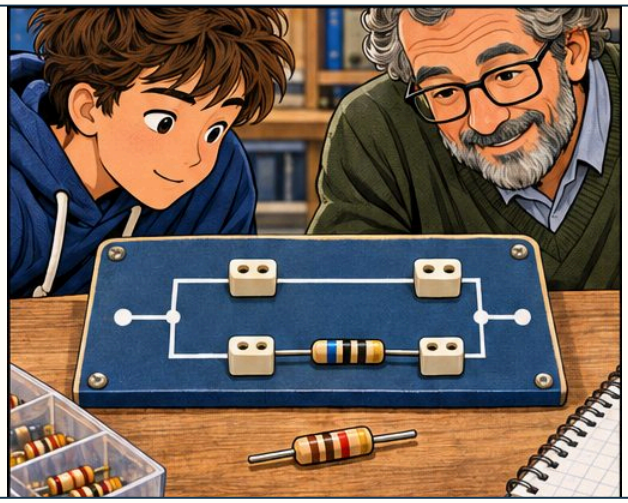
その場合、表示値は対象抵抗だけの値とは限りません。



無通電の差し込み式パネルから部品を抜きます。



他の回路では片端を切り離す必要がある場合があります。



今回はソケットで分離できるので、はんだを外しません。

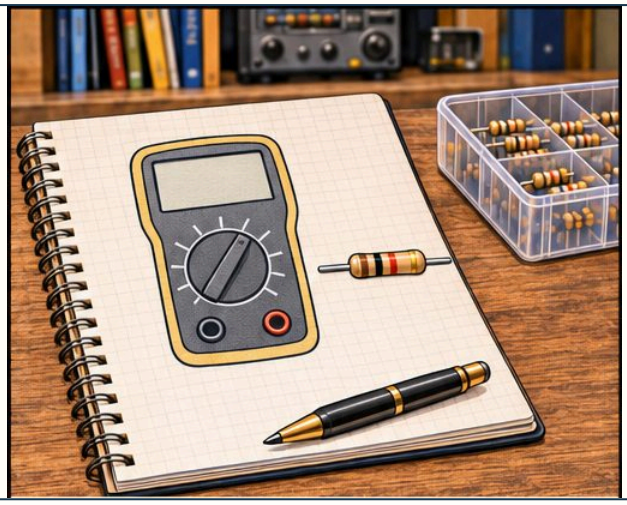


取り出した抵抗器を単独で測れるようになりました。

読み値を過信しない



まず既知の1 kΩ、±5 %の抵抗器で練習します。



ノートの読み値の例は0,998 kΩ、つまり998 Ωです。



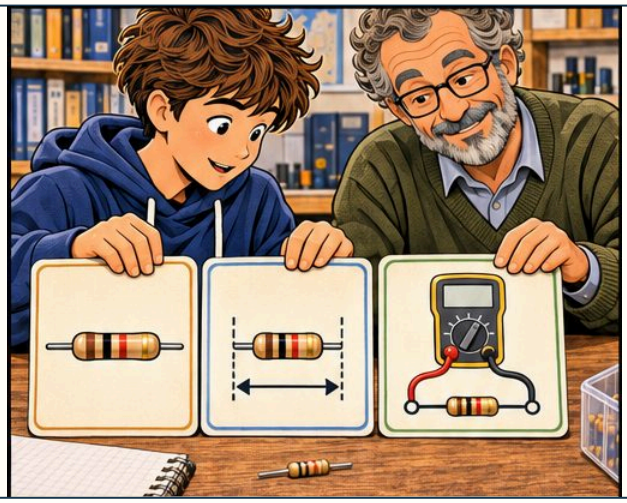
これは公称範囲950 Ωから1 050 Ωに入ります。



結論にはテスター精度と接触品質による限界があります。



導通の音だけでは抵抗の数値測定の代わりになりません。

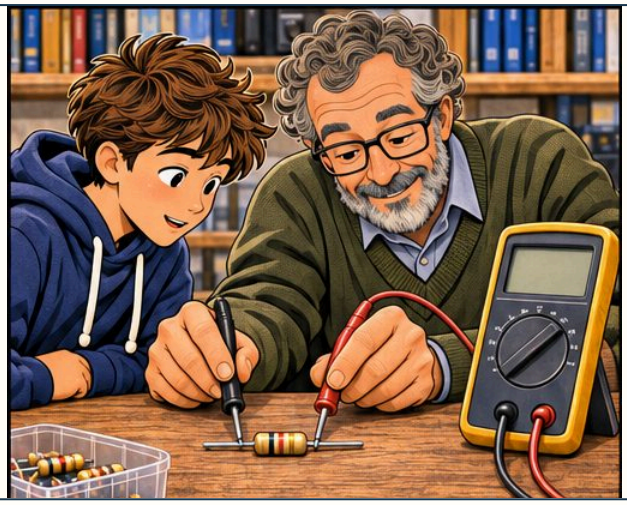


Lucasは単位、予想範囲、測定条件をいつも比較します。

まだ手掛かりの段階



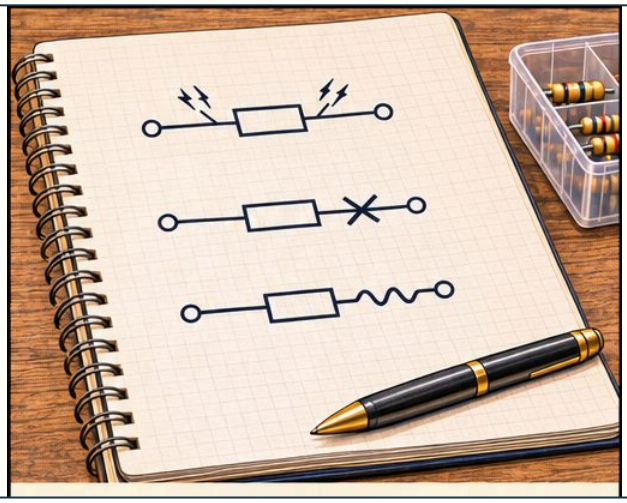
表示灯から外した部品には、脚の接触部に傷みがあります。



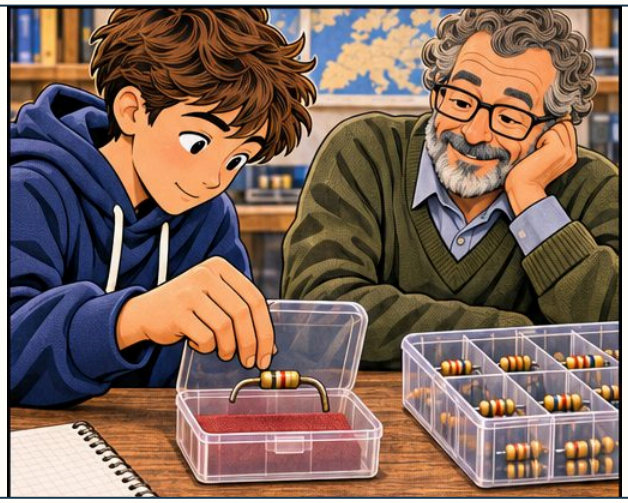
表示が安定せず、Henriは測定の接触をやり直します。



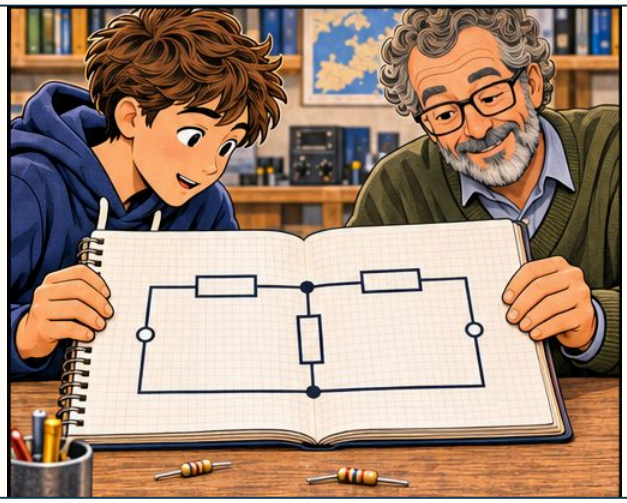
既知の部品の挙動と比較します。



範囲外の読み値は部品、コード、接触のどれが原因でも起こります。



疑わしい部品は分けて置き、全故障を特定したとは言いません。



抵抗器同士の働きを回路図からまだ学ぶ必要があります。

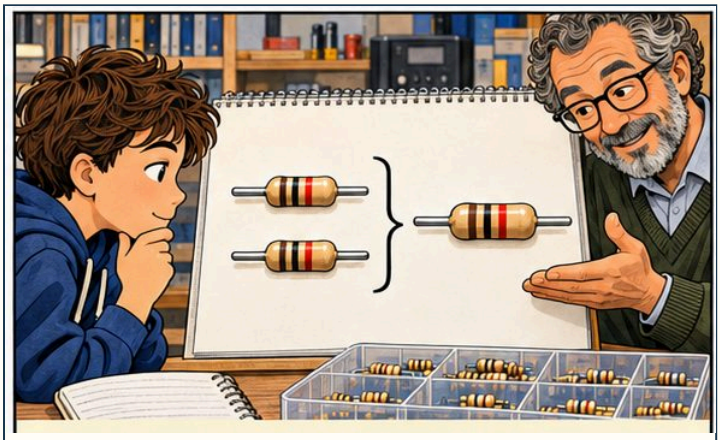
一つの経路上で



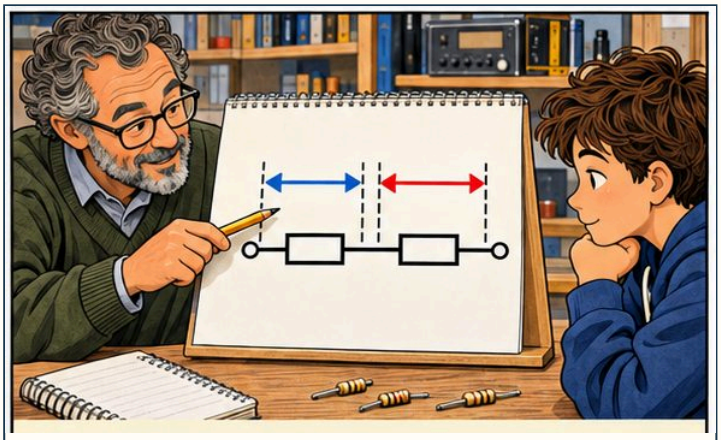
分岐がなく、同じ電流が流れる二つの抵抗器は直列です。



合成抵抗はR = R1 + R2です。



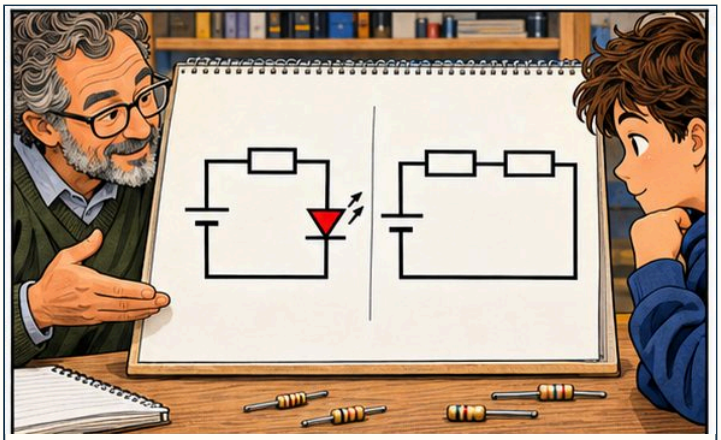
1 kΩの抵抗器二つを直列にすると2 kΩです。



全電圧は、それぞれの抵抗値に応じて分かれます。

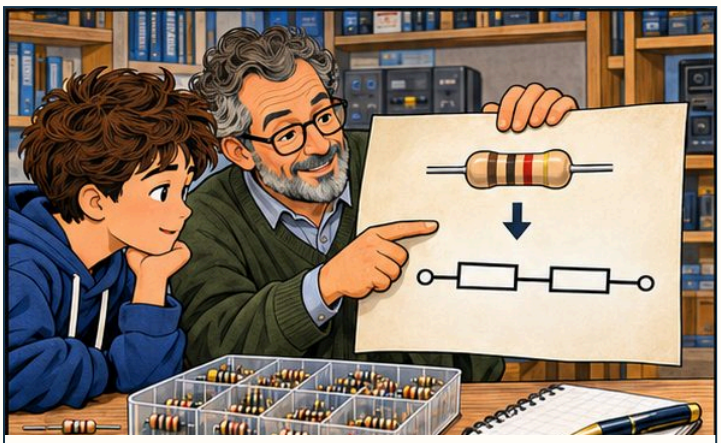


各部品が自身の電圧と電力に耐える必要があります。

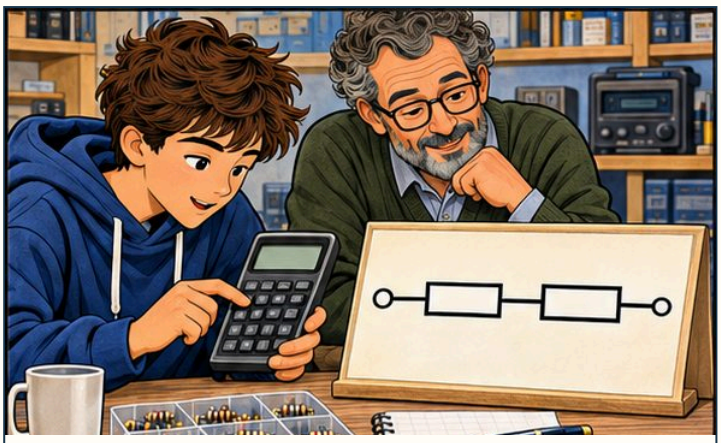


Lucasは一本の経路を描き、LEDの直列抵抗を再確認します。

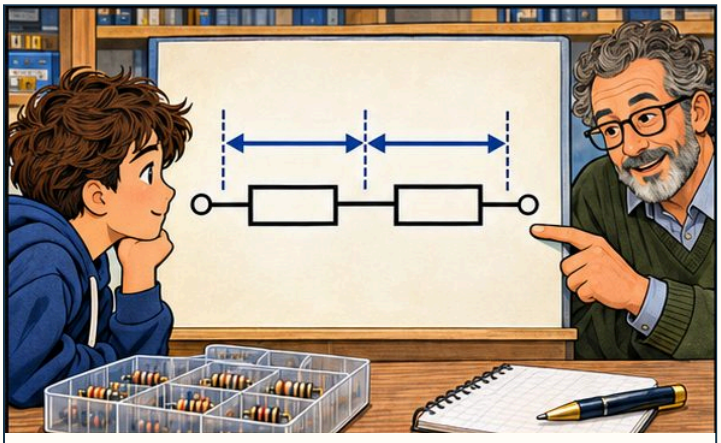
直列で分け合う



紙上で5 Vを、同じ1 kΩ抵抗二つの直列回路に加えます。



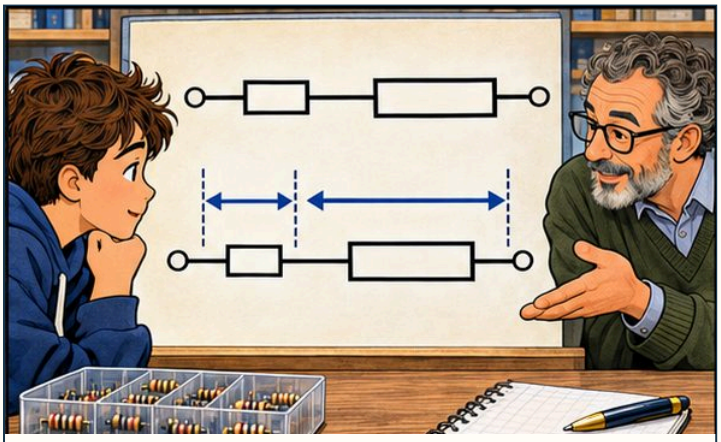
電流は5 / 2 000 = 0,0025 A、つまり2,5 mAです。



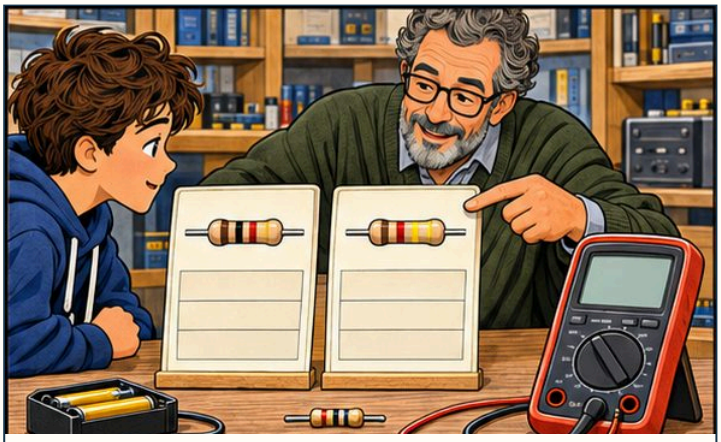
理想モデルでは各抵抗に2,5 Vが加わります。



各消費電力は2,5 × 0,0025 = 0,00625 Wです。

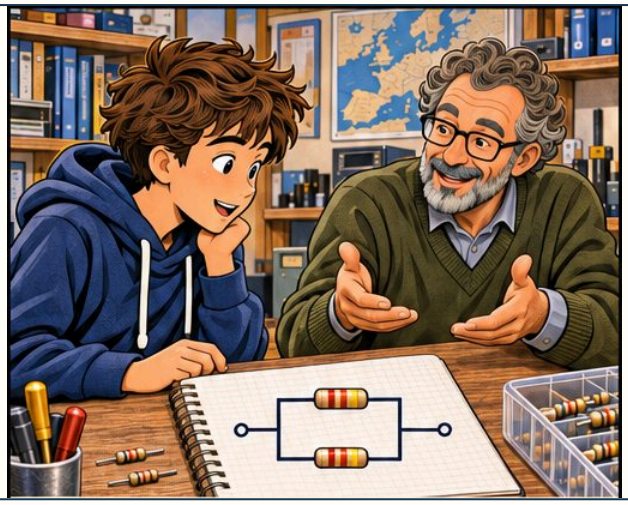


抵抗値が違えば電圧と電力の分配も変わります。

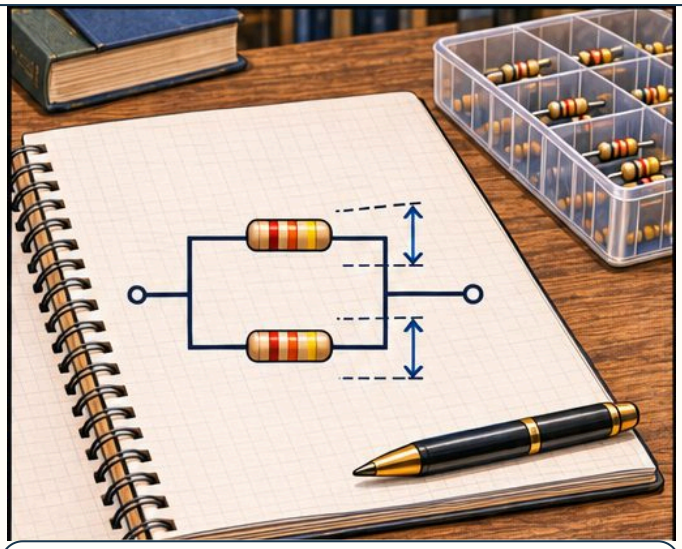


Henriは、部品の定格ワットを足すだけでは選べないと強調します。

二端子間の二つの経路



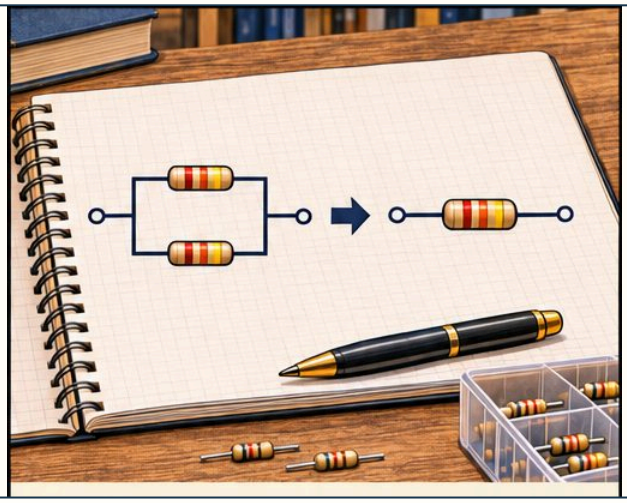
並列の抵抗器は、同じ二つの接続点につながります。



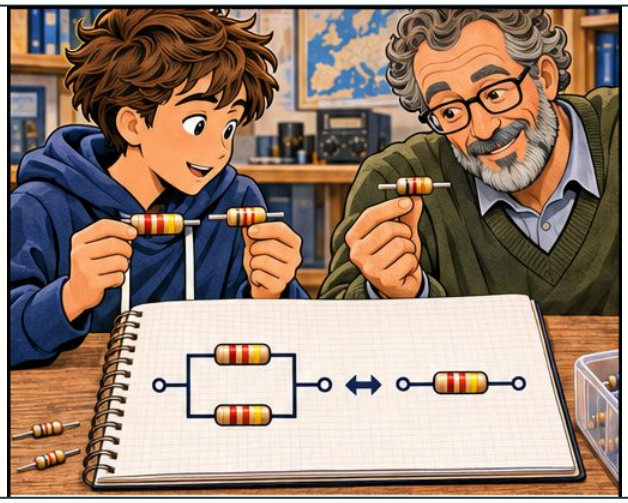
そのため両端の電圧は同じです。



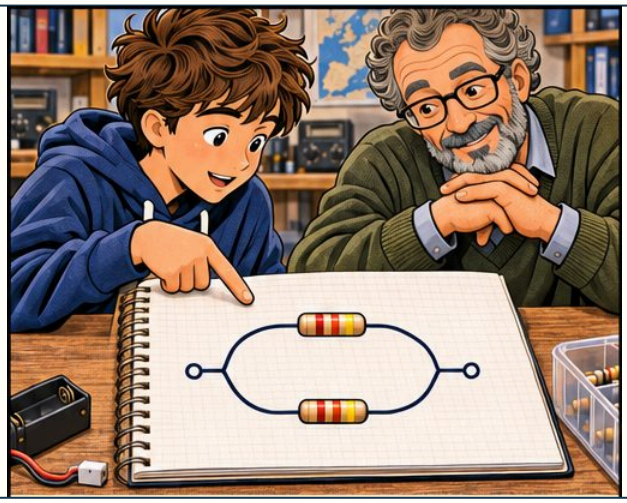
二枝の場合、1 / R = 1 / R1 + 1 / R2です。



1 kΩの抵抗器二つを並列にすると500 Ωです。

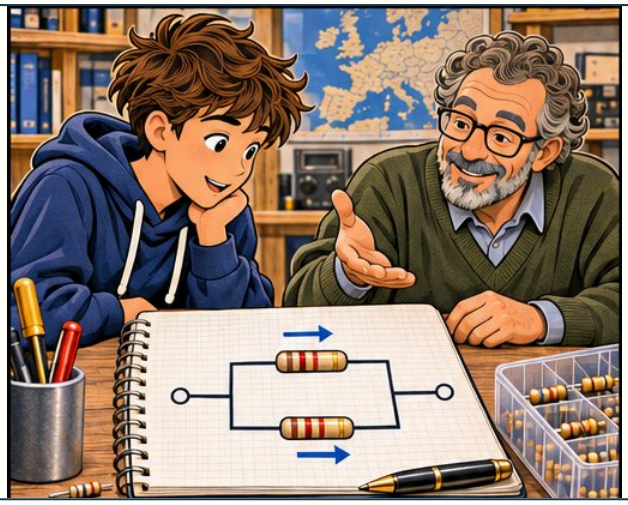


合成値は各枝の正の抵抗値のうち最小のものより小さくなります。

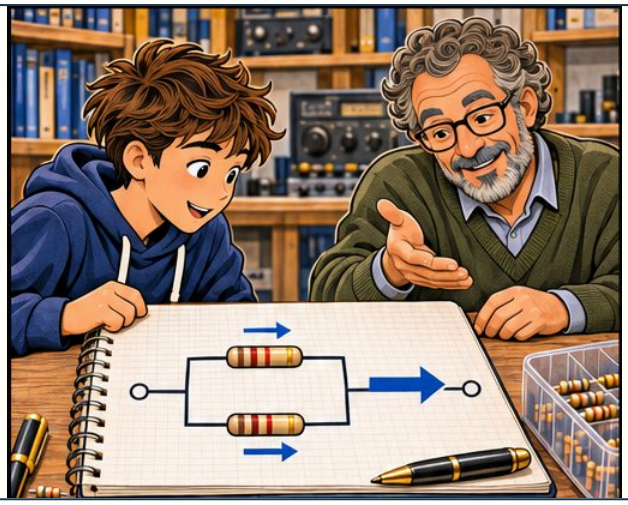


Lucasは図の位置だけでなく、接続点を確認します。

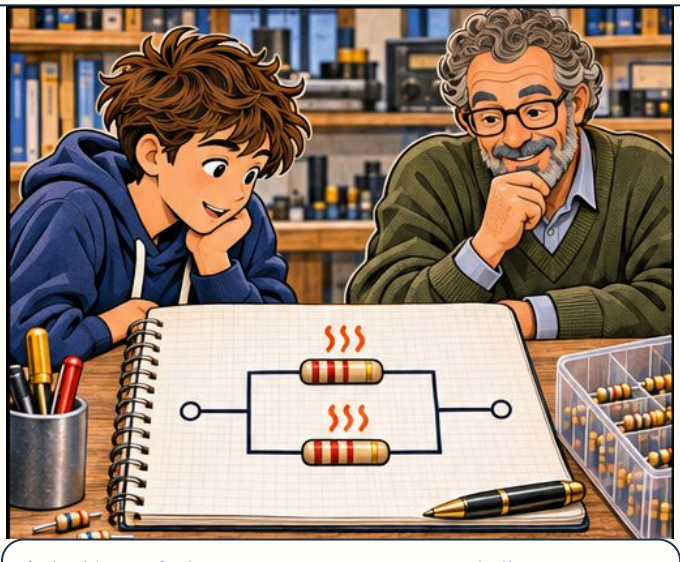
枝に分かれる電流



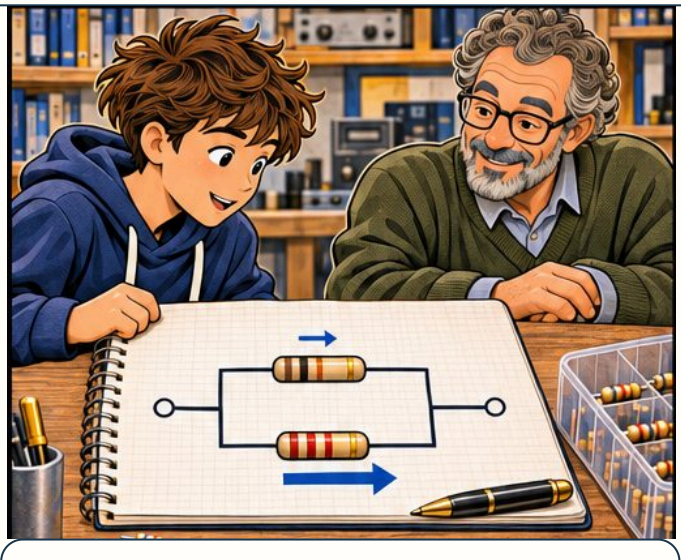
5 Vを各1 kΩ抵抗に加えると、各枝には5 mA流れます。



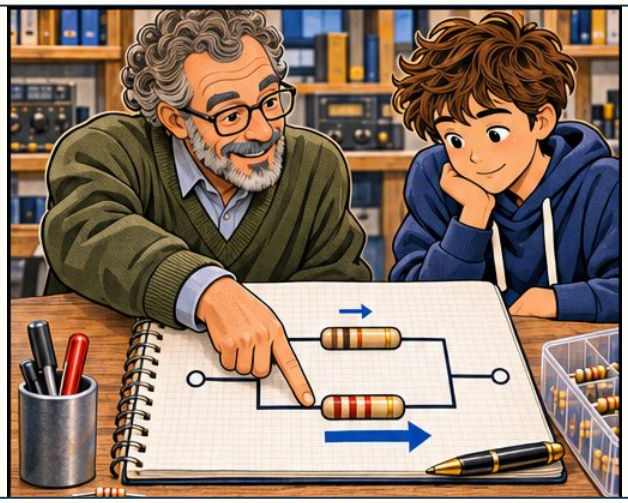
電源の電流は合計で、この理想例では10 mAです。



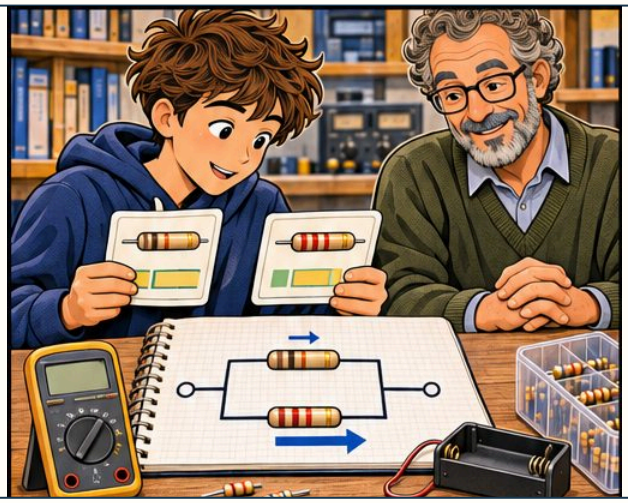
各抵抗は5^2 / 1 000 = 0,025 Wを消費します。



抵抗値が異なれば電流は等しくありません。

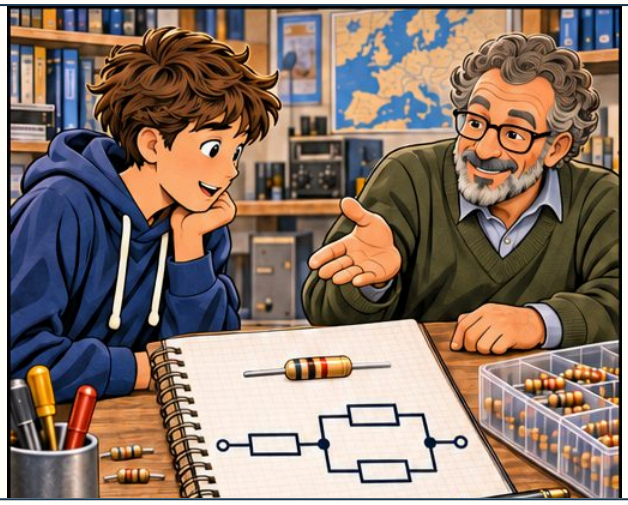


同じ電圧なら、抵抗が小さい枝ほど多くの電流が流れます。



並列の二抵抗には別々の確認が必要だとLucasは理解します。

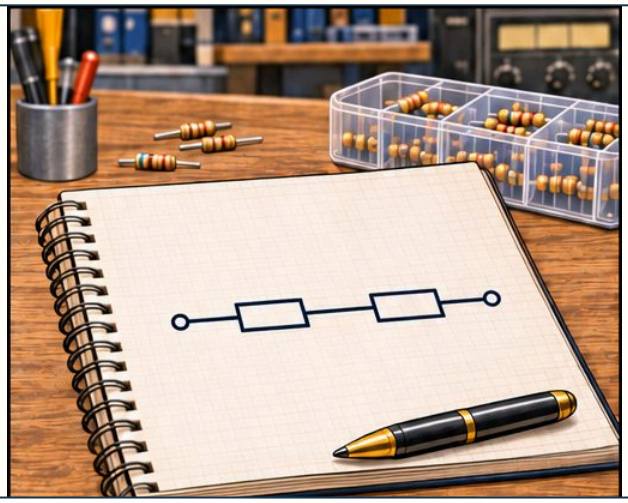
迷わず簡略化



Henriは1 kΩと、1 kΩ二つの並列を直列につないだ図を描きます。



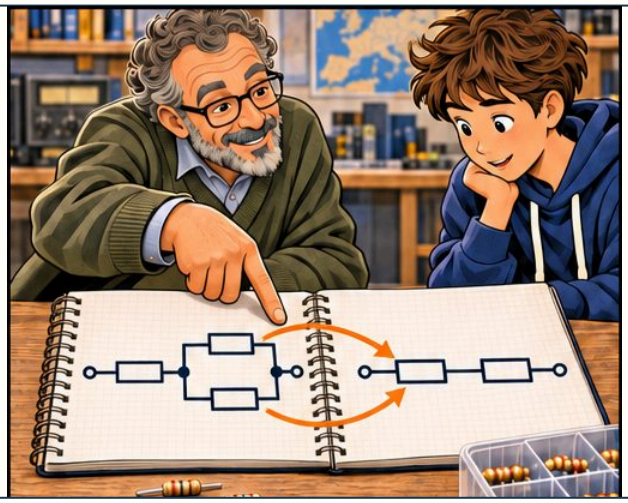
Lucasはまず並列部分を500 Ωに置き換えます。



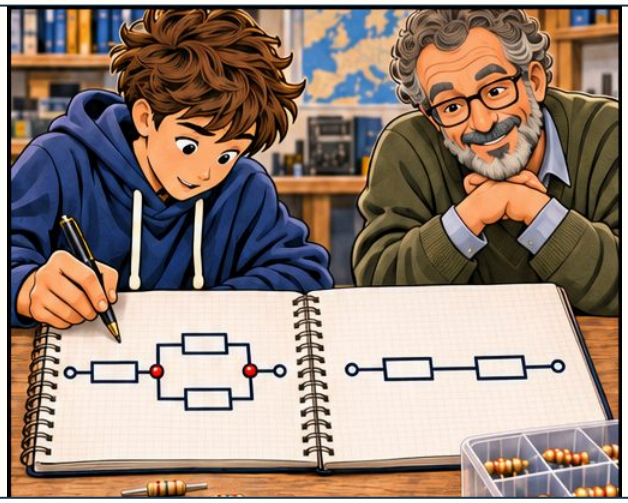
次に直列分を足し、1 000 + 500 = 1 500 Ωです。



各部品の電流を求めるため、元の図も残します。



合成抵抗は端子間を表しますが、内部の制約は消えません。



図の見た目だけで公式を選ばずに済む方法です。

中間電圧を作る



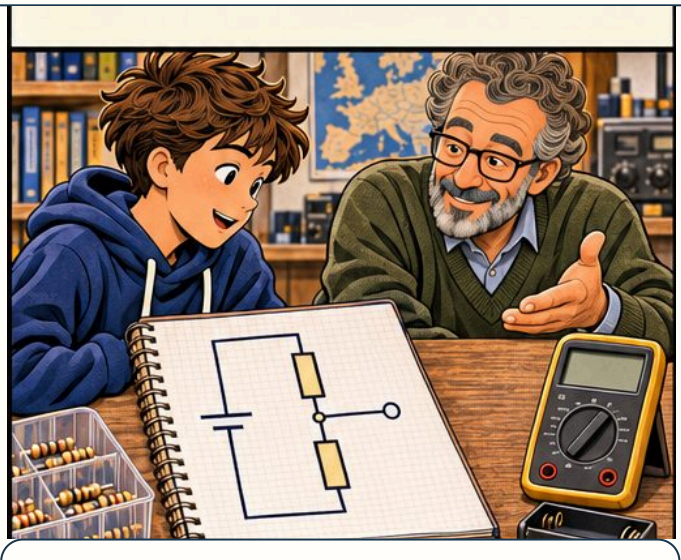
二つの直列抵抗で分圧器を作れます。



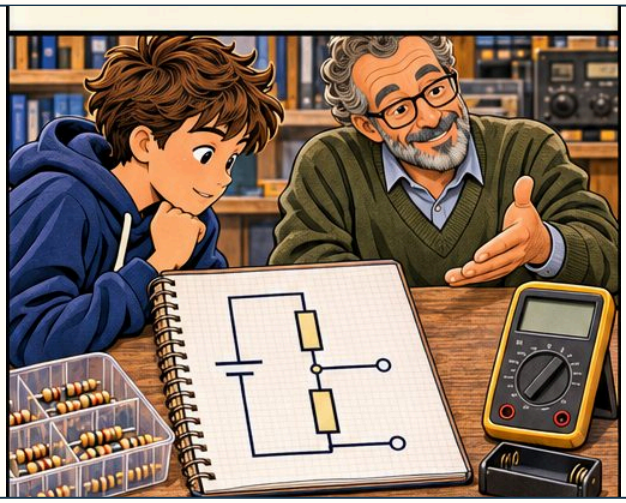
無負荷ではU出力 = U入力 × R2 / (R1 + R2) です。



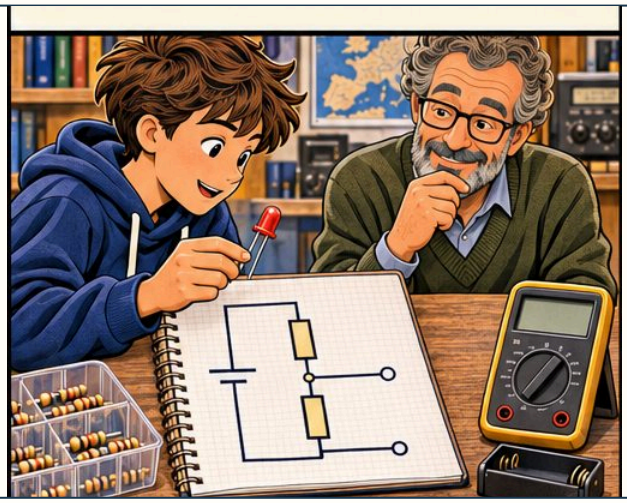
出力はR2の両端、つまり中点と基準点の間から取ります。



5 Vと1 kΩ二つなら、理想的には2,5 Vです。

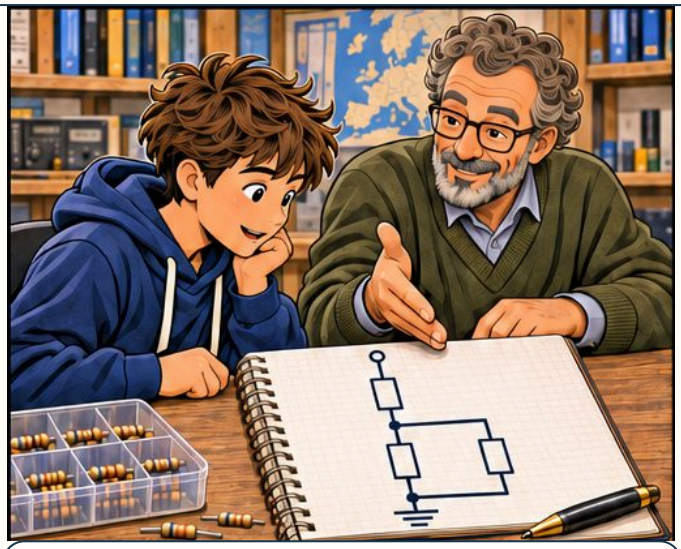


出力からほとんど電流を取り出さないことが前提です。

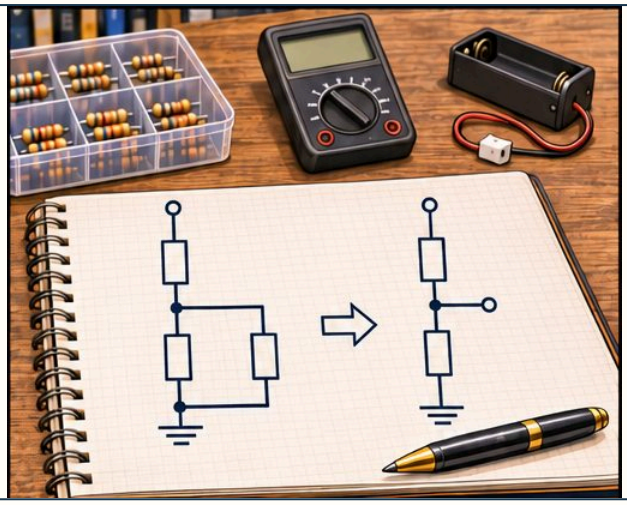


LEDをつなぎたいLucasに、Henriは変化を見せます。

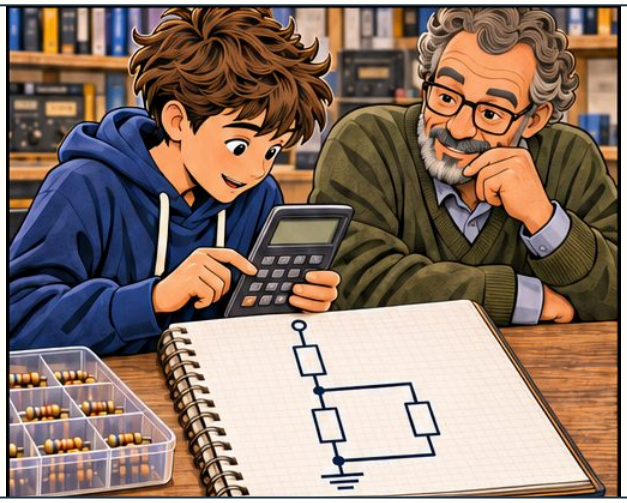
出力に負荷があると



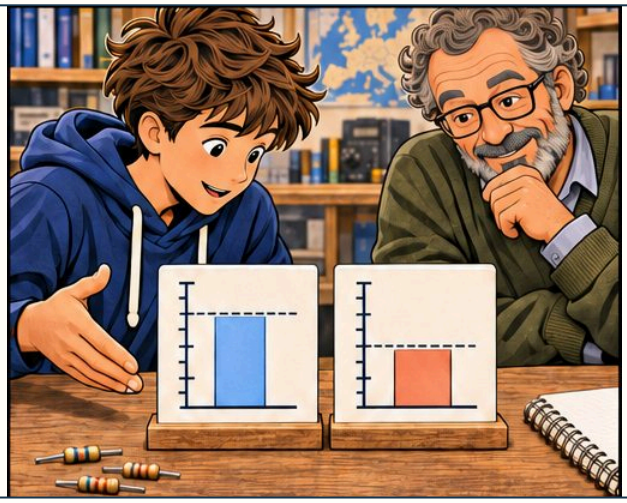
出力の負荷はR2と並列になります。



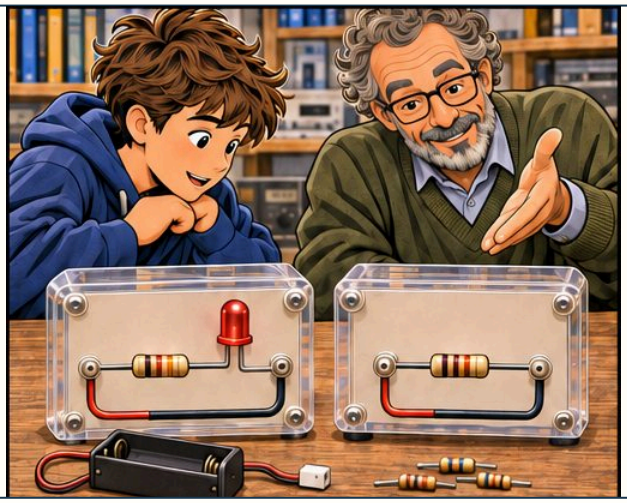
負荷が1 kΩなら、R2の1 kΩとの合成値は500 Ωです。



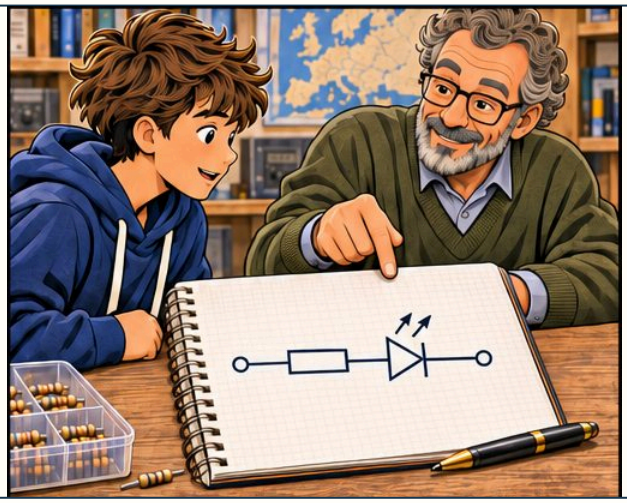
出力は5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 Vになります。



もはや2,5 Vではなく、負荷が分圧器を変えました。



LEDはオーム性負荷ではないため、この計算はその厳密なモデルではありません。



表示灯には予定どおり直列回路を使い、即席の分圧器にしません。

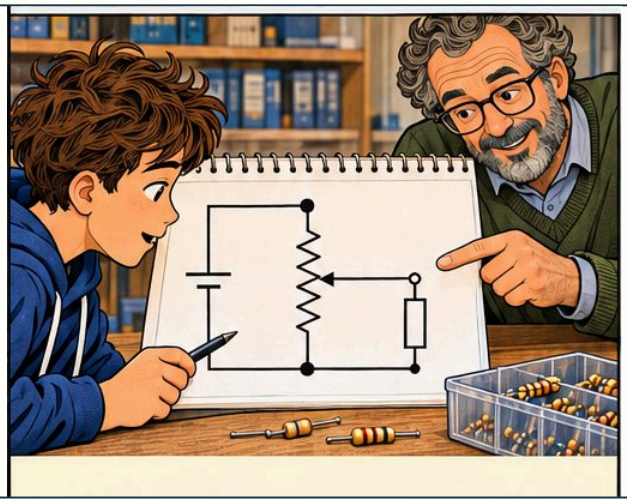
可変抵抗器の摺動子



ポテンショメータには抵抗体と可動接点があります。



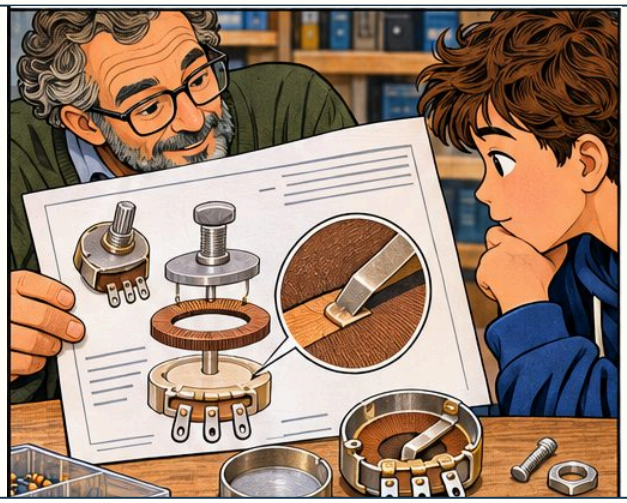
三端子で可変分圧器を作れます。



接点から取り出す電圧も負荷の影響を受けます。



回路に応じて二端子を使えば可変抵抗になります。

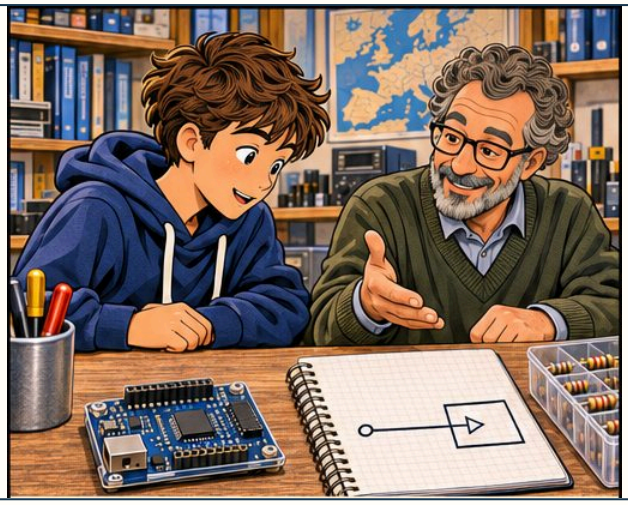


定格電力、接点電流、配線を確認する必要があります。

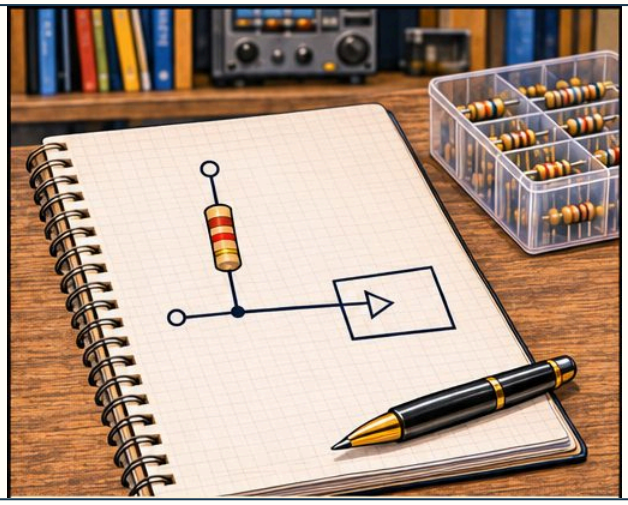


LucasはLEDの固定保護抵抗を省こうとはしません。

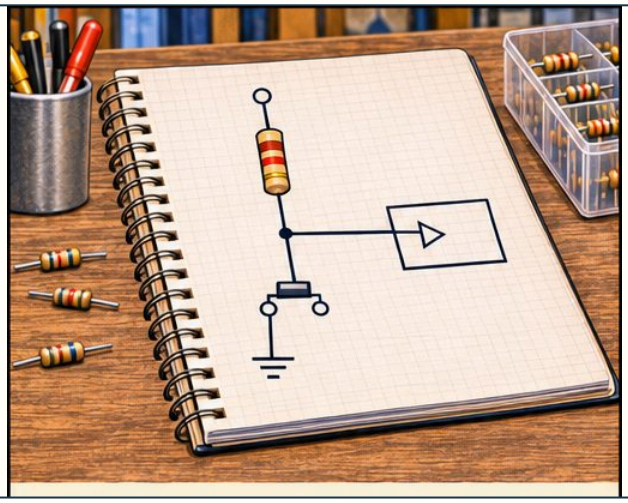
入力状態を決める



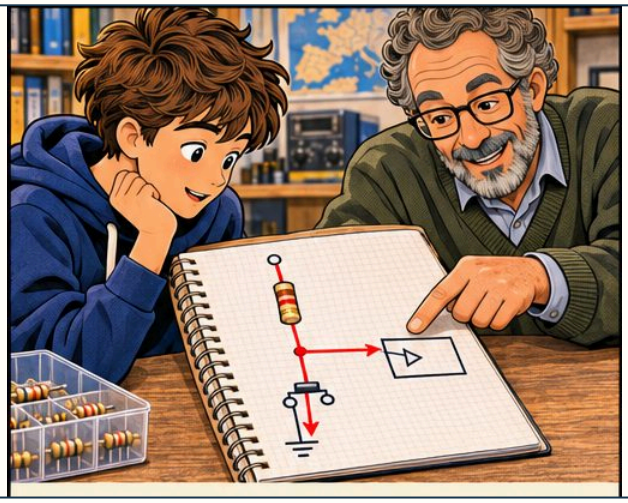
学習用基板で入力を浮かせると、状態が不確定になる場合があります。



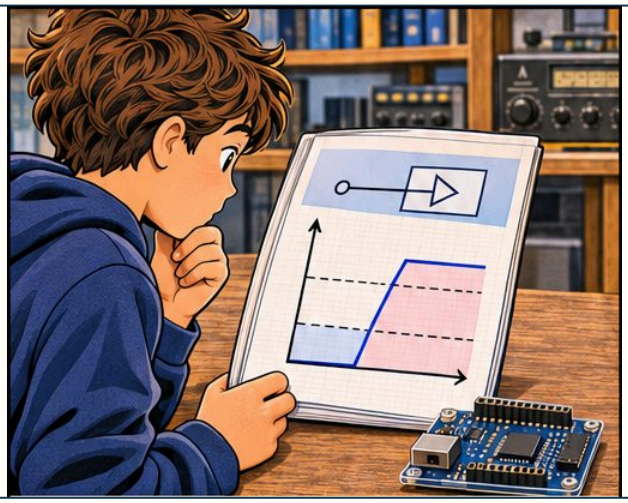
電源へのプルアップ抵抗が、通常時の入力を高レベルにします。



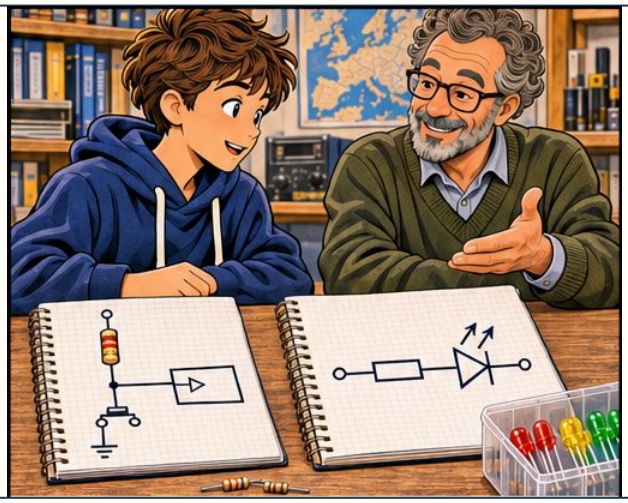
基準点につなぐボタンを閉じると低レベルになります。



このとき抵抗が電源とボタンの間の電流を制限します。



抵抗値は入力、しきい値、資料に従って決めます。

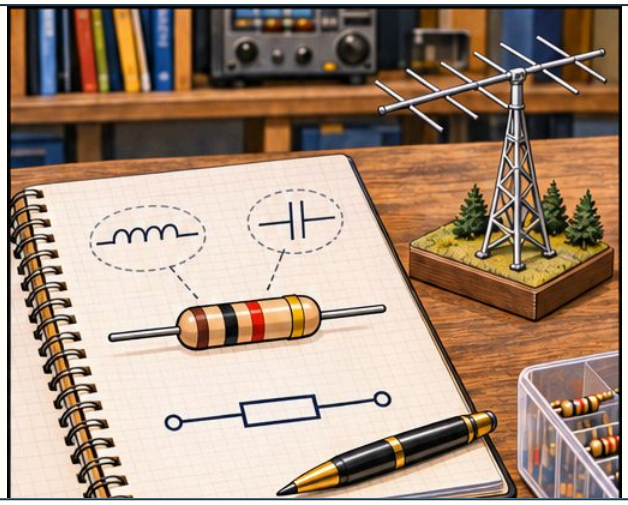


Henriは図で役割を示し、表示灯の回路は簡単なままにします。

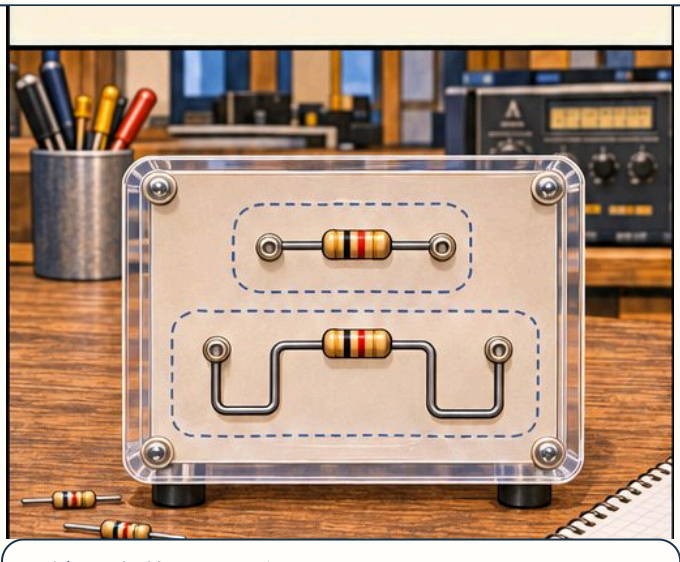
無線でのモデルの限界



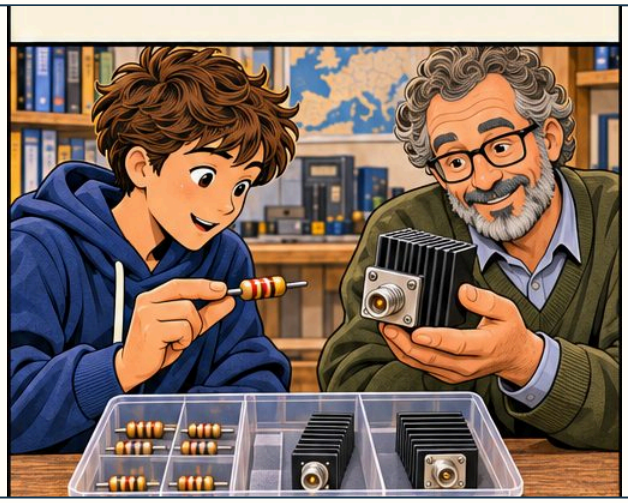
抵抗器は無線回路のバイアス、減衰、終端にも使います。



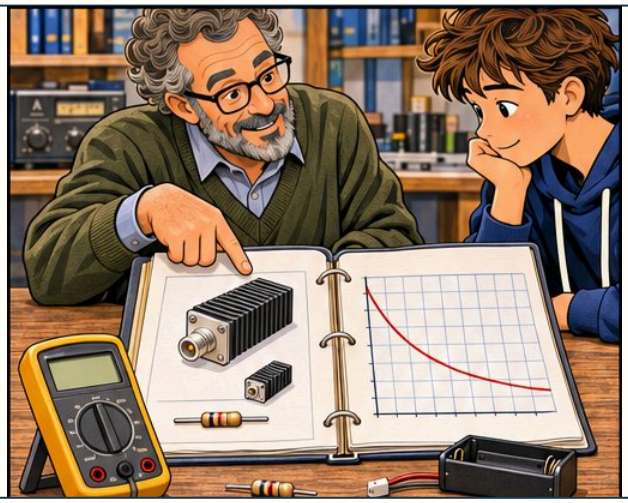
高周波では寄生インダクタンスや寄生容量が効くことがあります。



配線と実装にも影響があります。



どんな50 Ω抵抗でも適切なRF負荷になるわけではありません。



周波数帯、電力、構造が用途に合う必要があります。



LucasはRFの例を片付けます。この実習では送信しません。

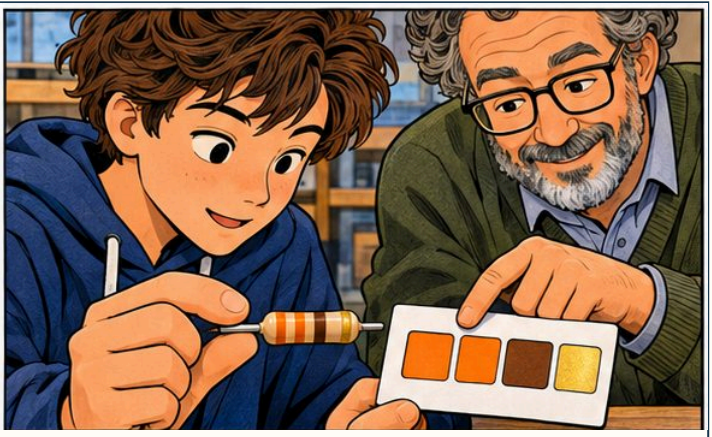
交換の記録



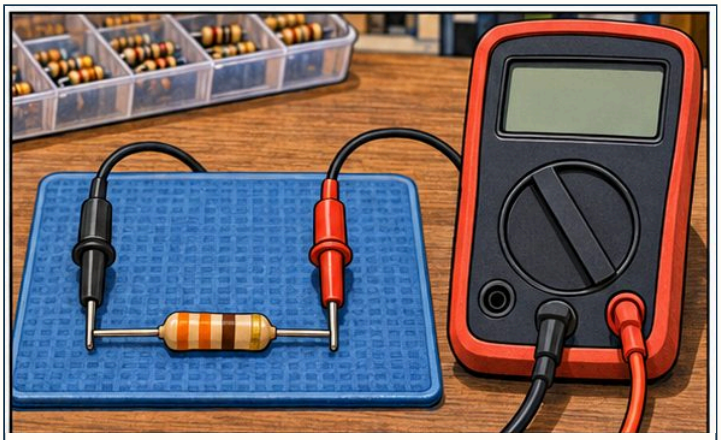
Lucasは回路図とLED、抵抗器の型番をまとめます。



資料に基づく例では330 Ω、±5 %、0,25 Wの選択を保ちます。



橙、橙、茶、金を色表で確認します。



新品の抵抗は通電回路から離し、単独で測定します。

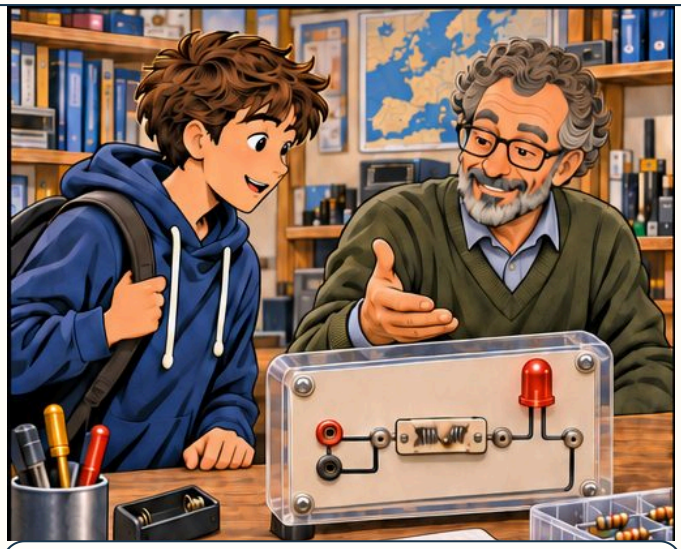


読み値が許容差とテスターの不確かさに整合するか確認します。

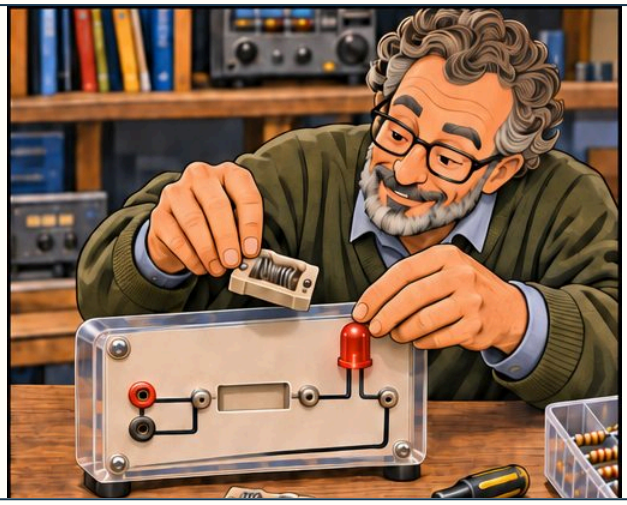


Henriは資料を点検します。計算と測定は補い合います。

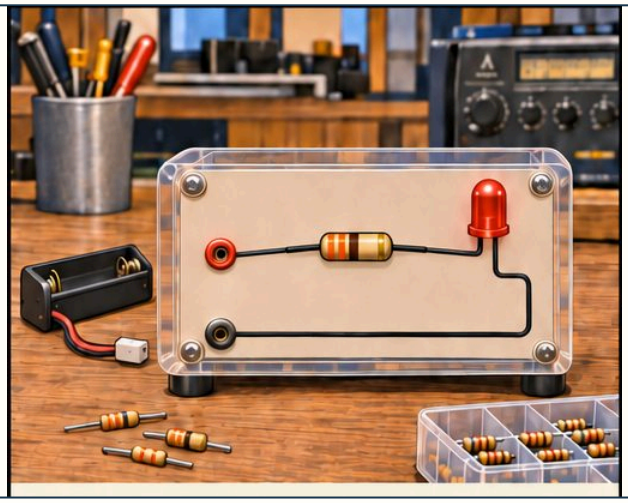
手順に沿って組み直す



交換中はパネルの電源を外したままにします。



Henriは傷んだソケットを調べ、指定の接続部品を交換します。



無理な力をかけず、遊んだ線を残さずに新品抵抗を差します。



Lucasは電源、抵抗、LED、戻りのループをたどります。

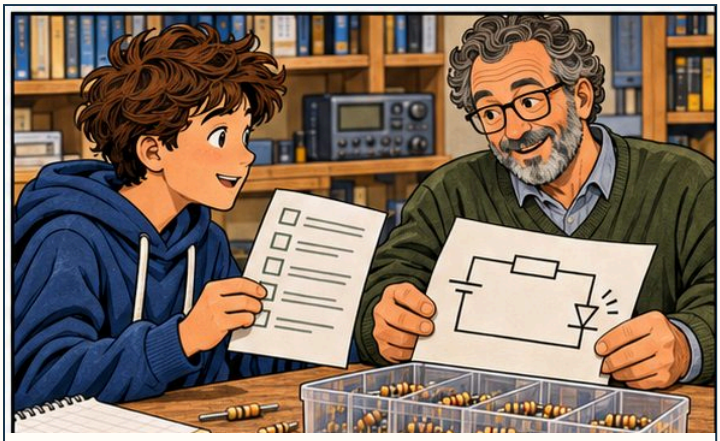


LEDの極性は回路図と資料に一致しています。

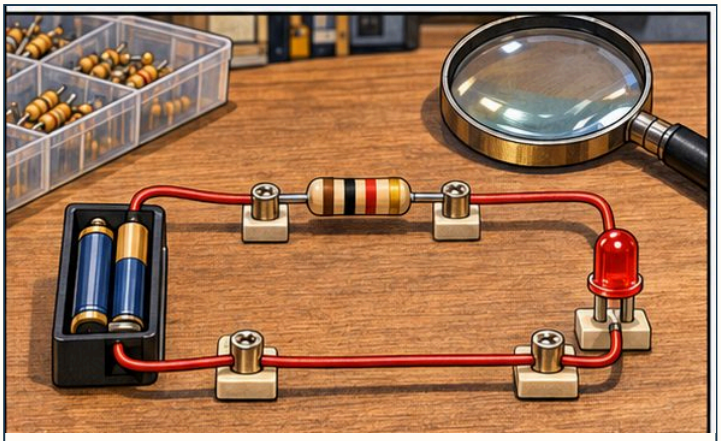


疑わしい部品は観察記録と分けて保管し、再使用しません。

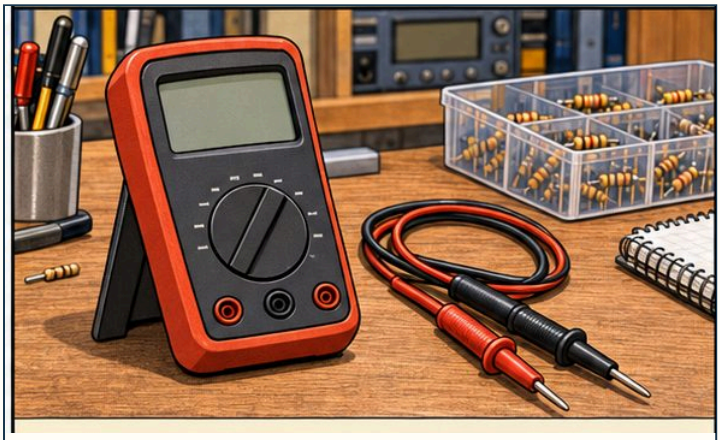
互いに確認



電源を戻す前に、それぞれ相手の作業を確認します。



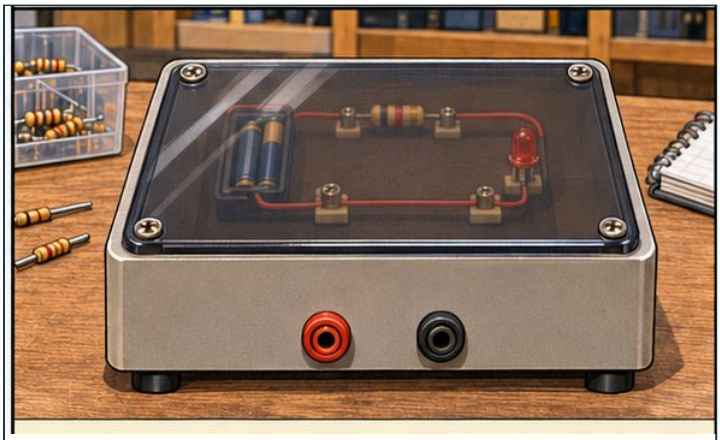
短絡、忘れ物、抵抗を迂回する接続を探します。



抵抗計のコードはパネルから外してあります。



Henriは電源を5 Vに設定し、適切な電流制限を準備します。

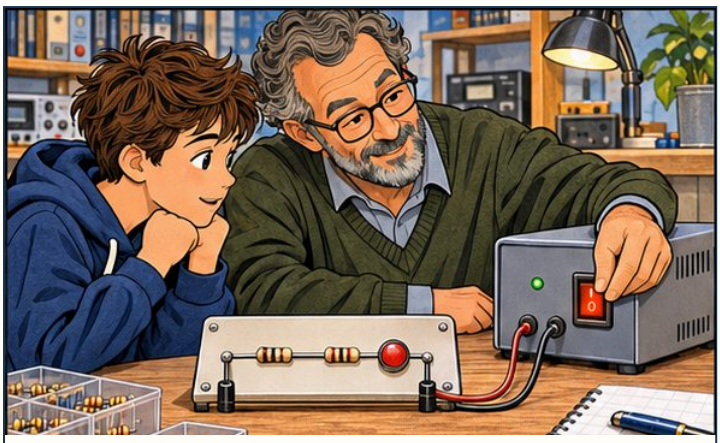


説明書どおりパネルを閉じ、接続部を保護します。



Lucasは、適度な電流ではっきり光る表示灯を予想します。

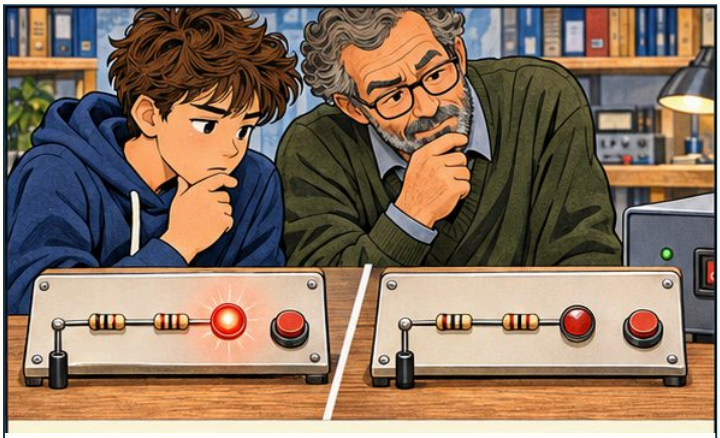
慎重な初回試験



Henriが閉じたパネルに通電し、誰も接続を動かしません。



表示灯は点灯し、ボタンを放すと消えます。



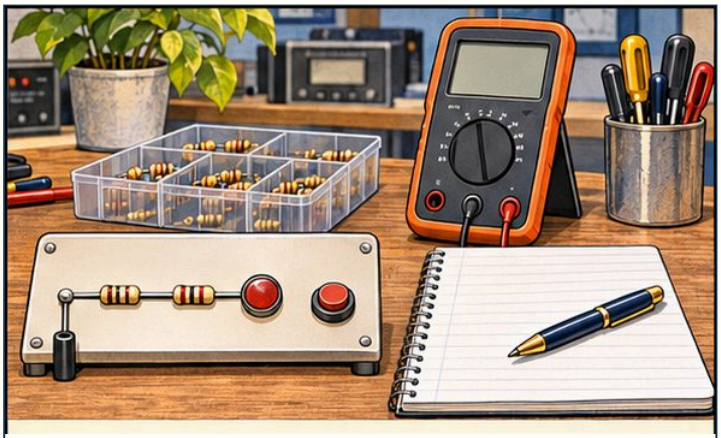
再試験では動作にためらいが見えます。



Lucasは電圧を上げようと言いかけ、手順を思い出します。



電源を切って外してから、診断を再開します。

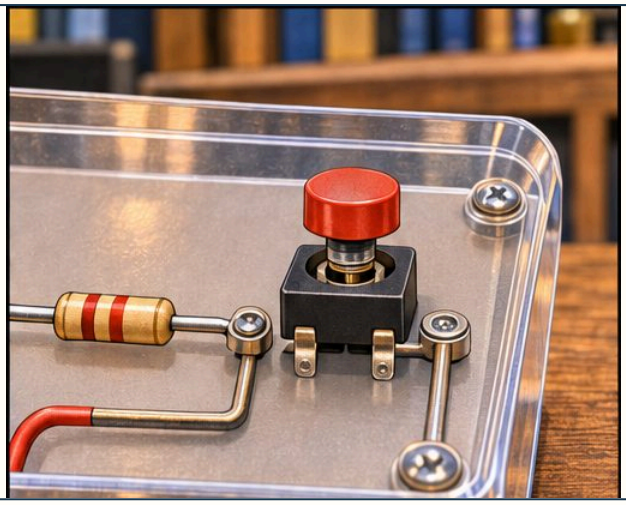


一度光っただけでは準備完了とは言えません。

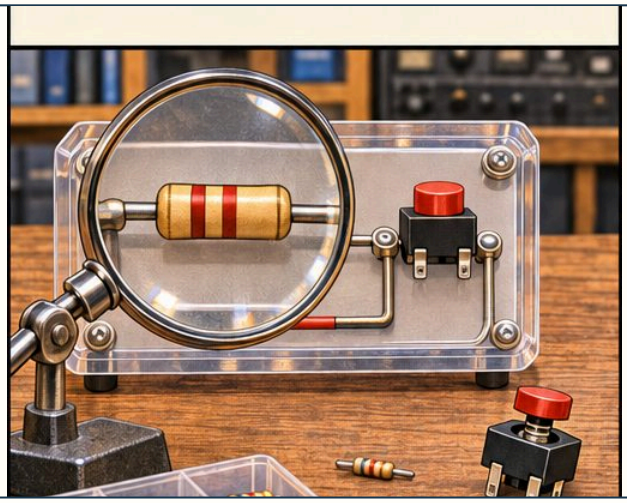
もう一つの原因



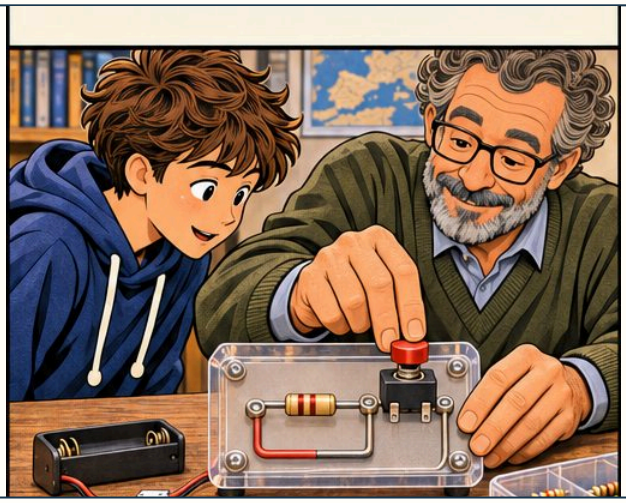
安全確認後、無通電で電流経路を調べます。



ボタンの着脱式コネクターが十分に差さっていません。



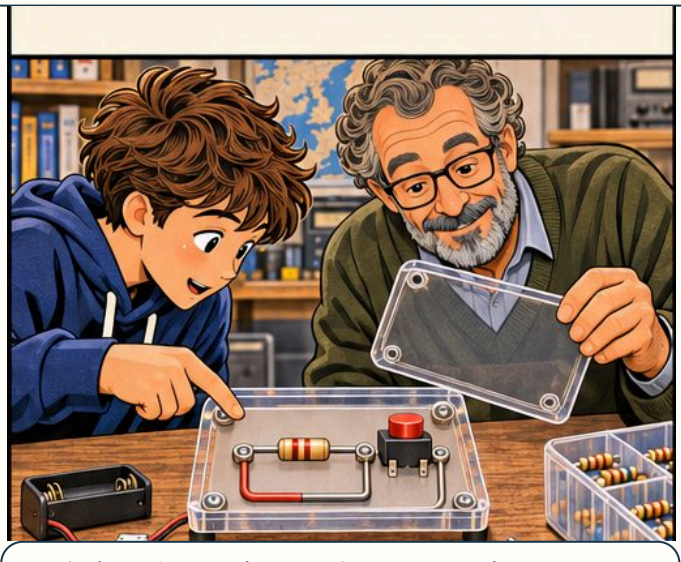
抵抗が正しくても、接続不良はそれだけでは直りません。



Henriはコネクターを差し直し、固定を確認します。



Lucasは疑わしい部品と接続不良を別の手掛かりとして記録します。

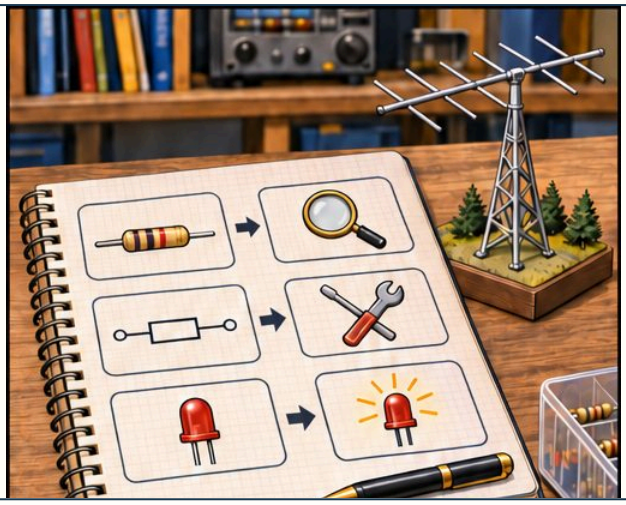


再試験の前に、全ての確認をやり直します。

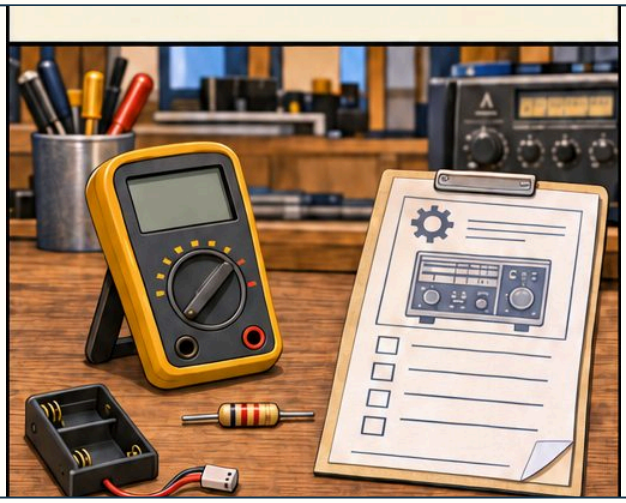
一度に一つずつ観察



もう複数の部品を同時には変更しません。



段階ごとに症状と確認内容をノートへ残します。



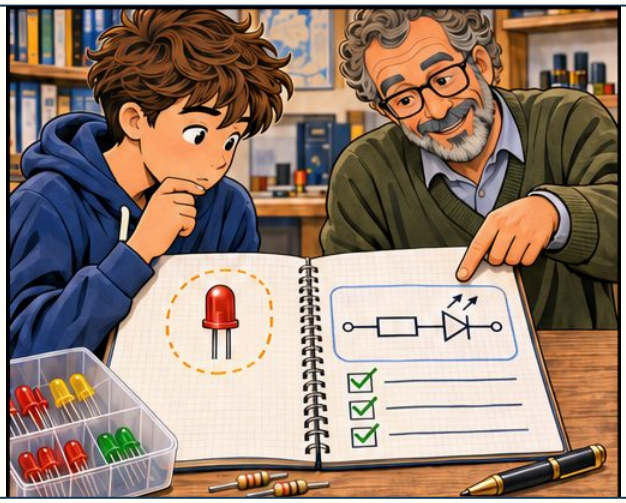
抵抗計の値が正しくても、動作時の全ては保証されません。



外観点検、部品の限界、所定の試験で測定を補います。

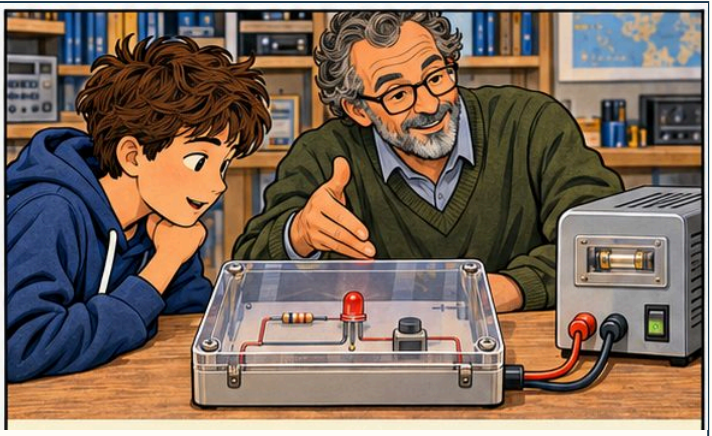


異常があれば停止し、電源を外して調査を再開します。



最初の案を急ぎ過ぎた理由を、Lucasは説明できます。

表示灯が期待どおりに



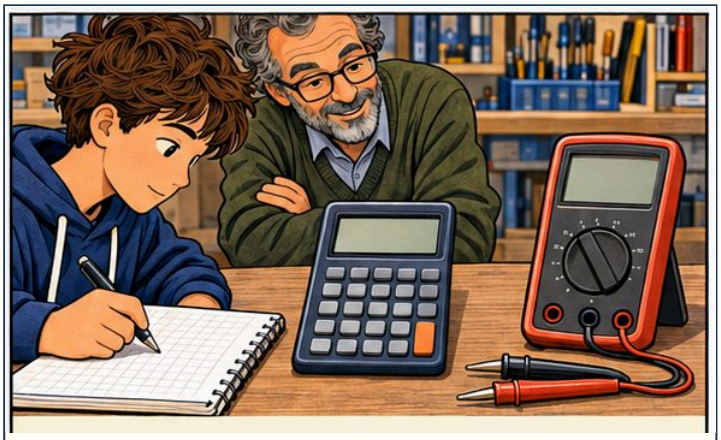
閉じたパネルに、所定の手順で再び通電します。



実演では表示灯が安定してボタンに応答するようになりました。



Henriが動作を見守り、Lucasは予想と比較します。



計算した電流を、実測値としては示しません。



ノートでは計算、確認、試験の観察を区別します。

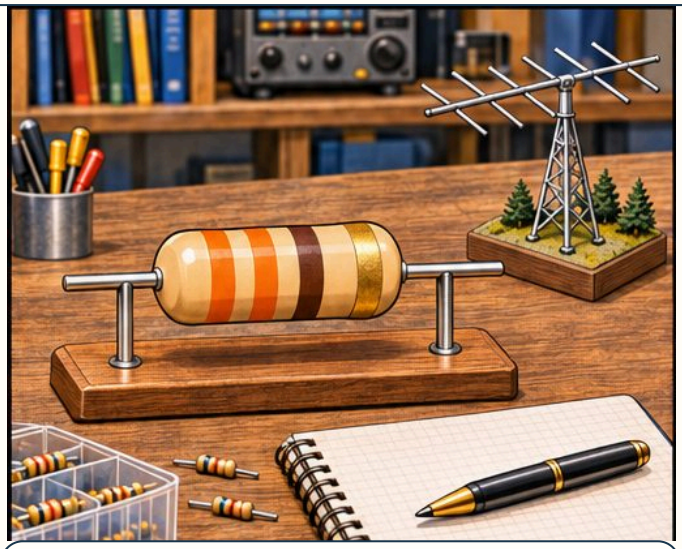


展示への運搬準備の前に、電源を切ります。

選択の理由を説明



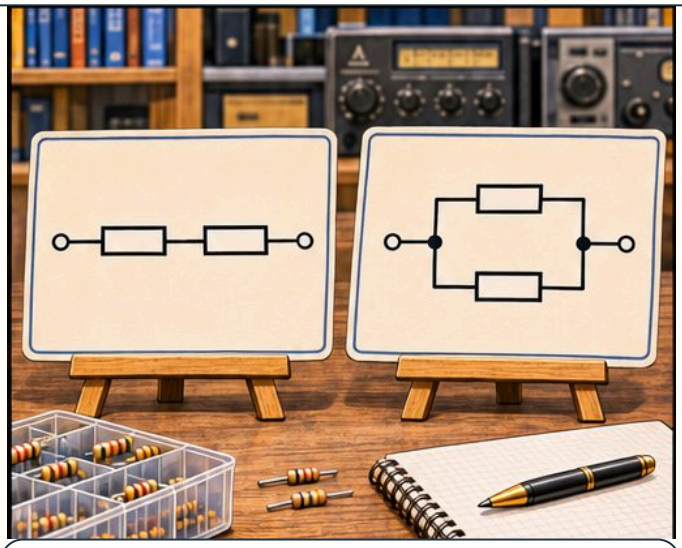
展示でLucasは拡大した抵抗器の模型を来場者に見せます。



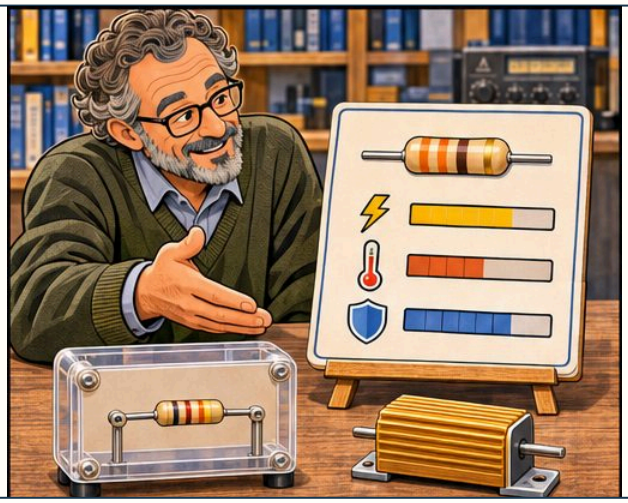
帯、公称値、許容差を説明します。



図ではLEDの電流を制限する直列抵抗を示します。



別の図で直列と並列を比べます。



Henriは、なぜ電力と使用条件も確認したのか尋ねます。

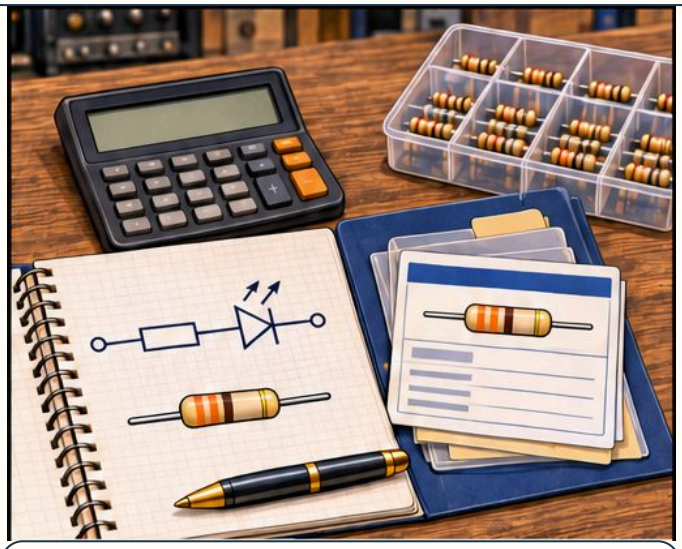


「回路に本当に合う部品を選ぶためだよ」とLucas。

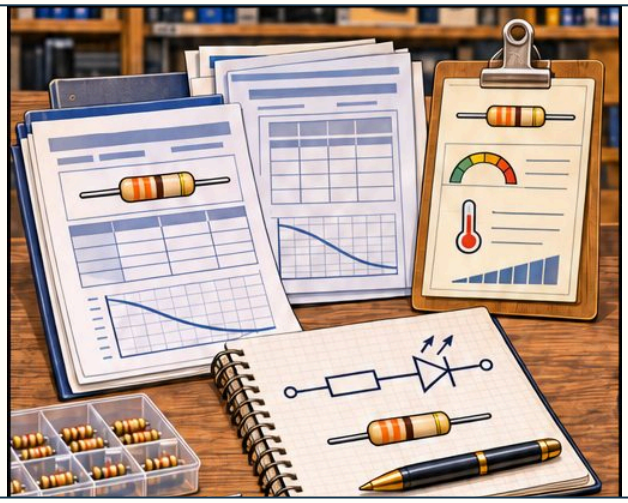
次の人のためのノート



記録は、体験パネルの表示灯が必要という目的から始まります。



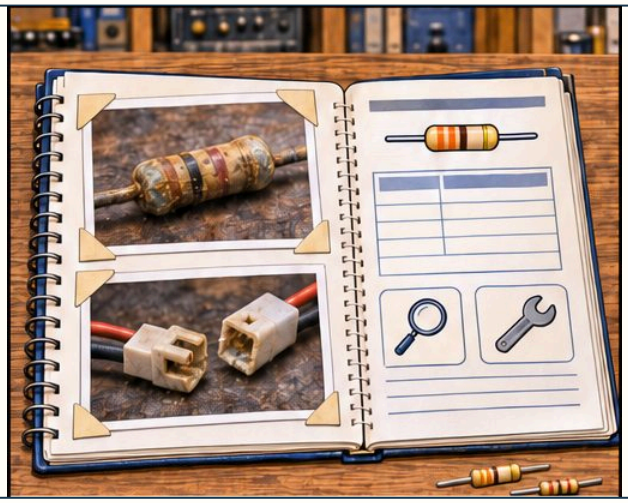
仮定、公式、330 Ωの選択を残します。



許容差、電力、部品型番も回路図と一緒に保存します。



手順には無通電で、必要なら分離して抵抗を測ることを記します。



故障の観察記録は、次の実習の調査に役立ちます。

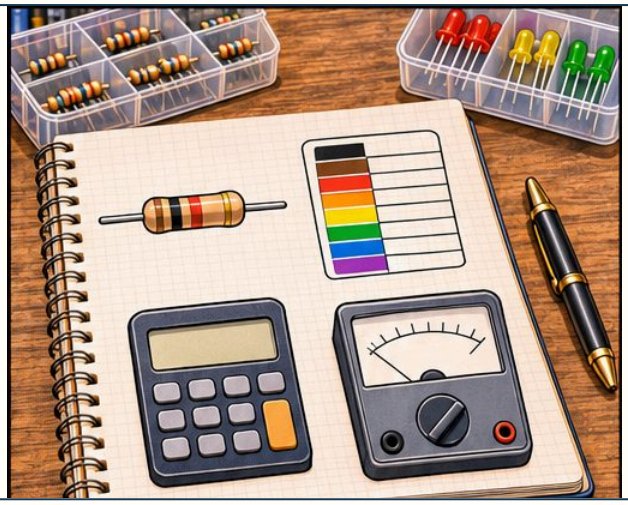


Henriは整理をLucasに任せます。学びが共有になりました。

小さな部品、大きな方法



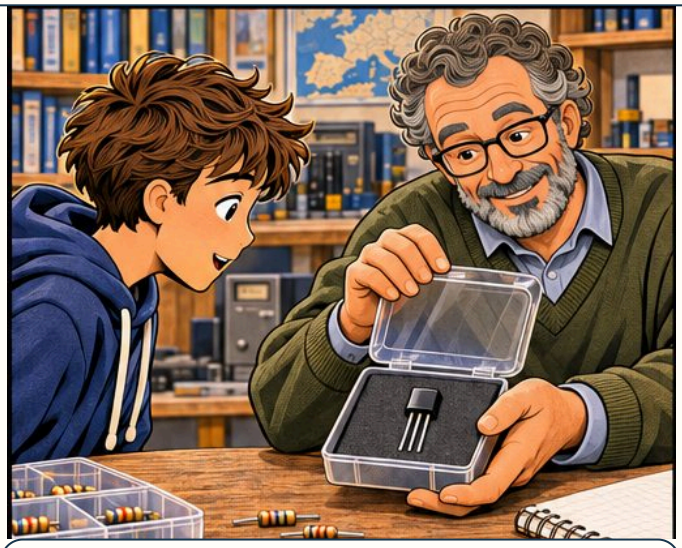
展示が整い、Lucasは小さな抵抗器を新たな目で見ます。



読む、計算する、選ぶ、測る。それぞれが問いに答えます。



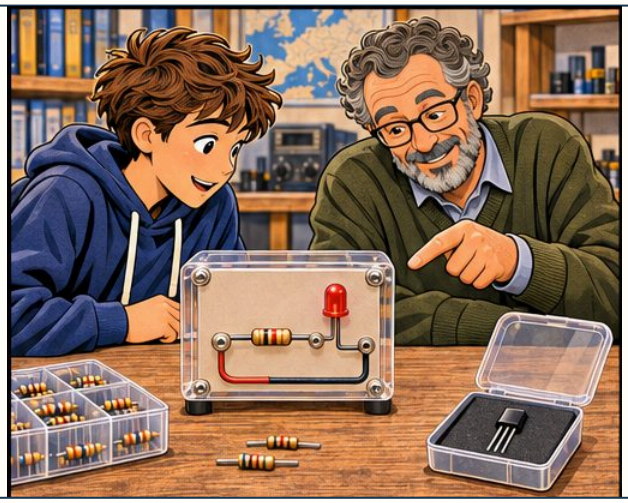
表示灯は単なる光から、人に伝えられる説明になりました。



別の箱からHenriが三本脚の部品を見せます。



「もっと大きな電流を制御できるの？」とLucas。



次の調査は第08巻、トランジスターで待っています。