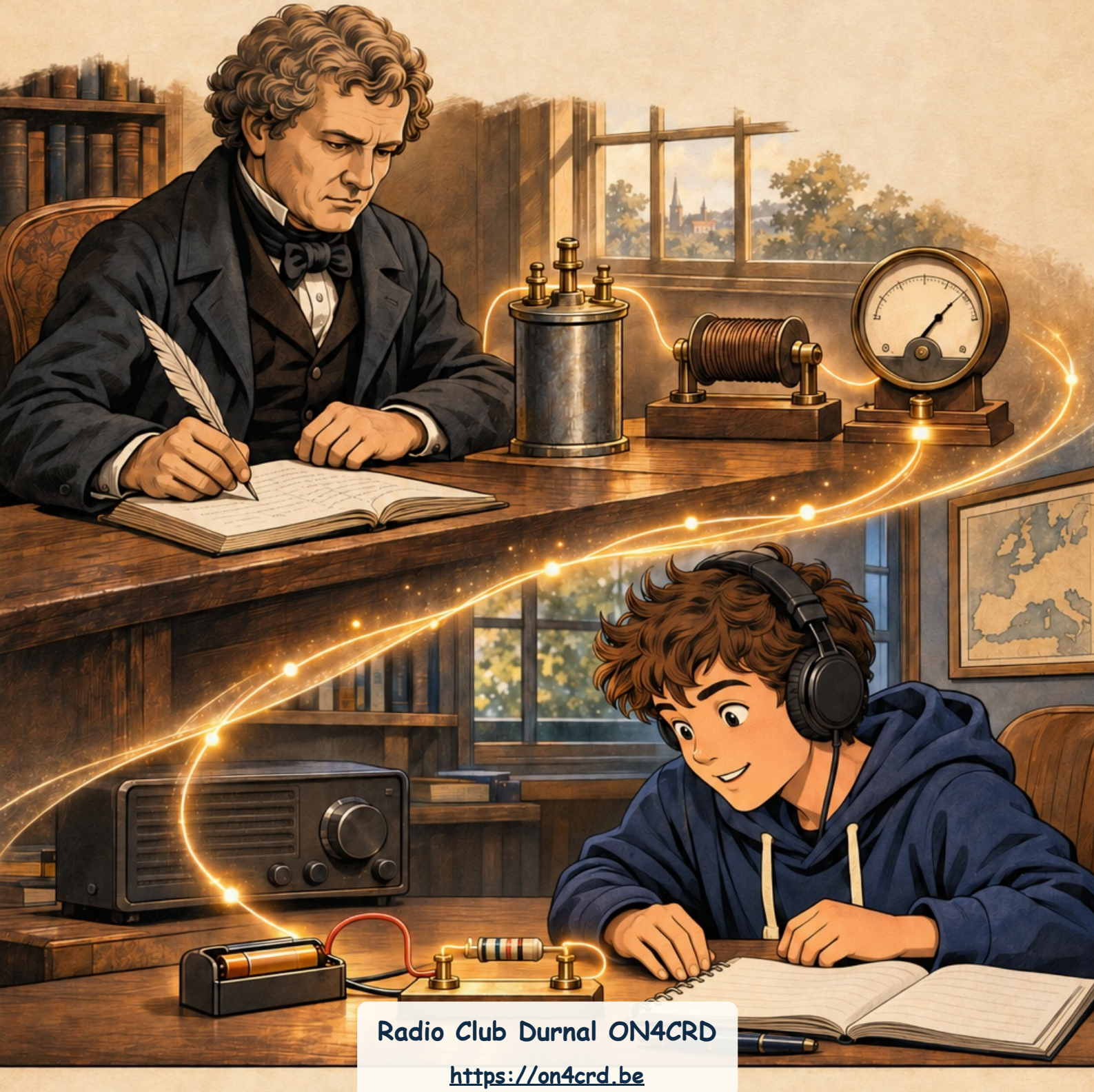
ON4CRD

Svazek 04

Objev Ohmova zákona



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právní upozornění

Svazek 04 · Objev Ohmova zákona

Vydavatel webových stránek : Radio Club Durnal ON4CRD

Manažer publikace : Výbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právní upozornění

Duševní vlastnictví

Texty, obrázky, dokumenty, loga a materiály zveřejněné na těchto stránkách zůstávají majetkem příslušných autorů nebo klubu. Jakákoli reprodukce nebo opětovné použití musí respektovat zdroj, příslušná práva a veškerá svolení autora.

Odpovědnost

Klub pracuje na zveřejňování užitečných a ověřených informací, ale nezaručuje absenci chyb, opomenutí nebo přerušení. Technické nebo regulační informace musí být porovnány s oficiálními zdroji, pokud podporují rozhodnutí.

Ilustrace vytvořené s pomocí umělé inteligence.

Otázka v klubu



Po prvním QSO se Lucas vrací do klubové dílny.



Malý rezistor čeká vedle zápisníku.



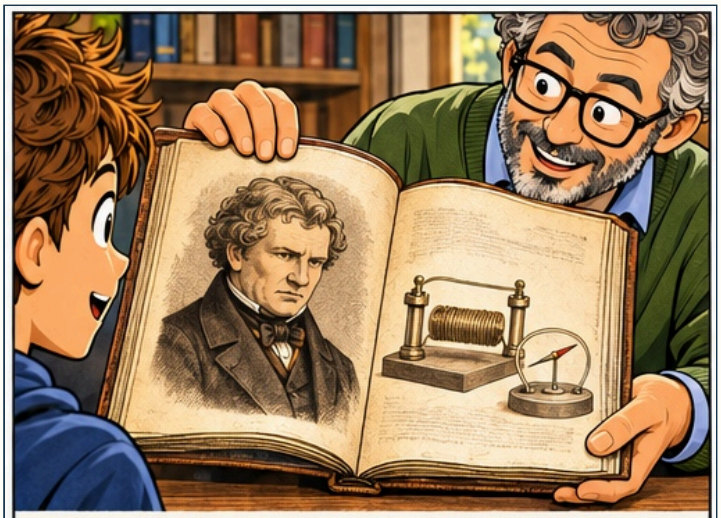
Jak může tak nenápadná součástka řídit tolik výpočtů?



Henri navrhuje pátrání a potom pokus.



Společně připraví ukázku pro návštěvníky.

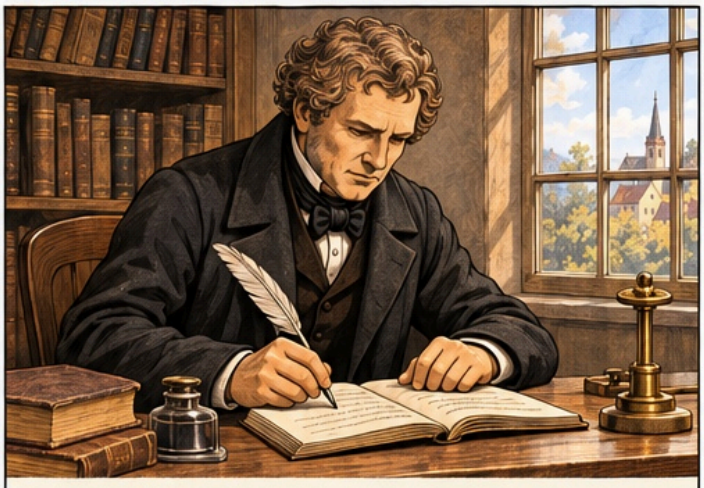


První stopa má jméno: Georg Simon Ohm.

Tvář za jménem



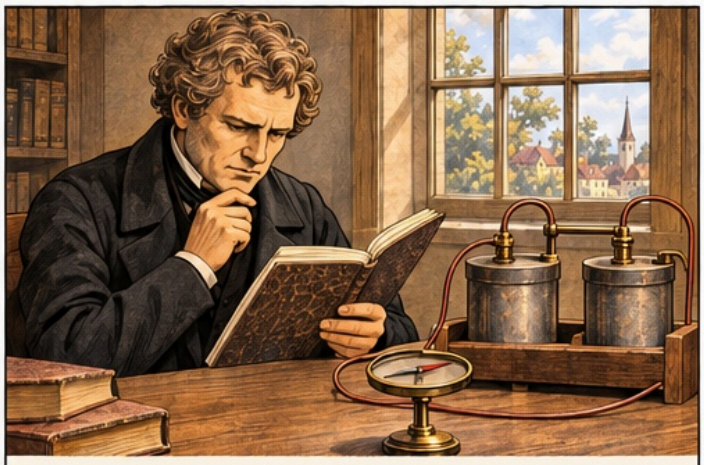
V knize se objevuje muž s kudrnatými vlasy.



Georg Simon Ohm učí a zkoumá elektrické jevy.



V jeho době již existují baterie a vodivé dráty.



Spojit pozorování zákonem vyžaduje trpělivou práci.



Chlapec si představuje ticho staré dílny.

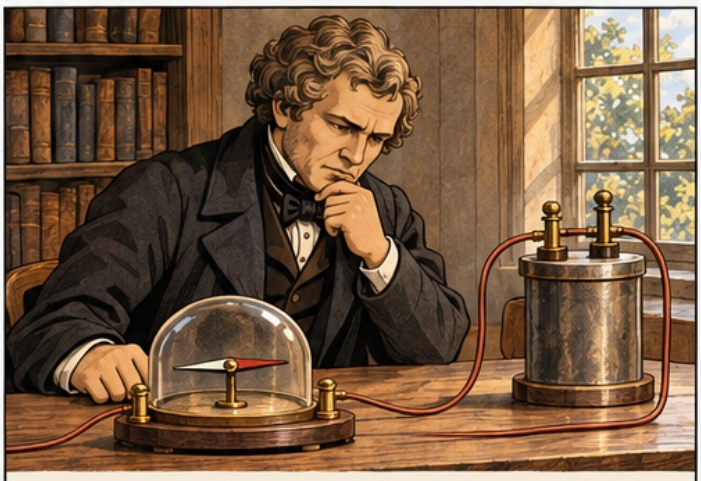


Příběh je zavádí k Ohmovu výzkumu.

Před rádiovými stanicemi



Jsme v desetiletí začínajícím rokem 1820, dávno před radioamatérstvím.



Ohm chce pochopit proudění elektřiny.



Nepřipravuje moderní vysílač ani vzdálené spojení.



Jeho stůl zabírají pokusy s vodiči.

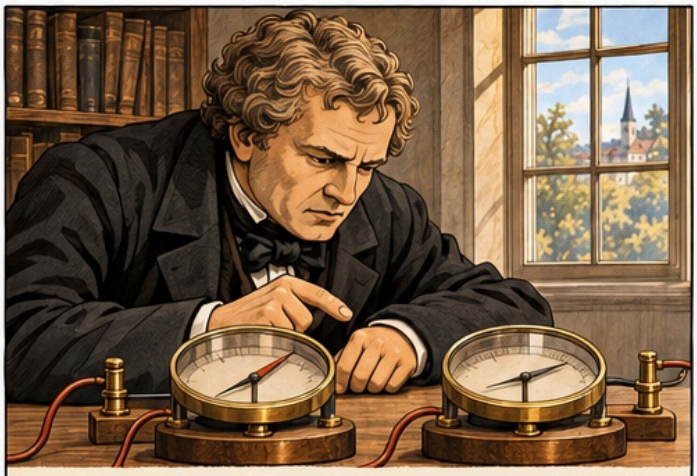


Hledá vztah, který lze ověřit.

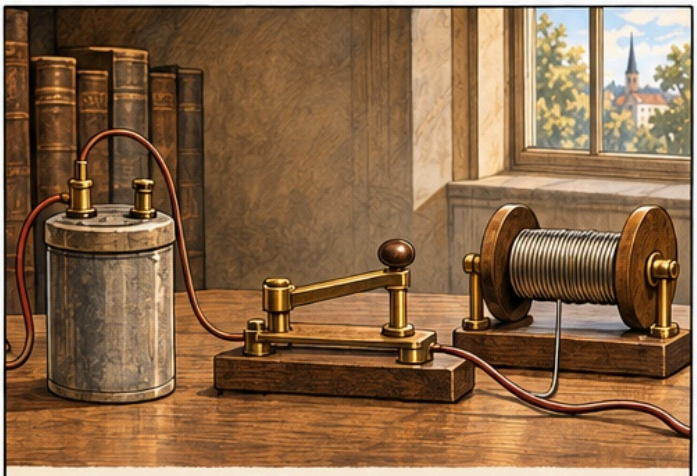


Přesná otázka pomůže více než ukvapeně přijaté vysvětlení.

Když výsledky kolísají



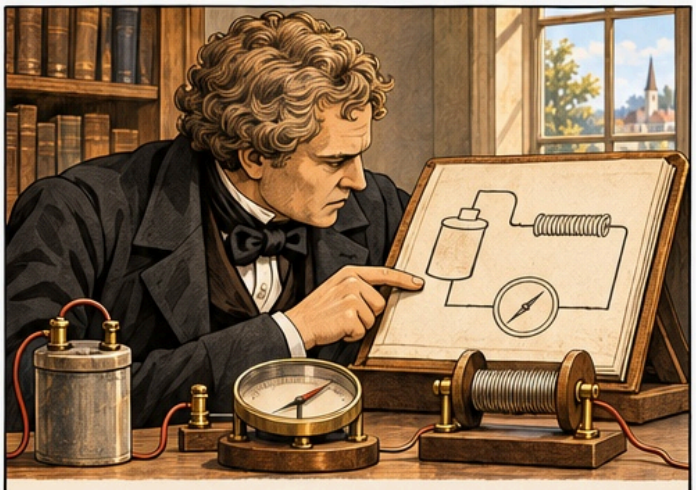
Pokus nedává vždy stejný výsledek.



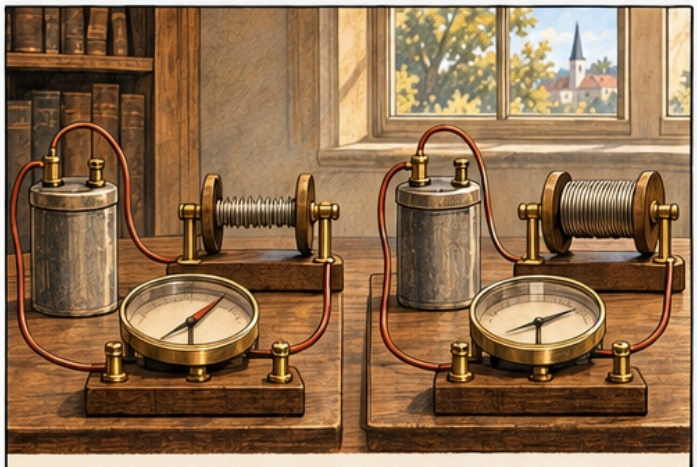
Měnit se mohou i zdroj a kontakty.



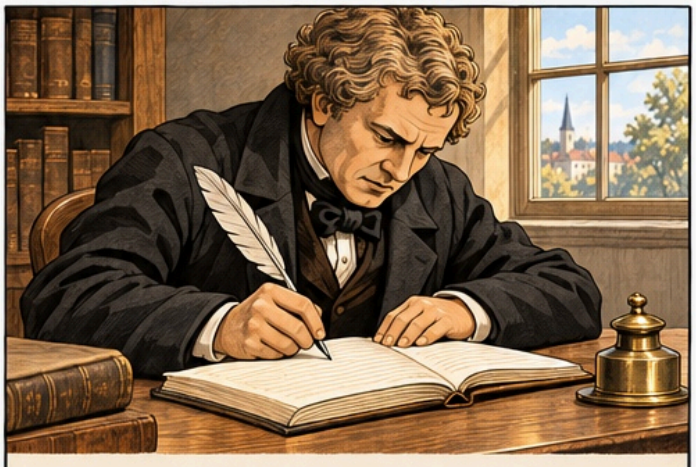
Okamžitě obvinit drát by rozdíly nevysvětlilo.



Ohm znovu kontroluje podmínky pozorování.



Hledá, co se mění a co musí zůstat stálé.



Objev začíná touto pozorností.

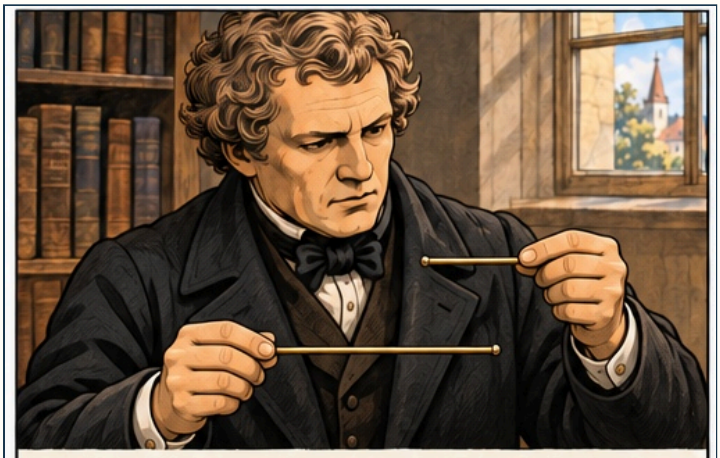
Jedna otázka po druhé



Při porovnání musíme vědět, co se změnilo.



Změnit všechno najednou by odpověď zamlžilo.



Dva dráty lze porovnat podle zvoleného znaku.



Ostatní podmínky mají zůstat co nejpodobnější.

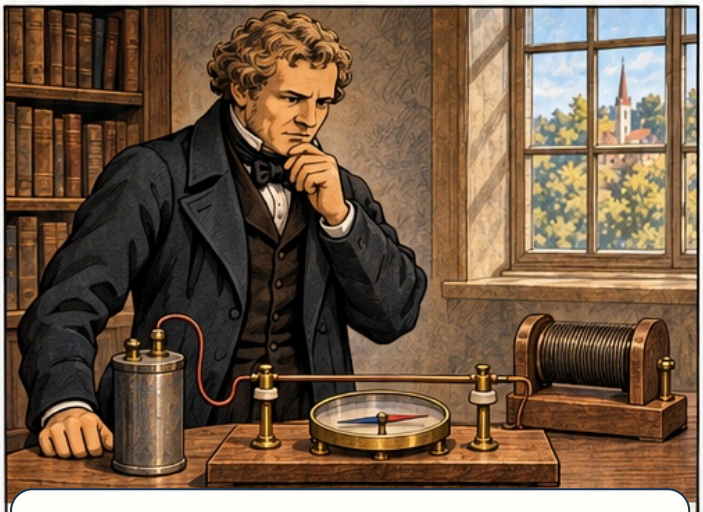


Poznámky uchovávají každý pokus.

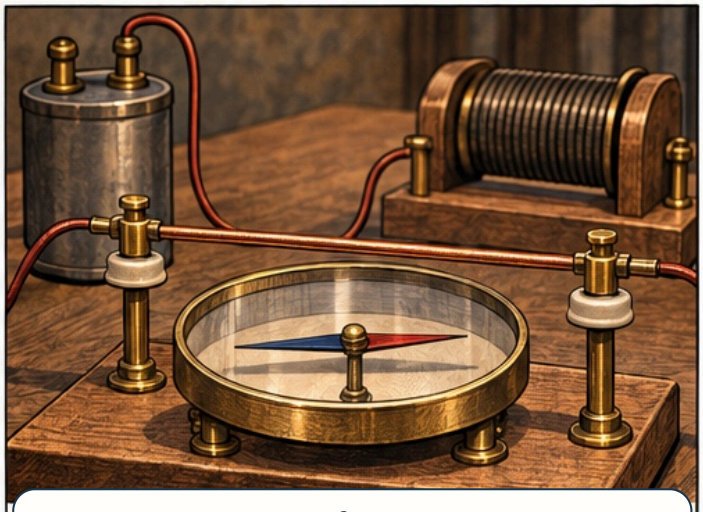


Chlapec tuto metodu pozná ve vlastní dílně.

Přístroje své doby



Ohmovy přístroje nevypadají jako naše multimetry.



Magnetická střelka může ukázat účinek proudu.



Výchylka se stává vodítkem pro pečlivé srovnání.



Přístroji musíme rozumět, abychom vyložili jeho odezvu.



Kniha líčí výzkum, není návodem k domácímu napodobení.

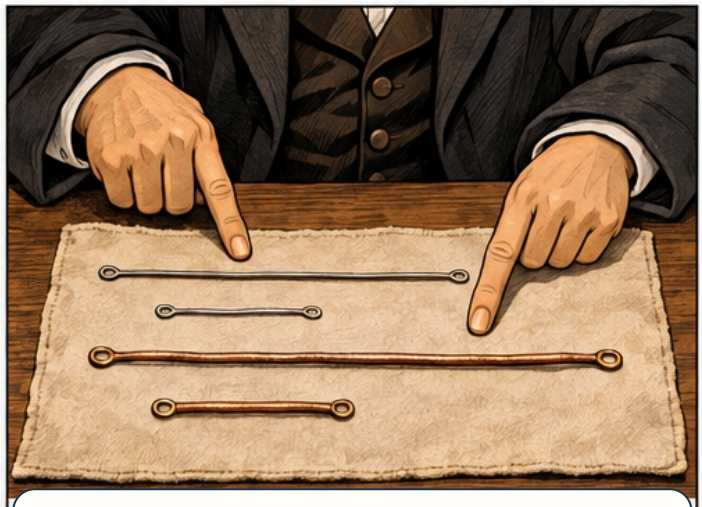


V klubu použijí vhodné moderní učební vybavení.

Drát klade odpor



Materiál a tvar vodiče ovlivňují proud.



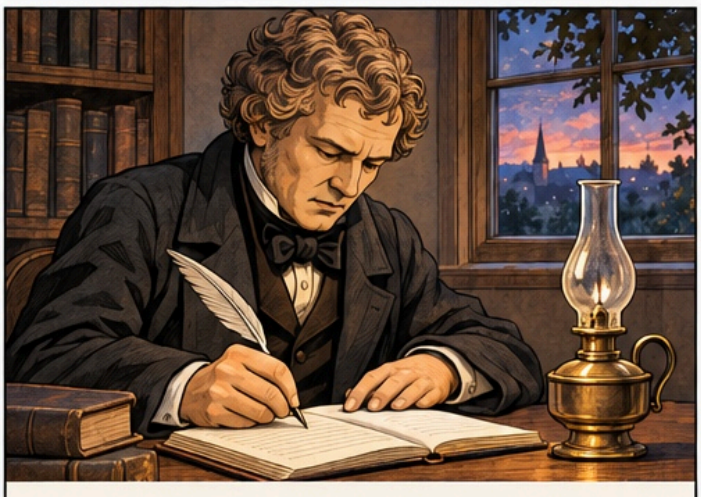
U stejného materiálu záleží na délce a průřezu.



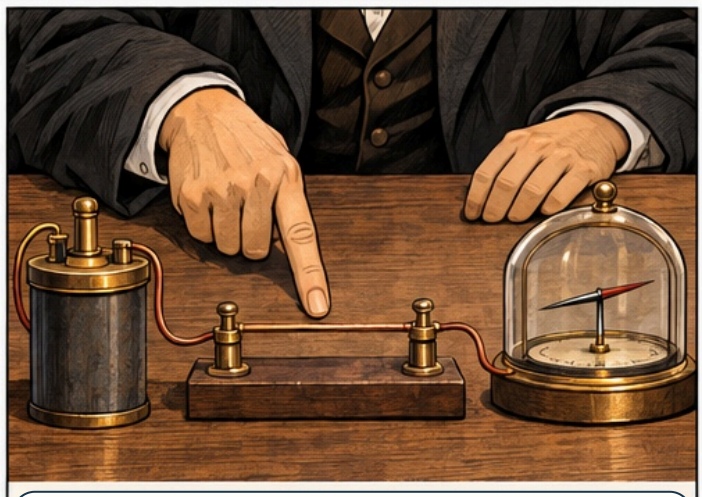
Jediné pozorování zákon nestanoví.



Je třeba srovnávání a souvislý popis.



Ohm pokračuje v měření a přemýšlení.

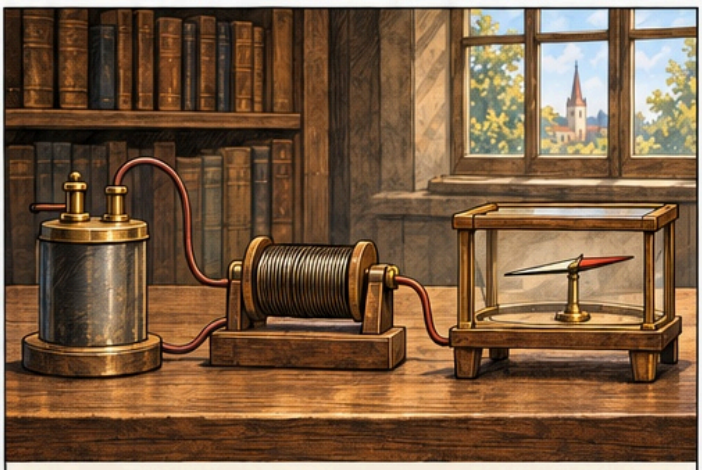


Odpor získá místo mezi elektrickými veličinami.

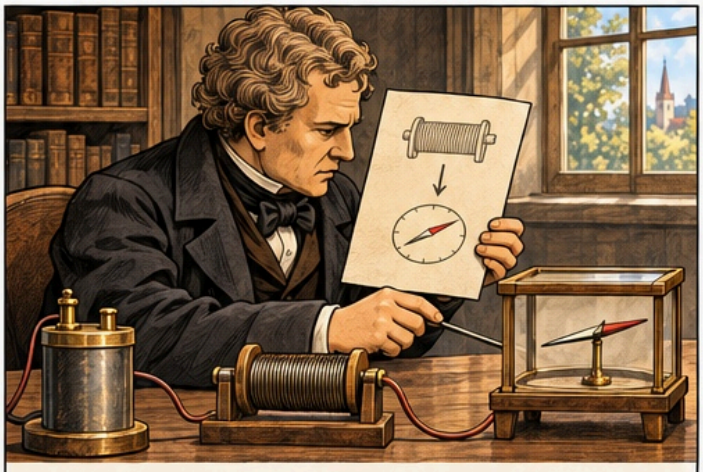
Od pozorování ke vztahu



Vědec nechce jen sbírat čísla.



Spojuje elektrickou příčinu, proud a vodič.



Užitečný vztah také předpovídá výsledky.



Je nutné určit podmínky jeho platnosti.



V klubu chlapec píše: pozorovat a předvídat.

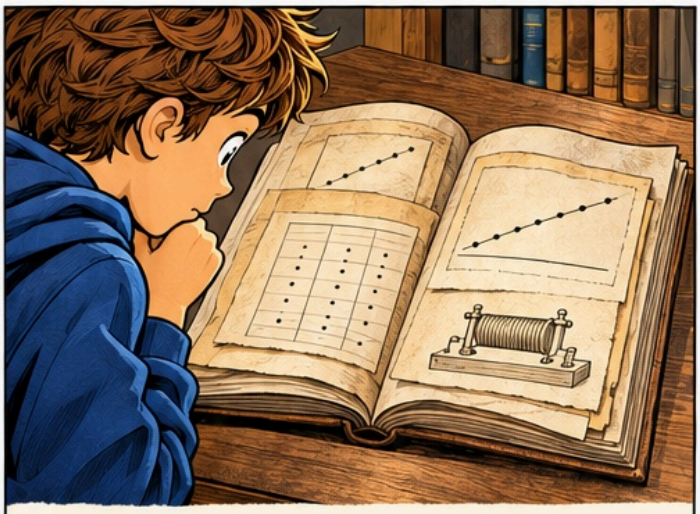


Jeho pátrání se mění v metodu.

Zápisník propojuje



Stará stránka může obsahovat pokusy, pochybnosti i opravy.



Samotný vzorec skryje cestu výzkumu.



Chlapec si chystá zápisník pro vlastní pozorování.



Oddělí vypočtené a naměřené hodnoty.

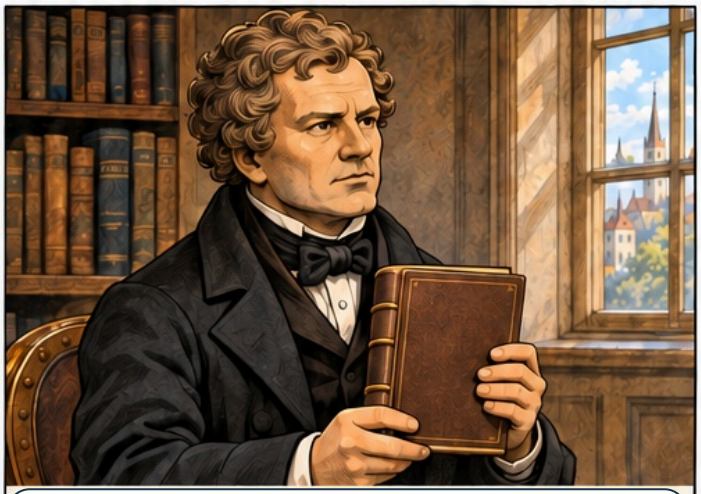


Zaznamená také zapojení a jednotky.



Pochopit bude užitečnější než odříkávat.

Kniha z roku 1827



Roku 1827 vydává Ohm matematickou práci o galvanickém obvodu.



Kniha podrobně rozvíjí jeho výzkum.



Věda nabízí vztahy, které mohou zkoumat další.



Ohmovo jméno ponese i jednotka odporu.



Chlapec hledí na malou součástku jinak.



Teď i on propojí myšlenku s pozorováním.

Klubový pokus



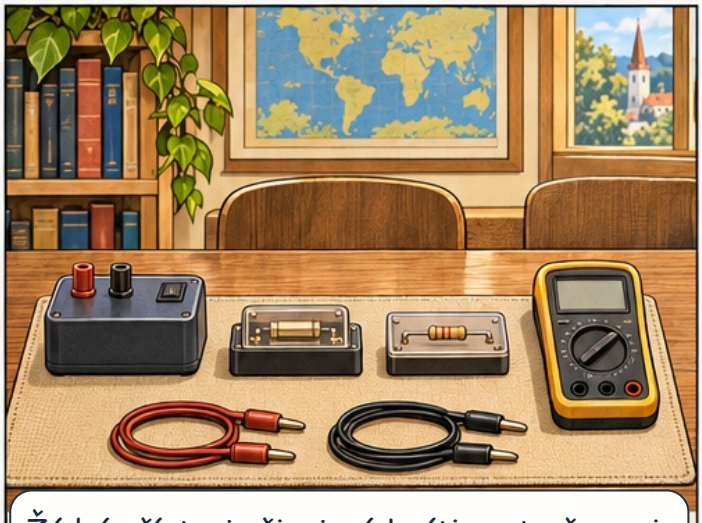
Volí jednoduchý stejnosměrný obvod.



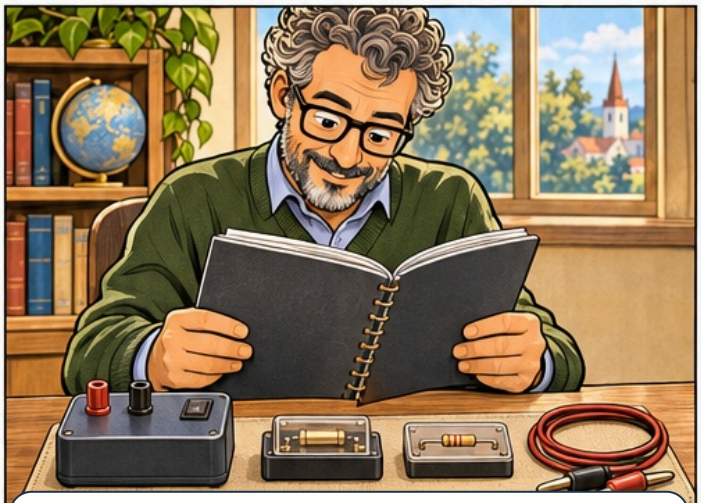
Nízkonapěťový zdroj napájí vhodný rezistor.



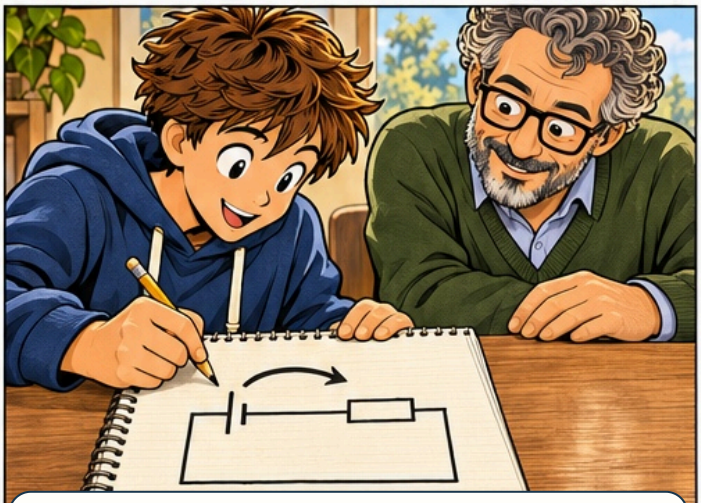
Učební vybavení má omezení proudu.



Žádný přístroj připojený k síti neotevřou ani neupraví.



Průvodce kontroluje vybavení, návody a provozní meze.



Otázka zní: co se stane s proudem při změně napětí?

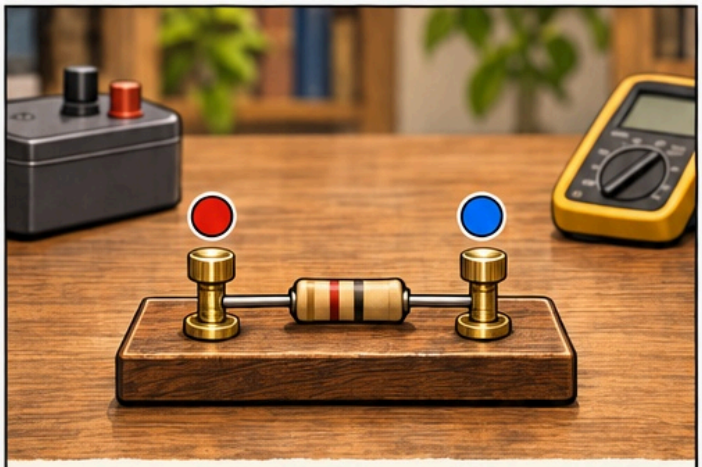
Napětí mezi dvěma body



Napětí je definováno mezi dvěma body obvodu.



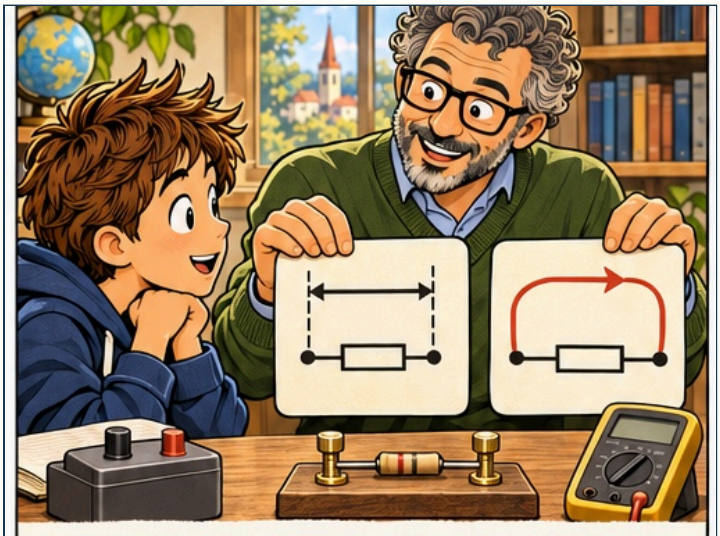
Označujeme je U, ve voltech, symbol V.



Proto musíme určit, mezi kterými body.



Zde zkoumají dva vývody rezistoru.



Napětí není proud ukrytý v drátu.



Chlapec kreslí oba body do zápisníku.

Proud ve smyčce



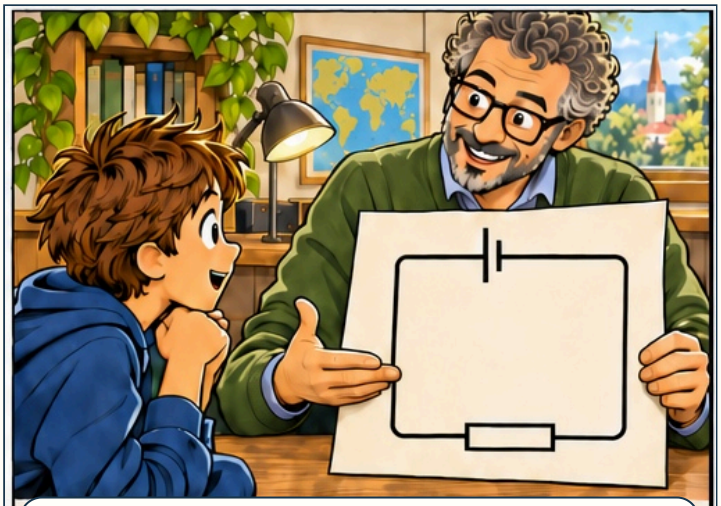
Proud označujeme I, měříme v ampérech, symbol A.



Trvalý proud zde vyžaduje uzavřenou vodivou smyčku.



V otevřené smyčce proud rezistorem neteče.



V této jednoduché smyčce prochází všemi prvky stejný proud.



Vně zdroje vede dohodnutý směr od plusu k minusu.

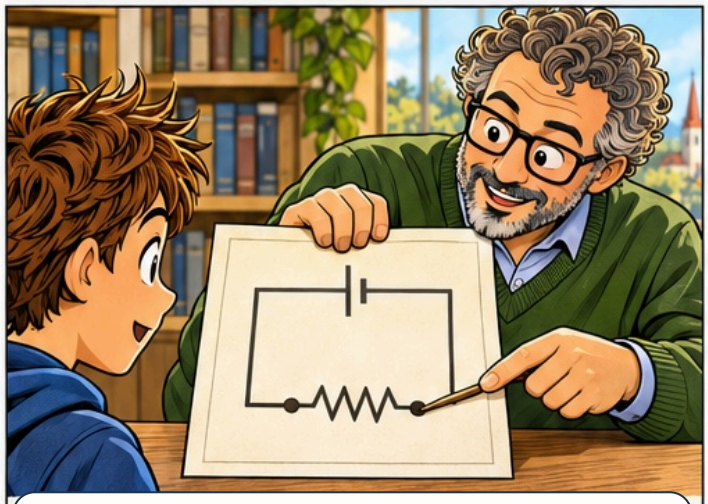


Chlapec sleduje nákres, zatím nic nezapojuje.

Úloha odporu



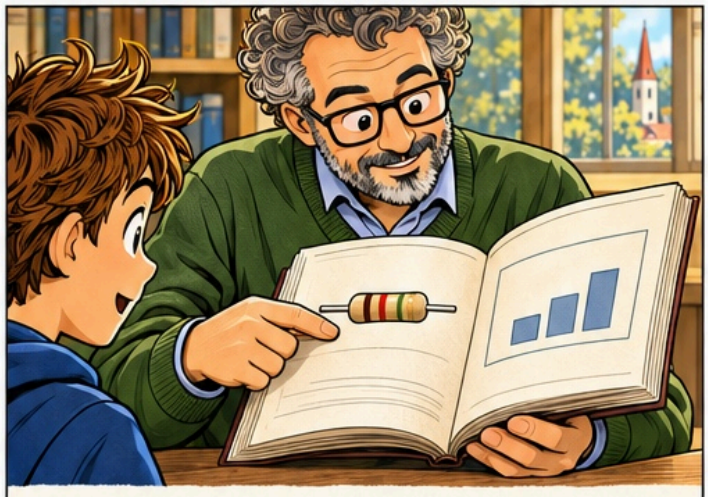
Odpor označujeme R, v ohmech, symbol Ω.



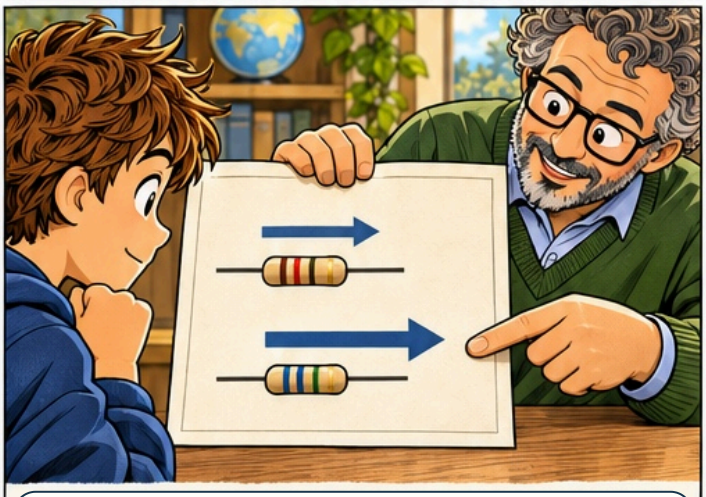
Spojuje zde napětí na součástce s proudem skrz ni.



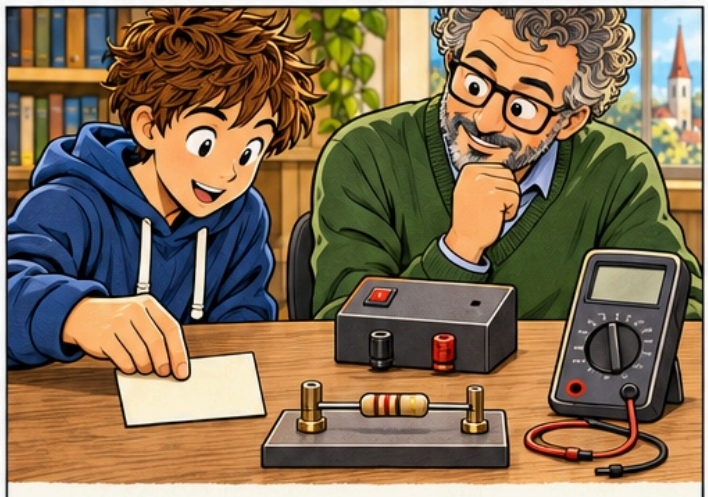
Volí rezistor s ohmickým chováním.



Jeho teplota musí zůstat dostatečně stálá.



Při stejném napětí znamená větší odpor menší proud.

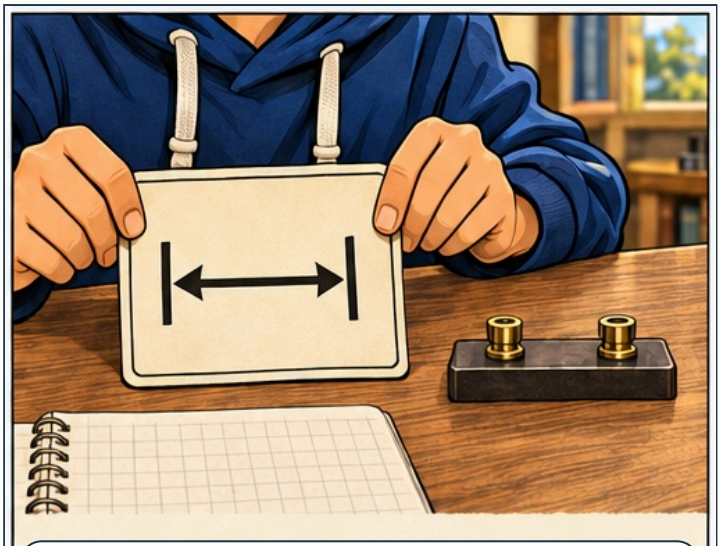


Toto tvrzení ještě čeká na ověření.

Tři veličiny, tři jednotky



Zápisník rozlišuje U, I a R.



Napětí U se udává ve voltech V.



Proud I se udává v ampérech A.



Odpor R se udává v ohmech Ω.



Písmeno veličiny a značka jednotky plní různé úlohy.



Každý výsledek bude mít jednotku vedle čísla.

Připravit před zapojením



Během přípravy zůstává zdroj odpojený.



Volí rezistor 100 Ω dimenzovaný na 1 W.



Ukázka zůstane mezi 1,5 V a 4,5 V stejnosměrně.



Průvodce ověřuje, že všechny prvky pokus snesou.



Vodiče jsou nepoškozené, spoje dostupné bez improvizace.



Chlapec před použitím kreslí zapojení.

Měření odděleného rezistoru



Před pokusem kontrolují rezistor multimetrem.



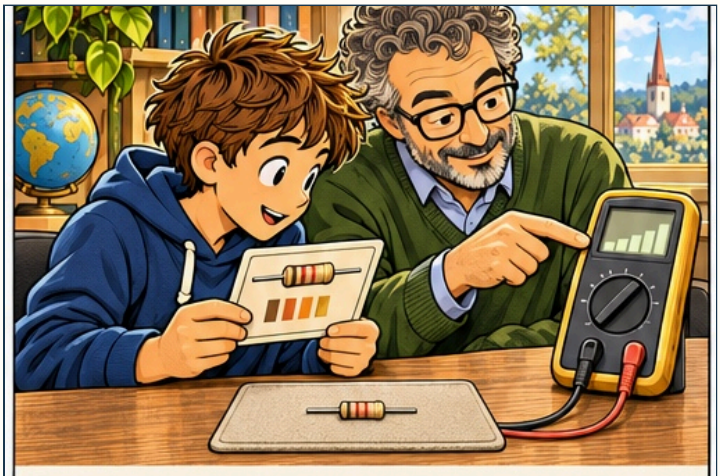
Součástka je izolovaná, všechny zdroje odpojené.



Přístroj nastaví podle návodu jako ohmmetr.



Údaj blízko 100 Ω potvrzuje součástku.



Tolerance vysvětluje odchylku od jmenovité hodnoty.

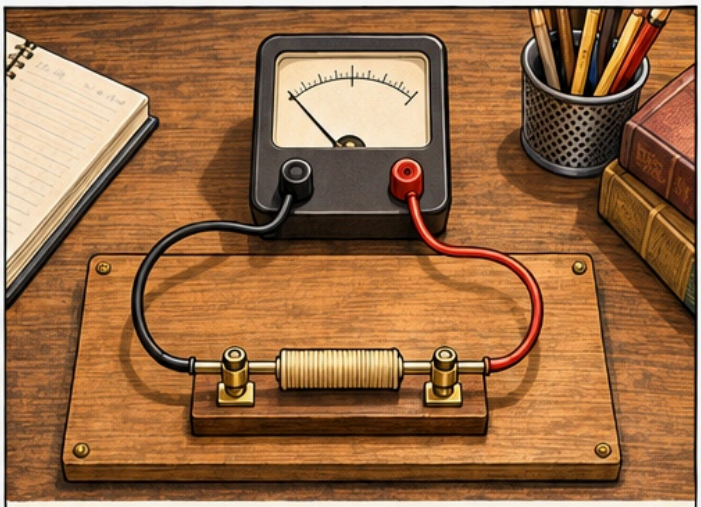


Zapíší údaj a odstraní měřicí hroty.

Napětí měříme paralelně



Pro U se voltmetr připojí k oběma vývodům rezistoru.



Tvoří s ním paralelní větev.



Při umísťování vodičů je zdroj odpojený.



Průvodce kontroluje zdířky, stejnosměrné napětí a rozsah.



Poté zapnou obvod a odečtou napětí.



Před vypnutím zaznamenají hodnotu.

Proud měříme sériově



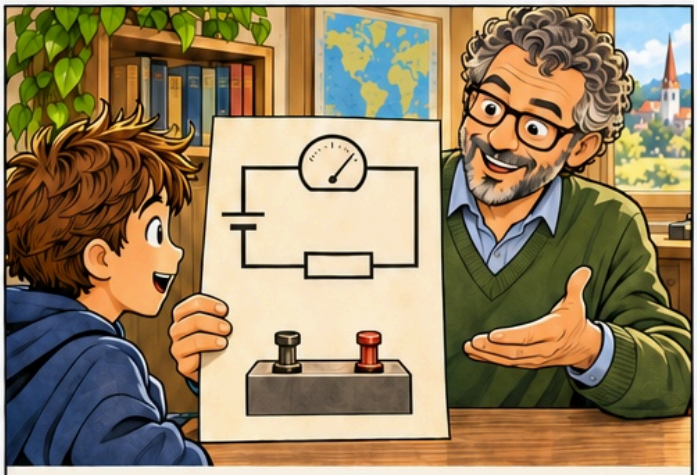
Pro I je třeba jiné uspořádání.



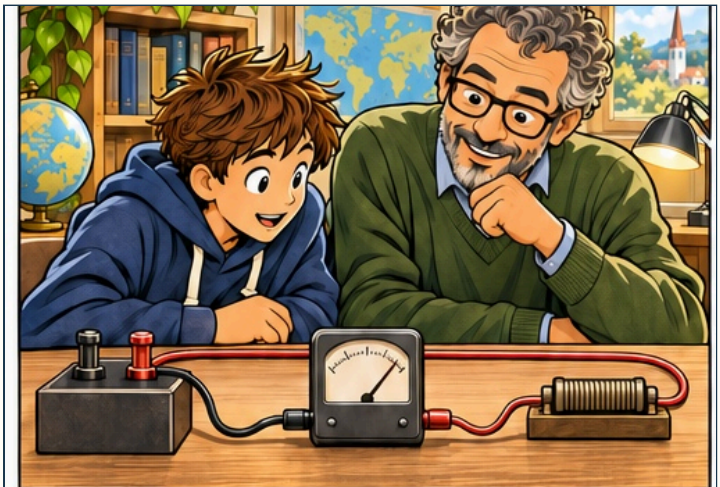
Při odpojeném zdroji průvodce otevře smyčku a vloží ampérmetr sériově.



Ověří proudovou zdířku, pojistku, stejnosměrnou funkci a rozsah.



Ampérmetr nikdy nepřipojujeme přímo na svorky zdroje.



Po kontrole zapnou a přečtou proud.

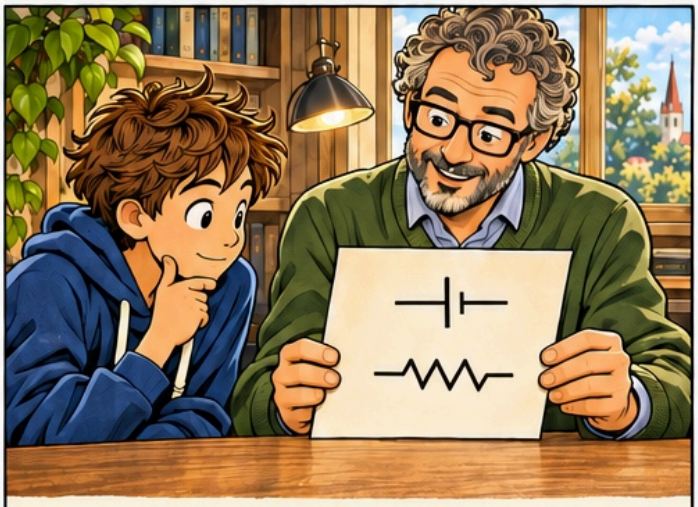


Před každou změnou vypnou; potom vrátí vodiče pro napětí.

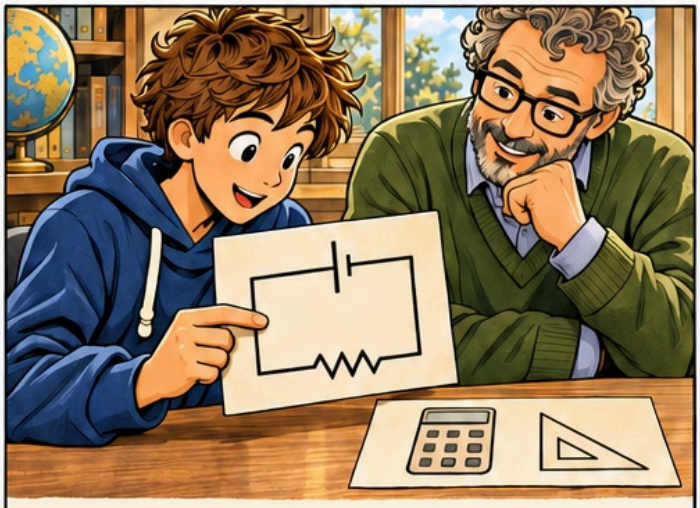
První srovnávací bod



Začínají nejnižším plánovaným napětím.



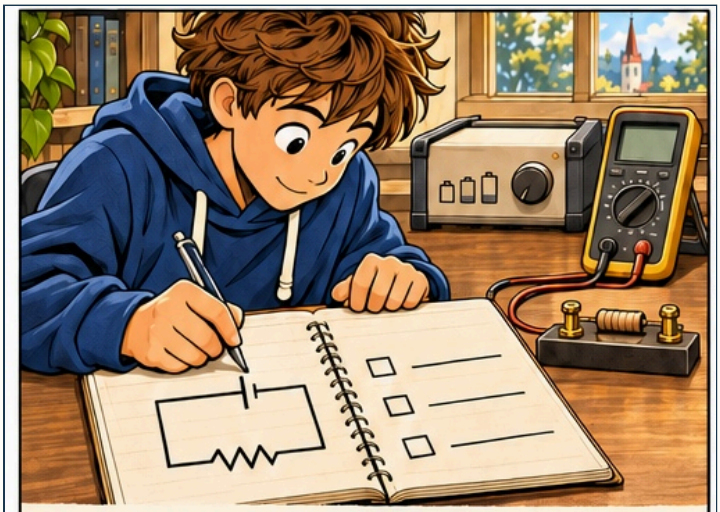
Ideální příklad spojuje 1,5 V se 100 Ω.



Očekávaný proud je 0,015 A, tedy 15 mA.



Skutečná měření zapisují odděleně od ideálních hodnot.



Lucas zaznamená zapojení a jednotky.



První řádek je teprve počátek.

Dvojnásobné napětí



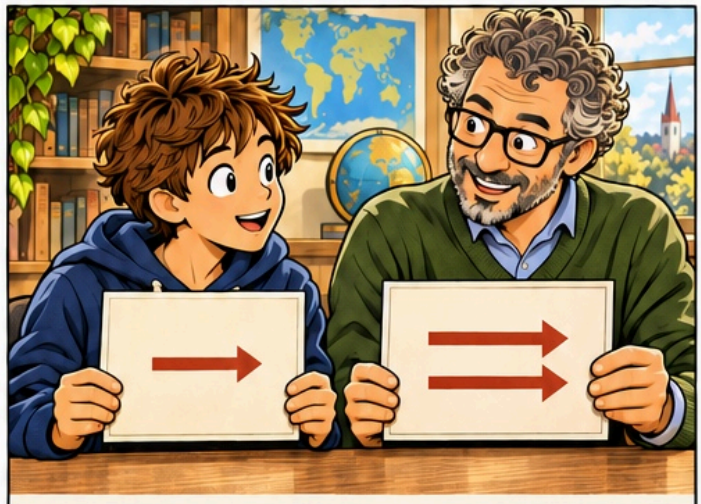
Před změnou nastavení odpojí zdroj.



Rezistor i podmínky měření zachovají.



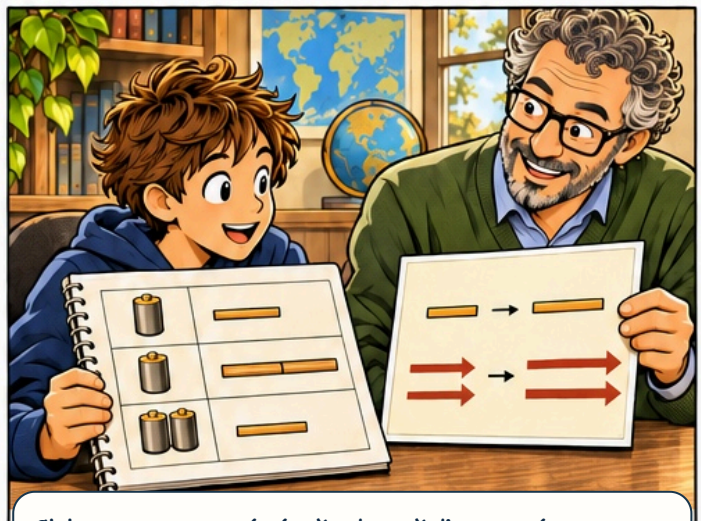
V ideálním příkladu napětí vzroste z 1,5 V na 3 V.



Proud vzroste z 15 mA na 30 mA.



Napětí se zdvojnásobilo; proud také.



Chlapec porovnává předpověď s novým pozorováním.

Třetí pokus



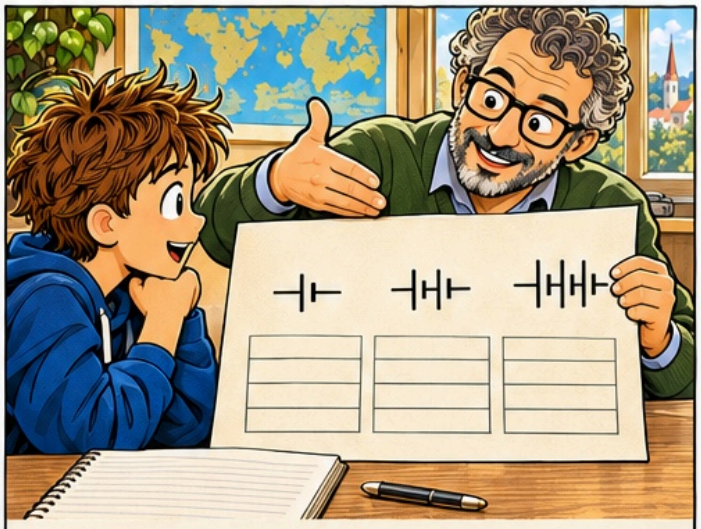
Další pokus musí trend skutečně potvrdit.



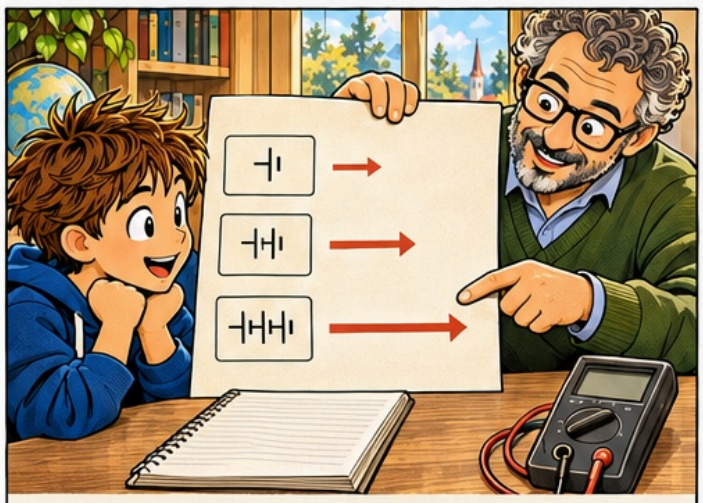
Stejným postupem pokračují do 4,5 V.



Při 100 Ω ideální model předpovídá 0,045 A, tedy 45 mA.



Příklad již obsahuje 1,5 V, 3 V a 4,5 V.



Odpovídají jim 15 mA, 30 mA a 45 mA.



Po odečtu zdroj znovu odpojí.

Co zůstává stálé



Chlapec dělí každé napětí proudem v ampérech.



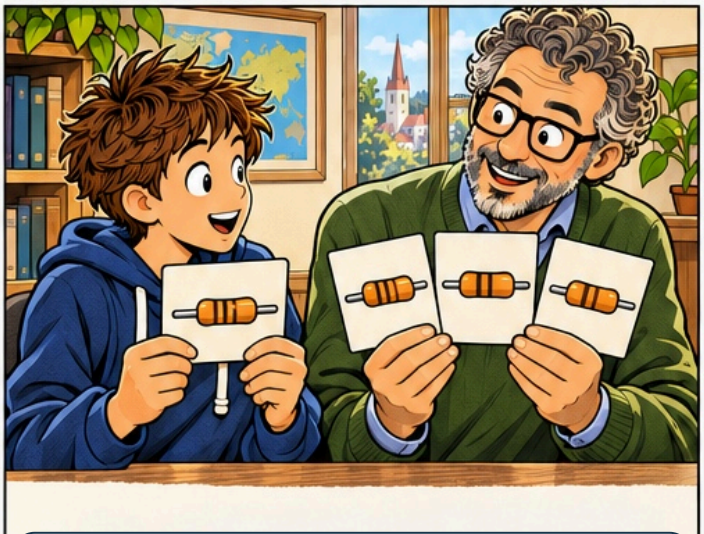
1,5 V ÷ 0,015 A dává 100 Ω.



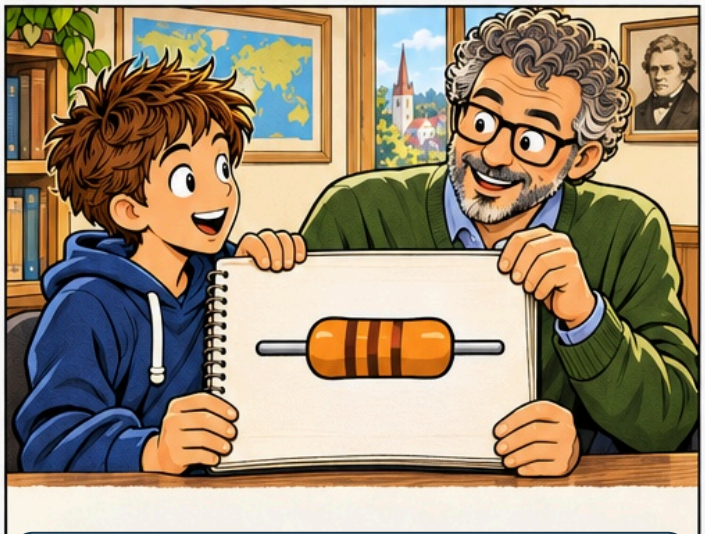
3 V ÷ 0,030 A opět dává 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A stále dává 100 Ω.



V tomto ideálním příkladu zůstává U/I stálé.



Tato konstanta představuje odpor R.

Vztah dostává tvar



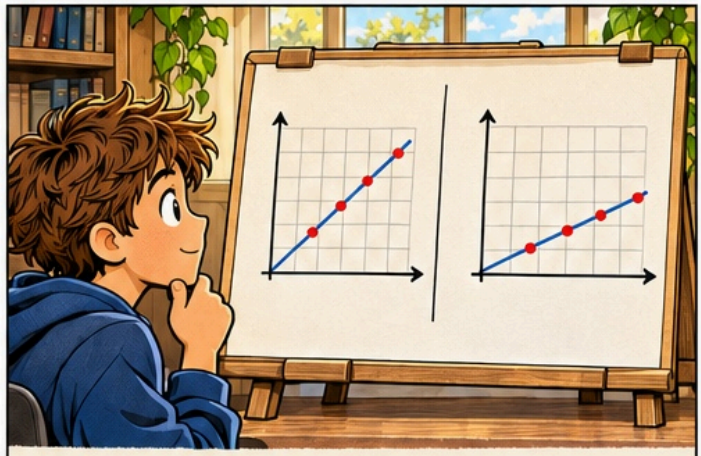
Graf ukazuje přímou úměrnost.



Body ideálního rezistoru leží na přímce procházející počátkem.



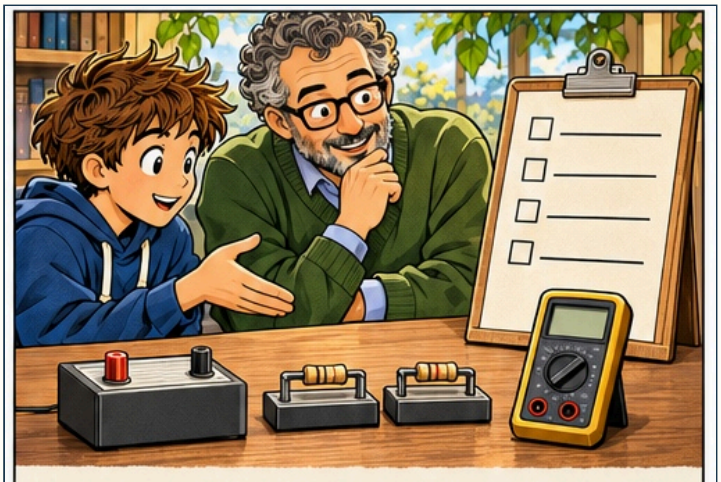
S U vodorovně a I svisle je směrnice 1/R.



Záměna os změní význam směrnice.



Skutečná měření se mohou trochu odchýlit.

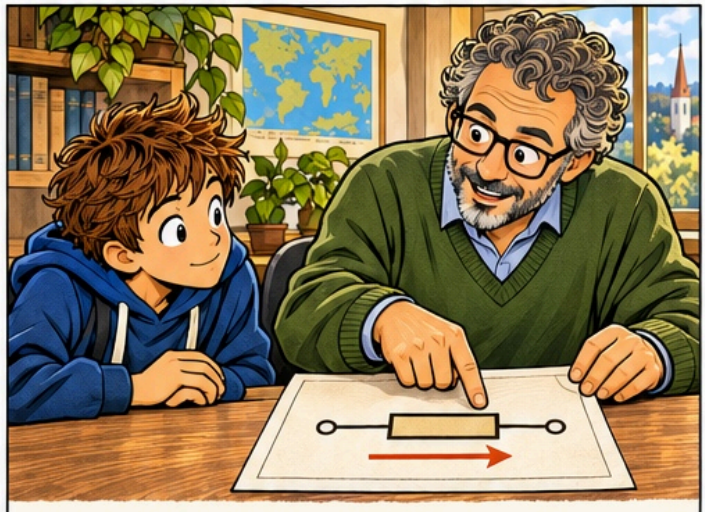


Graf objasňuje čísla, ale nenahrazuje podmínky pokusu.

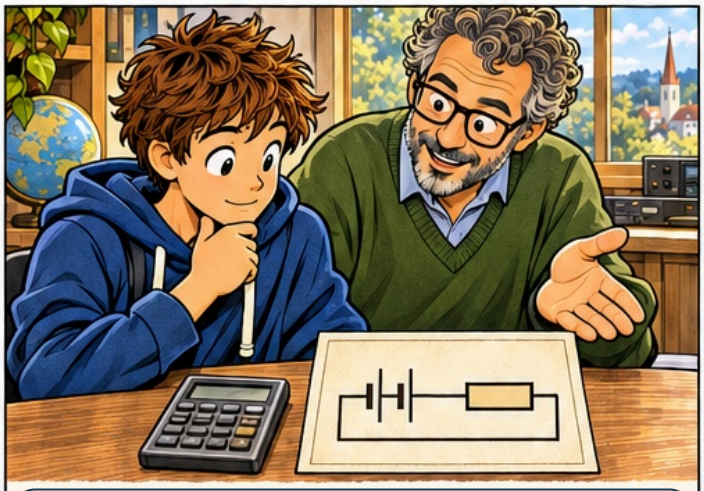
U = R × I



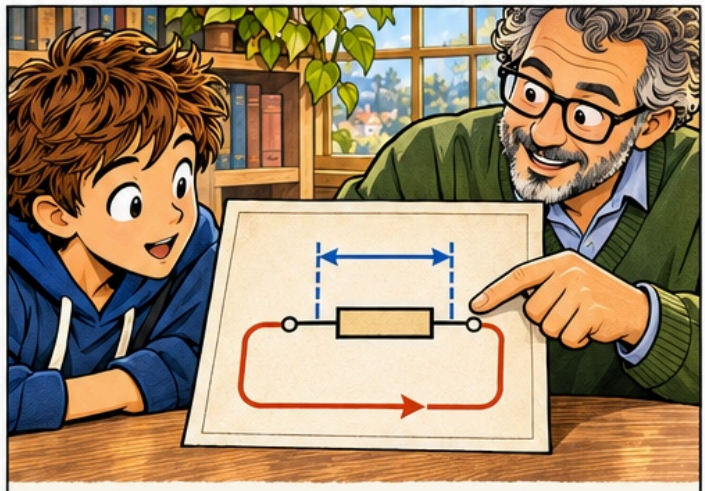
Vztah zapisujeme U = R × I.



Napětí na ohmickém rezistoru je R krát I.



S R = 100 Ω a I = 0,030 A dostaneme U = 3 V.



Veličiny musí patřit stejné součástce.



Proud dosazujeme v ampérech.



Chlapec konečně chápe, co vzorec propojuje.

Najít proud



Zná-li U a R, může chlapec předpovědět I.



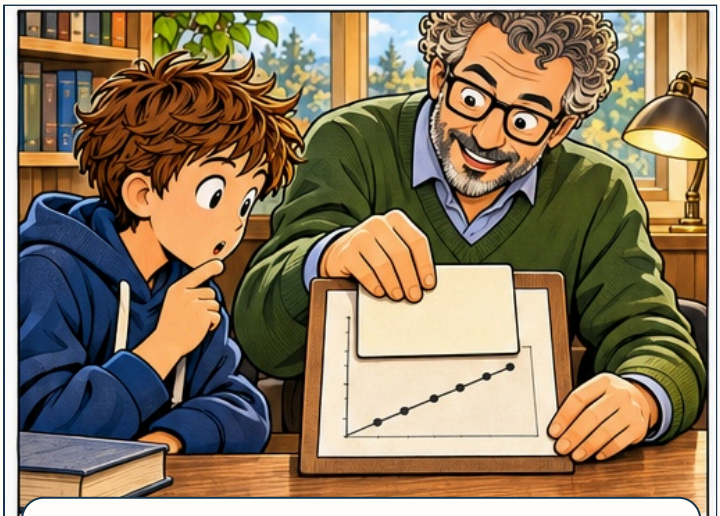
Upraví vztah na I = U/R.



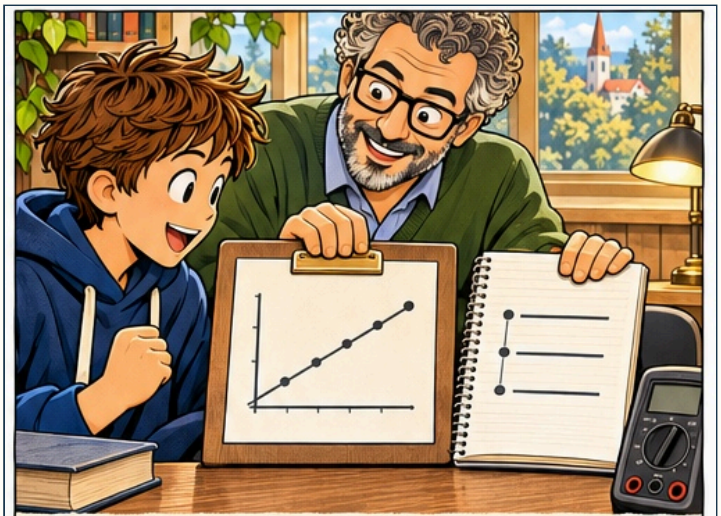
Pro 3 V a 100 Ω počítá 3 ÷ 100 = 0,030 A.



To odpovídá 30 mA.



Předpověď oznámí dříve, než se podívá na měření.



Výpočet se stává otázkou pro pokus.

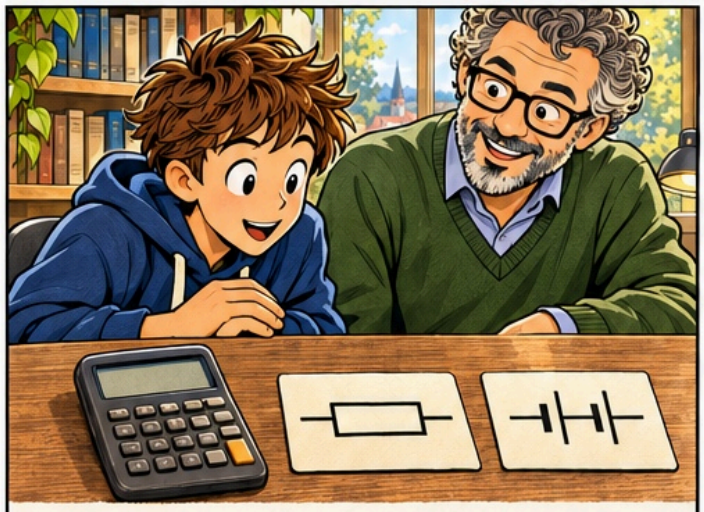
Najít odpor



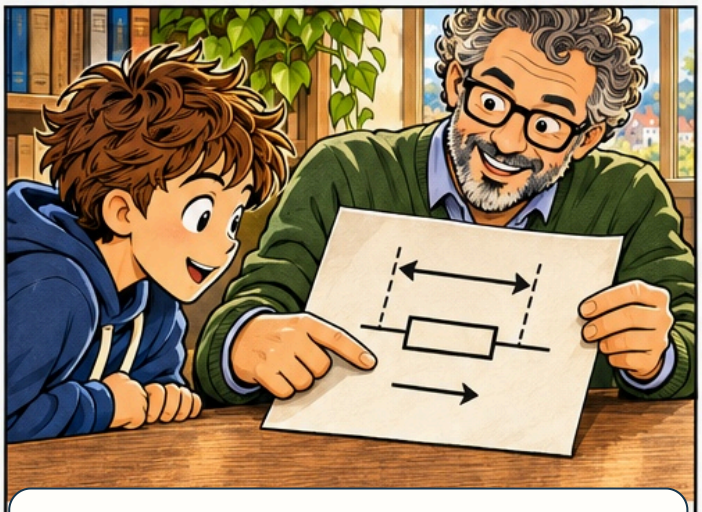
Jiná otázka vychází z U a I.



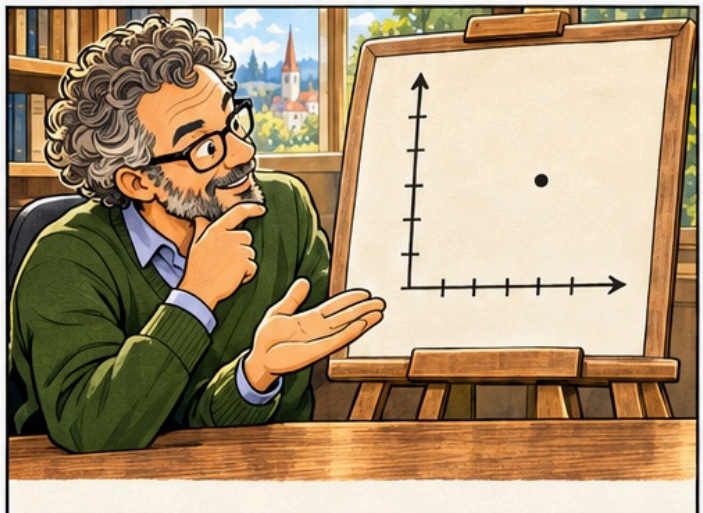
Vztah nyní zní R = U/I.



V příkladu 3 V a 0,015 A dávají 200 Ω.



Napětí i proud patří stejnému dvojpólu ve stejném okamžiku.



Samotný podíl nedokazuje ohmické chování.



Je třeba pozorovat více bodů.

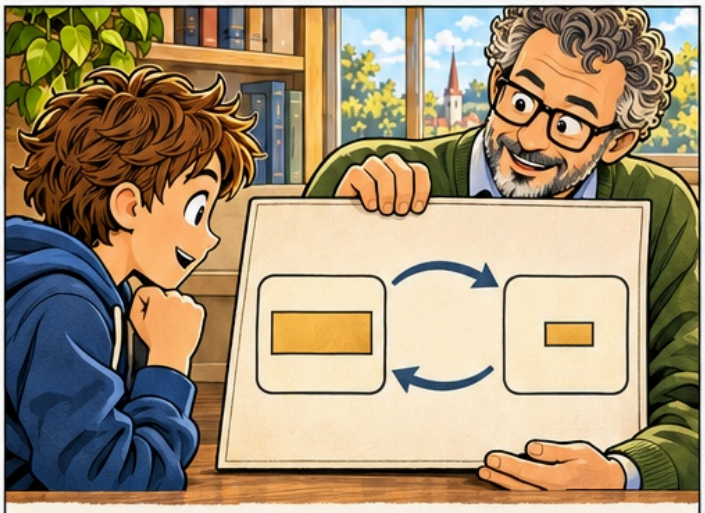
Pozor na miliampéry



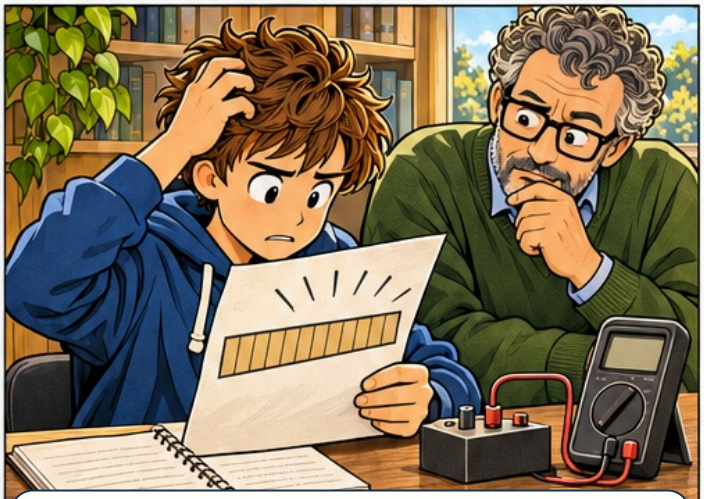
Chlapec opisuje 30 mA a váhá nad kalkulačkou.



Miliampér je tisícina ampéru.



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



Dosadit 30 místo 0,030 změní výsledek tisíckrát.



Nejdřív převádí, pak počítá v souhlasných jednotkách.



Kontrola řádu velikosti doplní odpověď.

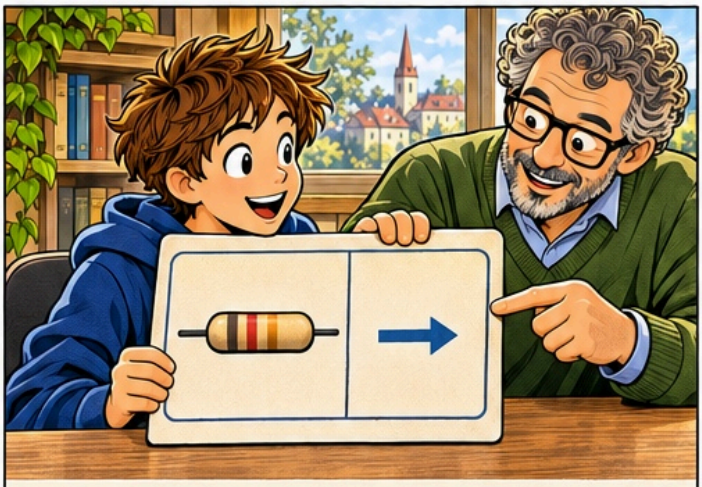
Předvídat před změnou



Porovnávají dva rezistory při stejném napětí.



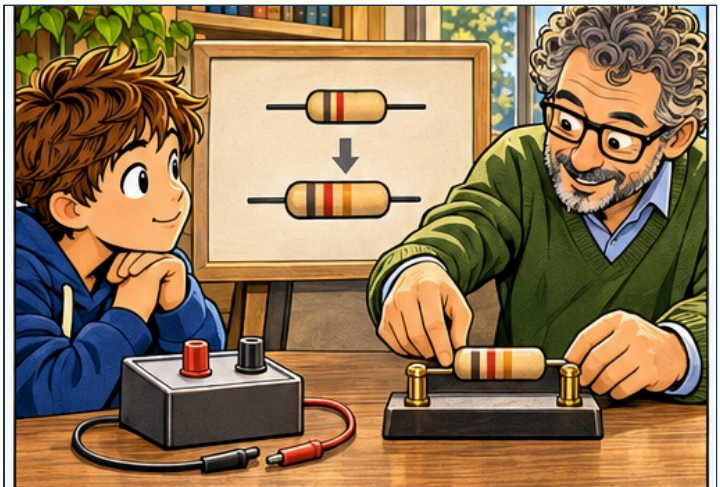
Při 3 V a 100 Ω je ideální proud 30 mA.



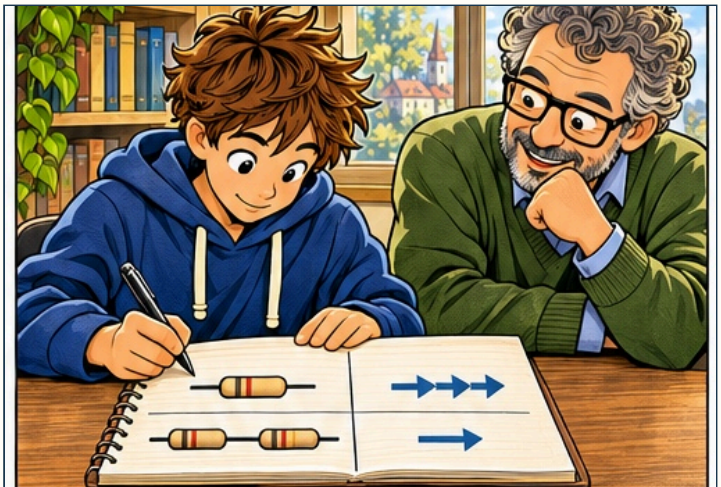
Při 3 V a 200 Ω bude 15 mA.



Dvojnásobné R půlí I, jestliže U zůstává stálé.

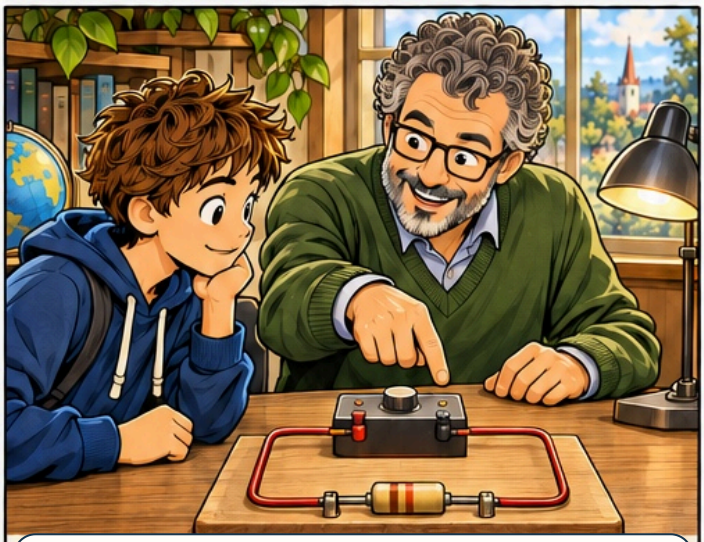


Před výměnou součástky odpojí zdroj.



Chlapec zapisuje nejprve předpověď, pak měření.

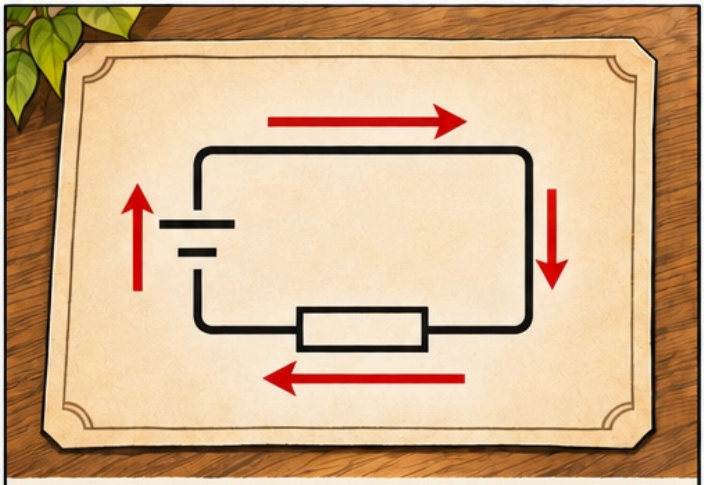
Ani překážka, ani zásoba



Proud se v rezistoru neukládá na později.



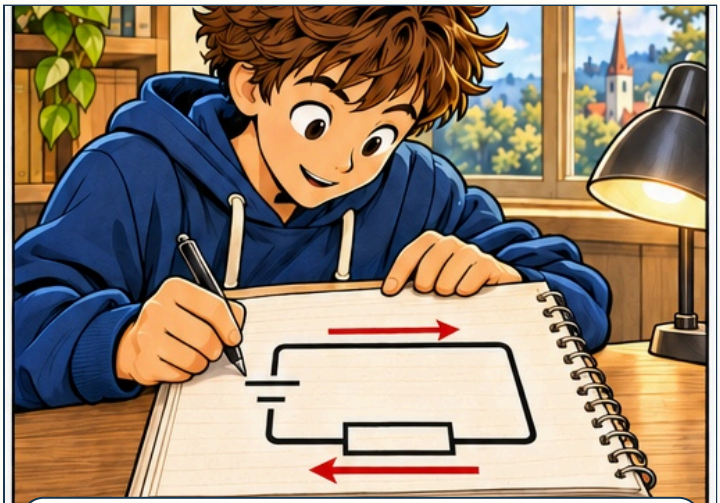
Rezistor v této smyčce postupně nespotřebovává proud.



V ustáleném stavu je proud před ním i za ním stejný.



Mění se elektrická energie, zejména na teplo.

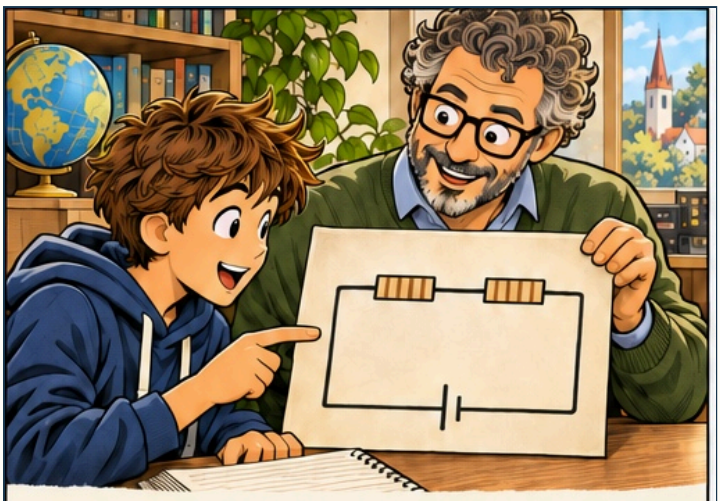


Chlapec opravuje nákres se zmenšujícími se šipkami za součástkou.



Model lépe odpovídá pozorování.

Dva rezistory v sérii



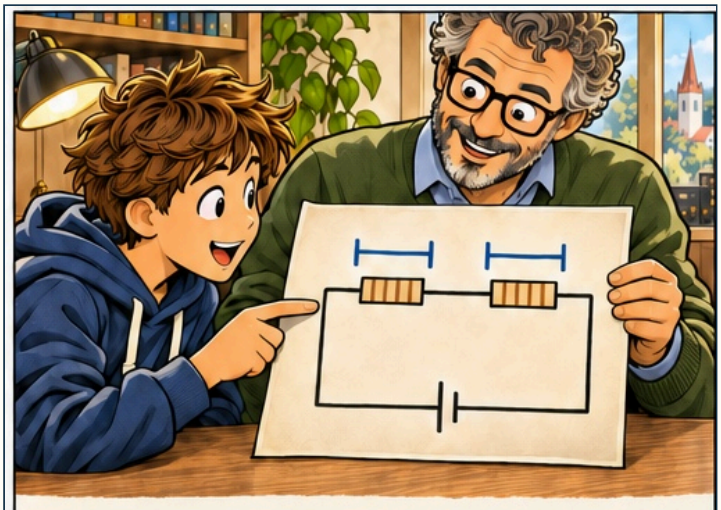
Na papíře jsou dva rezistory 100 Ω za sebou.



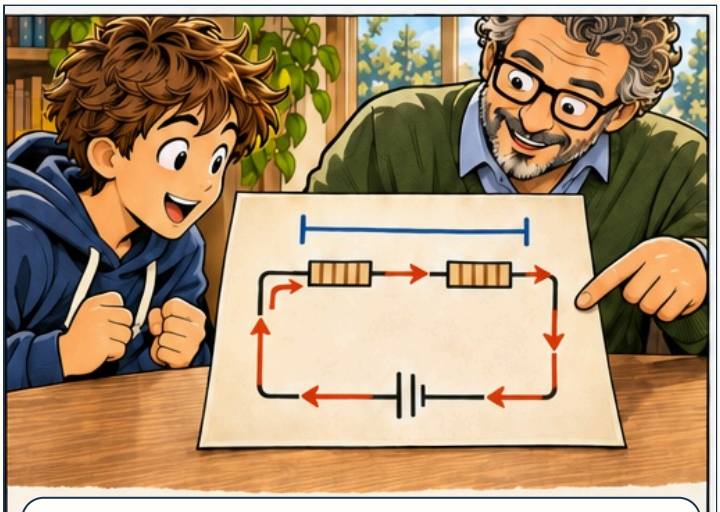
Sériově je výsledný odpor 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



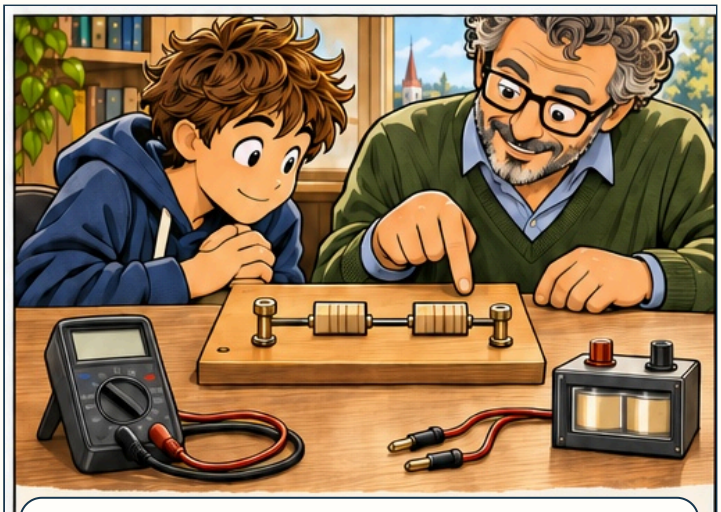
Při 3 V je ideální proud smyčky 15 mA.



Na každém rezistoru je pak 1,5 V.

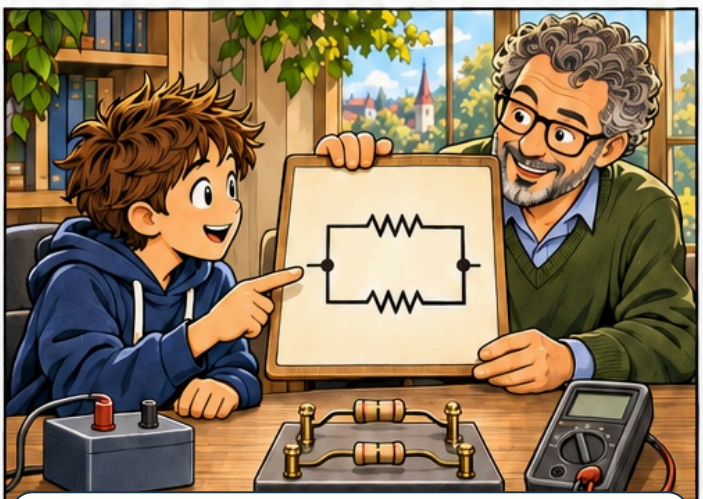


Napětí se sčítají; oběma prochází stejný proud.

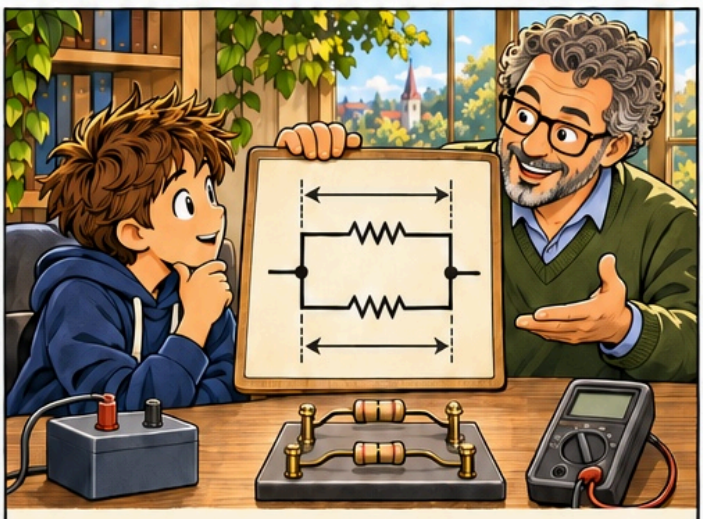


Ověří to vhodným vybavením upraveným bez napájení.

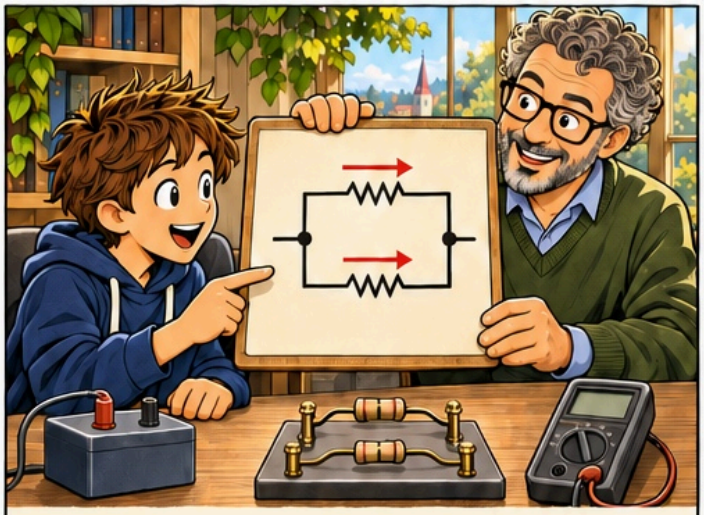
Dvě paralelní cesty



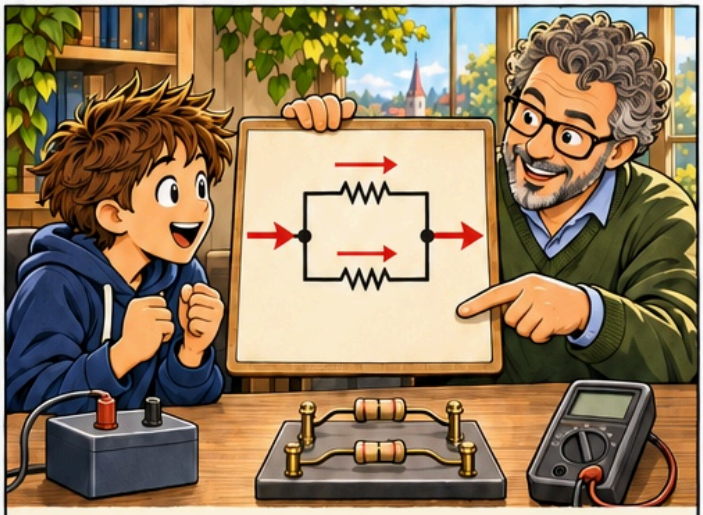
Jiný nákres dává dva rezistory 100 Ω do paralelních větví.



Na každé větvi jsou stejné 3 V.



Každým rezistorem ideálně protéká 30 mA.



Celkem je to 60 mA: proudy větví se sčítají.

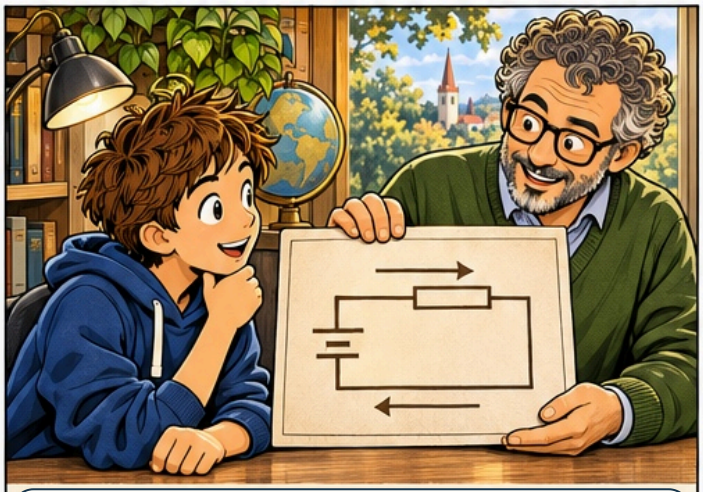


Výsledný odpor je 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.



Platí to pro toto zapojení; prostý součet odporů jej nedá.

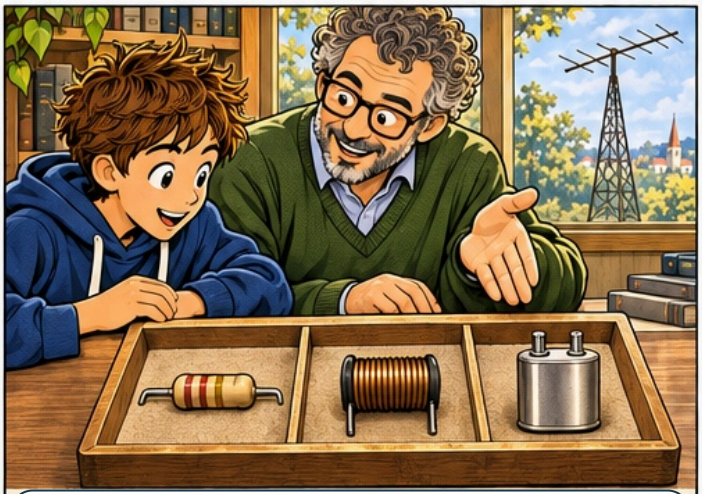
Platnost jejich modelu



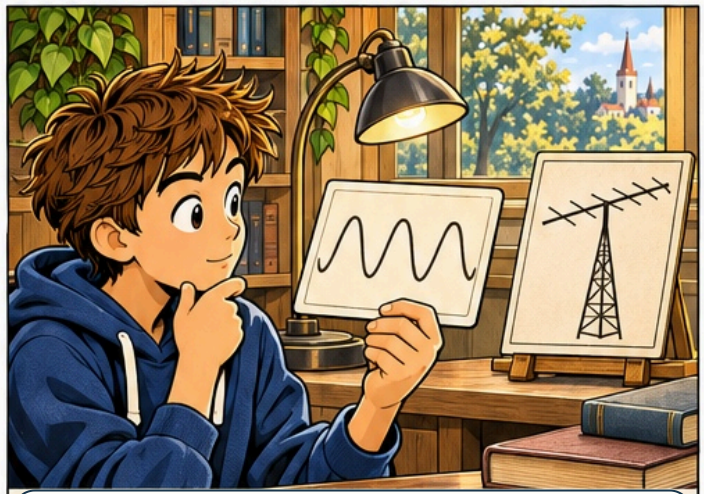
Výpočty platí pro ohmické rezistory při stejnosměrném proudu.



Teplota a vlastnosti součástek jsou stále důležité.



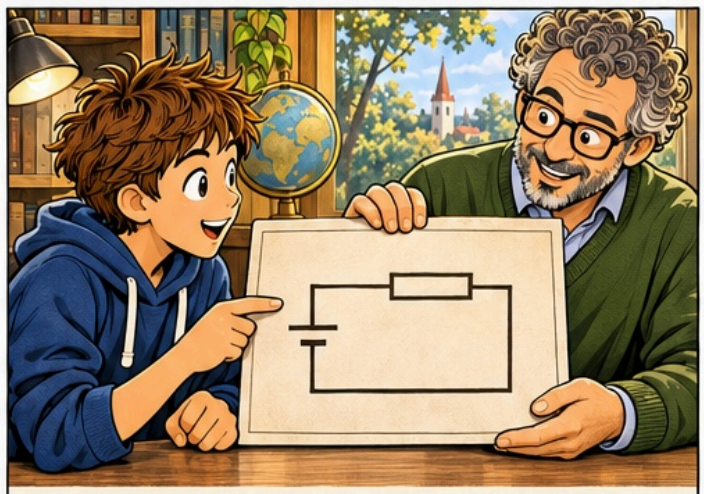
Cívku, kondenzátor či anténu nelze vždy shrnout tímto odporem.



Na rádiových kmitočtech vedou další účinky k impedanci.



Chlapec si otázku nechá na další dobrodružství.



Rozumět modelu znamená znát jeho meze.

I energie má výpočet



Ukázka musí zohlednit ztrátový výkon.



Stejnosměrně platí P = U × I, s P ve wattech W.



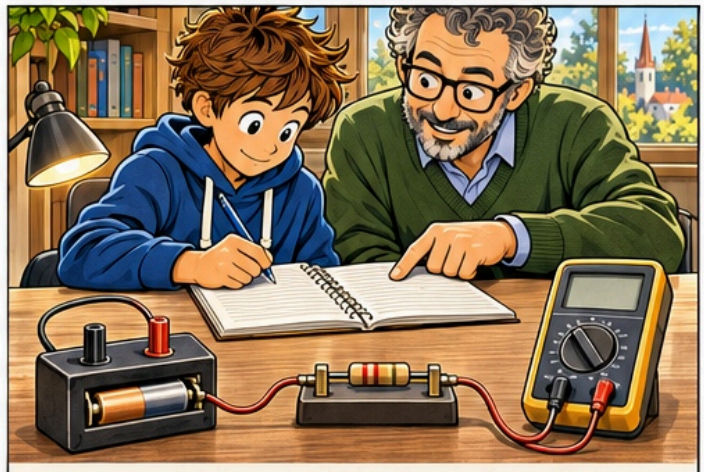
Pro 3 V a 0,030 A je P = 0,090 W.



V rezistoru se energie mění hlavně na teplo.



Přípustný výkon součástky je třeba dodržet.



I malý obvod potřebuje tuto kontrolu.

Volit s rezervou



Při plánovaném maximu 4,5 V dává 100 Ω ideálně 45 mA.



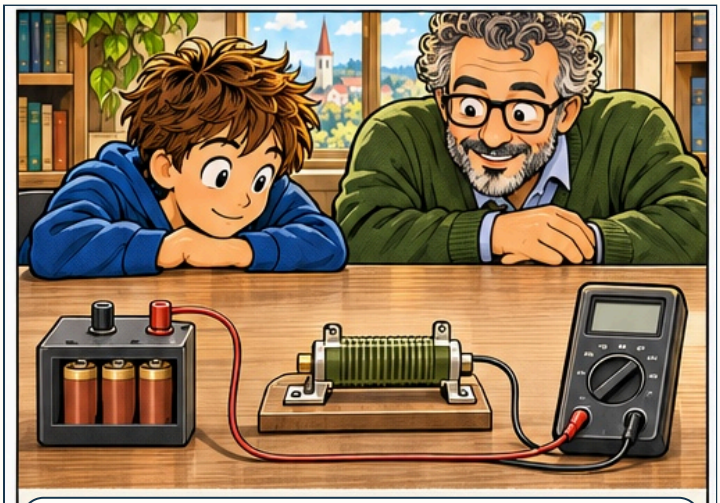
Vypočtený výkon je 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



Rezistor 1 W nechává pro připravený pokus rezervu.



Údaj závisí také na podmínkách výrobce.



Zahřátí nikdy nezkoušejí dotykem součástky pod napětím.



Henri při výběru stále respektuje meze vybavení.

Tajemný odpor



Mentor předkládá poslední hádanku na kartě.



Ohmický rezistor má 3 V při 0,020 A.



Chlapec počítá R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Potom ověřuje P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Vysvětluje kroky místo hádání očekávané odpovědi.



Hádanka ukazuje jeho metodu.

Když se měření trochu liší



Naměřená hodnota se může trochu lišit od ideální.



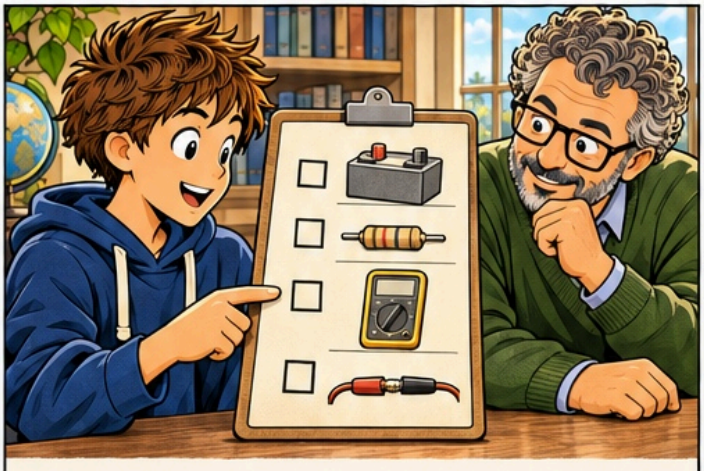
Rezistor má toleranci, zdroj skutečné napětí.



Také měřidlo má meze a může obvod ovlivnit.



Nedokonalé kontakty mohou změnit pozorování.



Porovnají podmínky, než prohlásí zákon za chybný.



Chlapec zapisuje vysvětlitelnou odchylku místo umělé opravy údaje.

Chyba, která učí



V konceptu chlapec nachází tisíckrát příliš velký proud.



Nesnaží se jej získat změnou zdroje.



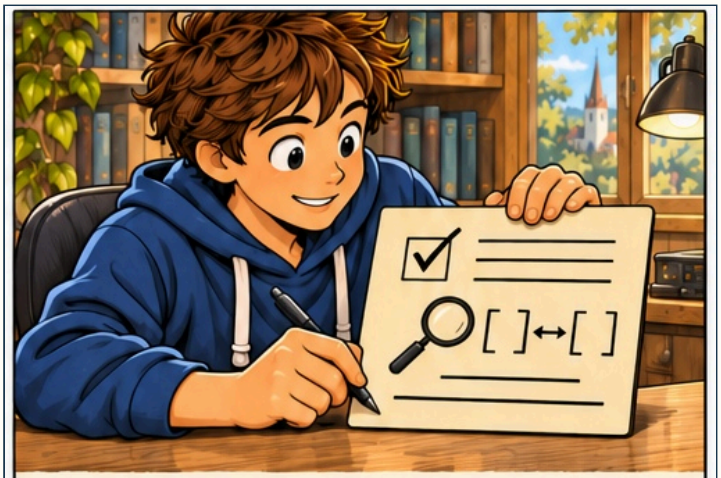
Kontrola jednotek odhalí miliampéry dosazené jako ampéry.



Při kontrole zůstává obvod odpojený.



Po převodu je řád velikosti opět rozumný.

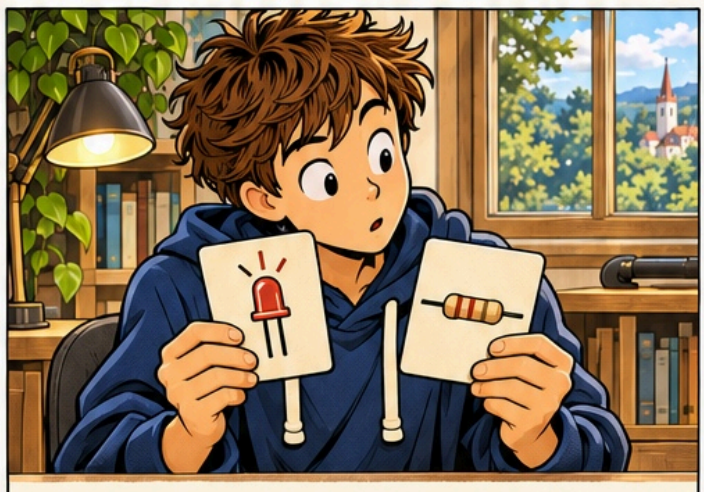


Poznaná chyba se stává užitečnou připomínkou.

Dioda přináší další otázku



V blízké krabičce chlapec vidí svítivou diodu.



Lze s ní zacházet jako s pevným rezistorem?



Průvodce vysvětluje nelineární vztah napětí a proudu.



U = R × I s konstantním R tedy nepopisuje každou diodu.



Nechají ji v krabičce: zkoumání potřebuje vhodné zapojení.



Pochopený zákon brání neuváženému použití.

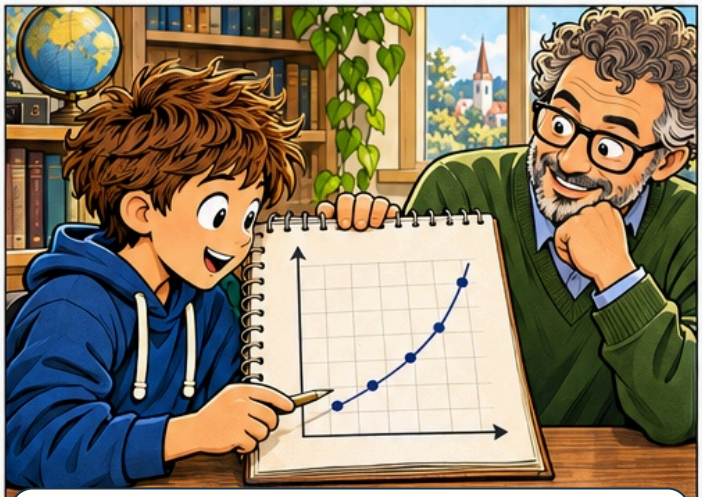
Teplota může rozhodovat



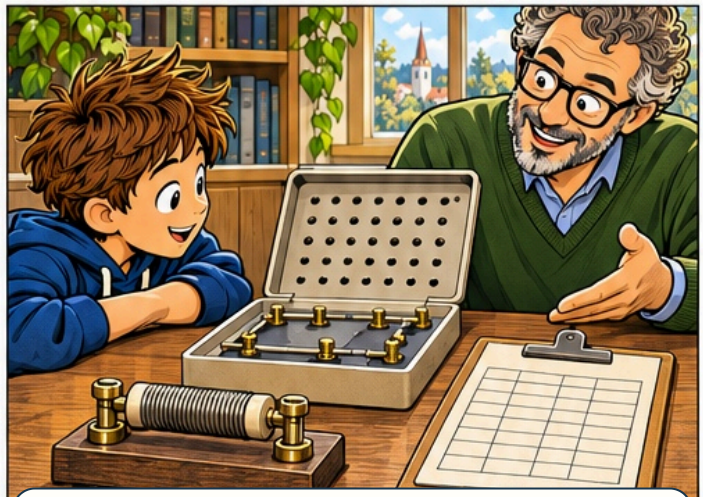
Žárovka s vláknem ukazuje další odlišné chování.



S teplotou se mění její odpor.



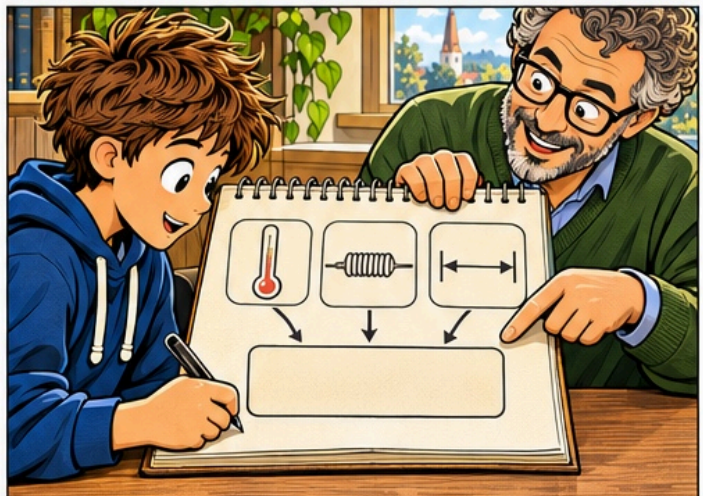
Okamžitě odvozená hodnota není univerzální konstanta.



I jejich rezistor musí zůstat v běžných provozních podmínkách.



K důkazu neprovádějí zahřívací pokus.

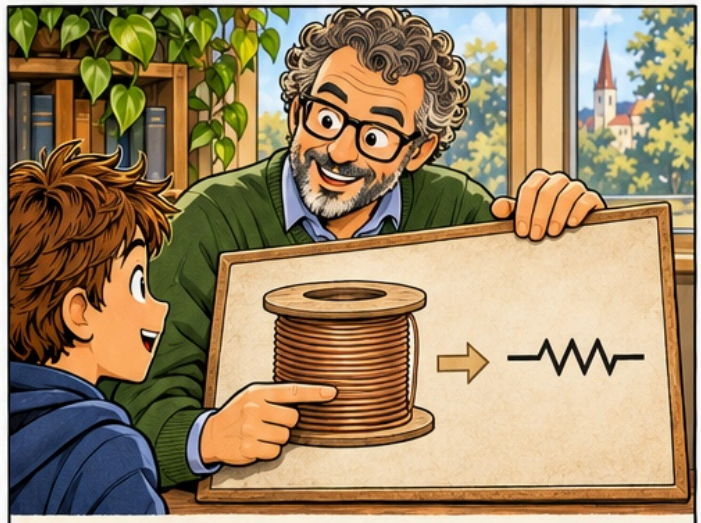


Chlapec připisuje podmínky vedle vzorce.

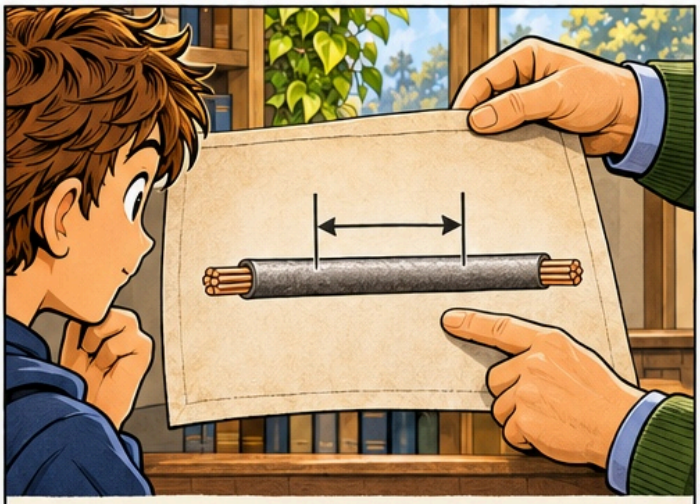
Až k vodičům stanice



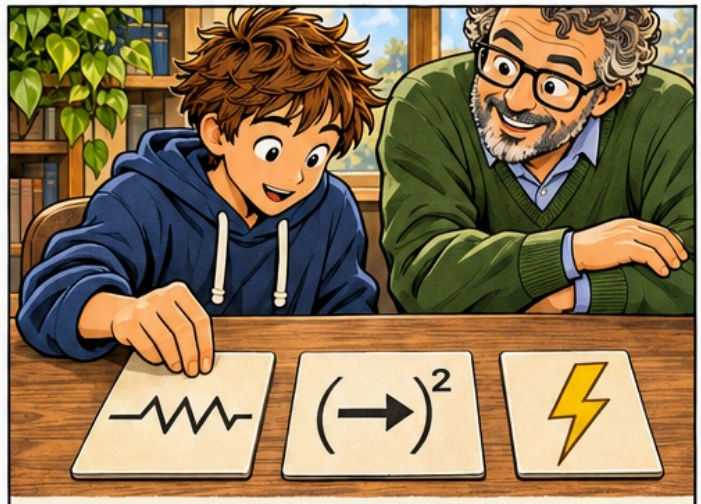
Chlapec pozoruje dráty svého obvodu.



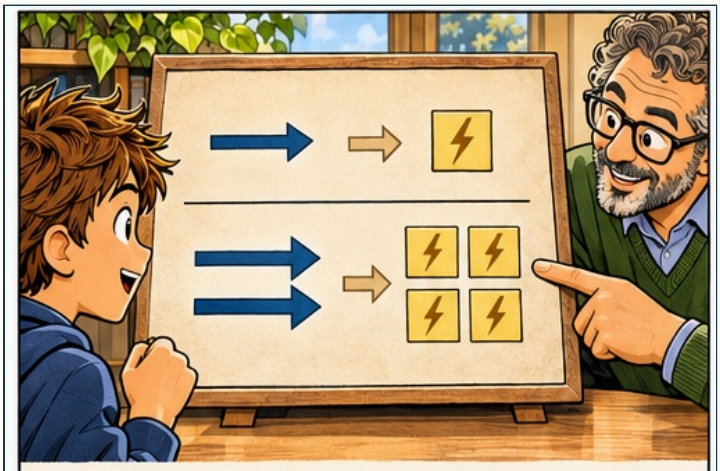
I skutečný vodič může mít odpor.



Proud v něm pak způsobuje úbytek napětí.



Pro odpor platí také $P = R \times I^2$.



Při stejném R dvojnásobné I zečtyřnásobí výkon.



Lépe chápe vhodné kabely a spoje, bez zásahu do stanice.

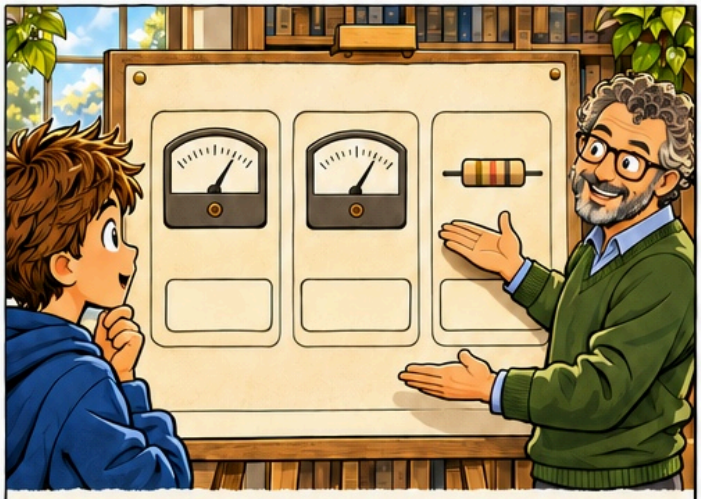
Příprava ukázky



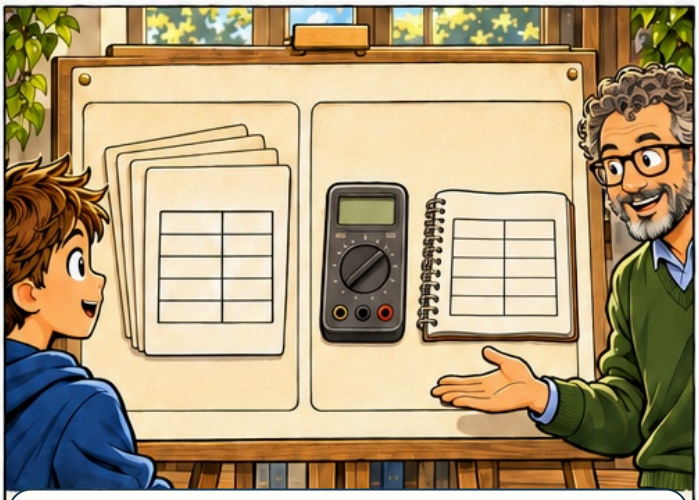
Blíží se akce pro návštěvníky.



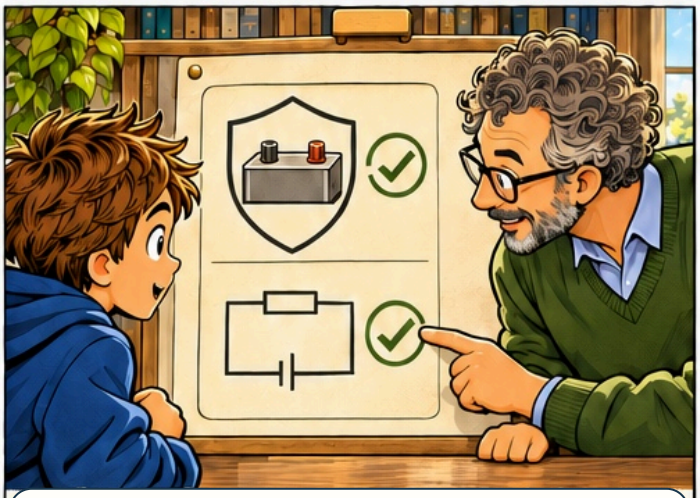
Chlapec vybírá jediný obvod pro vysvětlení základů.



Představí U, I a R s jednotkami.



Ponechá ideální příklad a oddělené místo pro měření.



Pokyny k zapojení a meze modelu zůstávají viditelné.



Vyprávění začne otázkou, stejně jako Ohmovo pátrání.

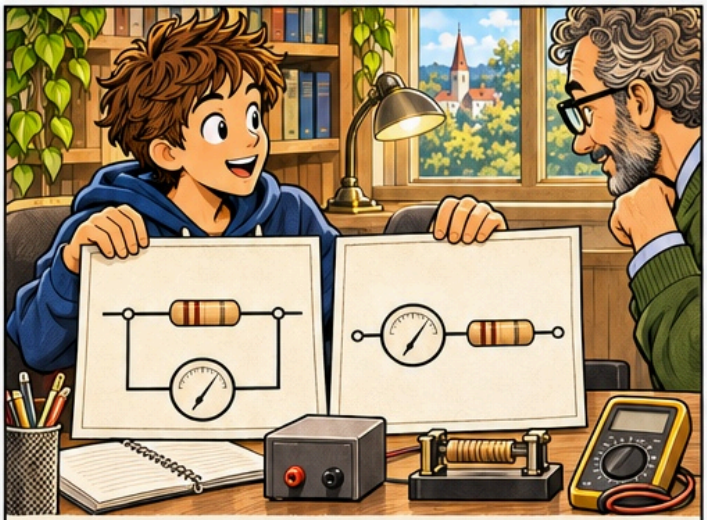
Společná kontrola



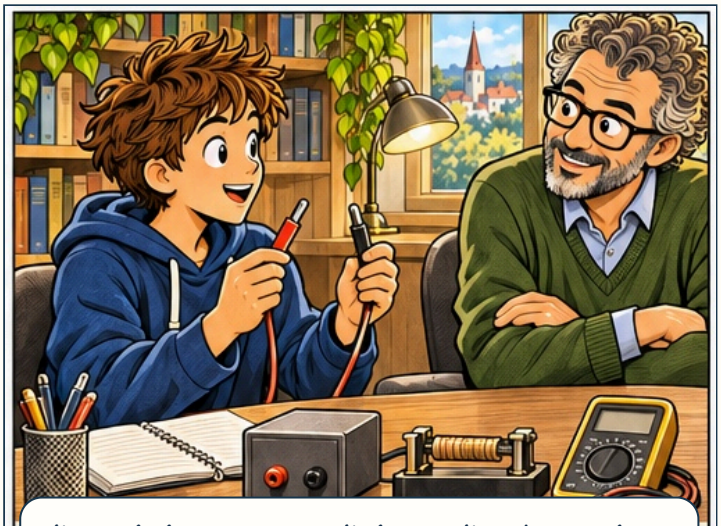
Henri hraje zvídavého návštěvníka.



Lucas vysvětluje měření napětí mezi dvěma body.



Rozlišuje zapojení voltmetru a ampérmetru.



Připomíná: spoje se mění jen při odpojeném zdroji.



Pak zdůvodní rezistor a jeho přípustný výkon.



Obtížná otázka pomáhá zpřesnit vysvětlení.

Předvídat, měřit, chápat



Zkouška končí pokusem v připravených mezích.



Chlapec předpoví proud z napětí a odporu.



Průvodce kontroluje zapojení a dohlíží na měření.



Potom porovnávají předpověď a pozorování s jednotkami.



Už vysvětlí malé odchylky bez vymyšlených výsledků.



Po pokusu odpojí zdroj a uklidí vybavení.

Objev na cestách



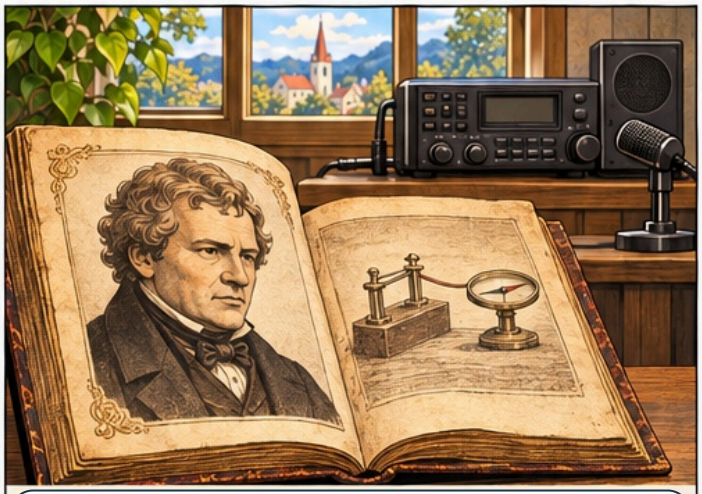
Lucas znovu otevře knihu u Georga Simona Ohma.



Od staré dílny ke klubu se přístroje změnily.



Trpělivé pozorování přesto zůstává známé.



Ohm jejich stanici nepostavil, ale pomáhá jí rozumět.



Moderní zápisník odpovídá představovanému zápisníku vědce.



Myšlenka cestuje dlouho, pokud ji dál zkoumáme.

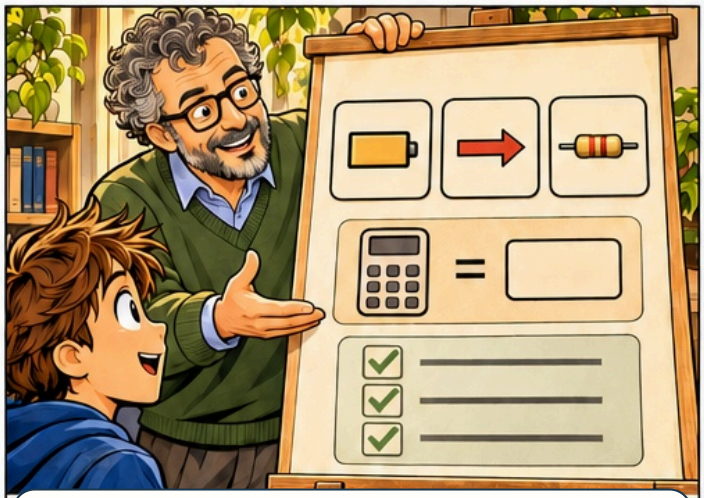
Vzorec se stává nástrojem



Rezistor se vrací do krabičky, už není záhadou.



U = R × I spojuje veličiny, které chlapec rozlišuje.



Umí převádět, předvídat, měřit a kontrolovat podmínky modelu.



Ví, že vzorec nenahradí metodu ani meze vybavení.



Henri se usmívá nad ukázkou připravenou ke sdílení.



V klubu už čeká nová otázka na další zápisník.