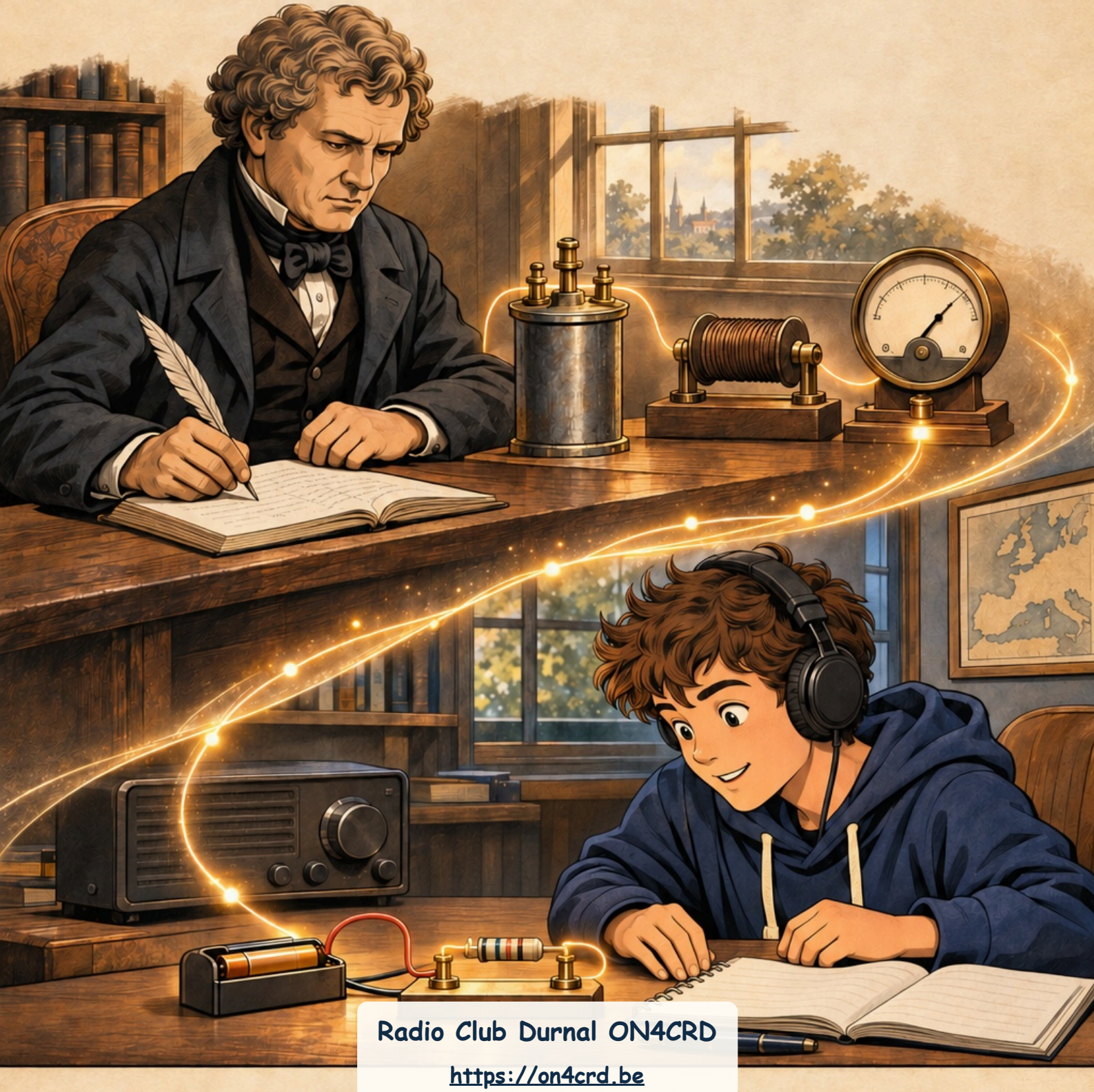
ON4CRD

Zväzok 04

Objav Ohmovho zákona



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právne upozornenia

Zväzok 04 · Objav Ohmovho zákona

Vydavateľ webovej stránky : Radio Club Durnal ON4CRD

Manažér publikácie : Výbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Právne upozornenia

Duševné vlastníctvo

Texty, obrázky, dokumenty, logá a materiály zverejnené na stránke zostávajú majetkom ich príslušných autorov alebo klubu. Akákoľvek reprodukcia alebo opätovné použitie musí rešpektovať zdroj, príslušné práva a akékoľvek povolenie autora.

Zodpovednosť

Klub pracuje na zverejňovaní užitočných a overených informácií, ale nezaručuje absenciu chýb, opomenutí alebo prerušení. Technické alebo regulačné informácie musia byť porovnané s oficiálnymi zdrojmi, keď podporujú rozhodnutie.

Ilustrácie vytvorené s pomocou umelej inteligencie.

Otázka v klube



Po prvom QSO sa Lucas vracia do klubovej dielne.



Pri zápisníku leží malý rezistor.



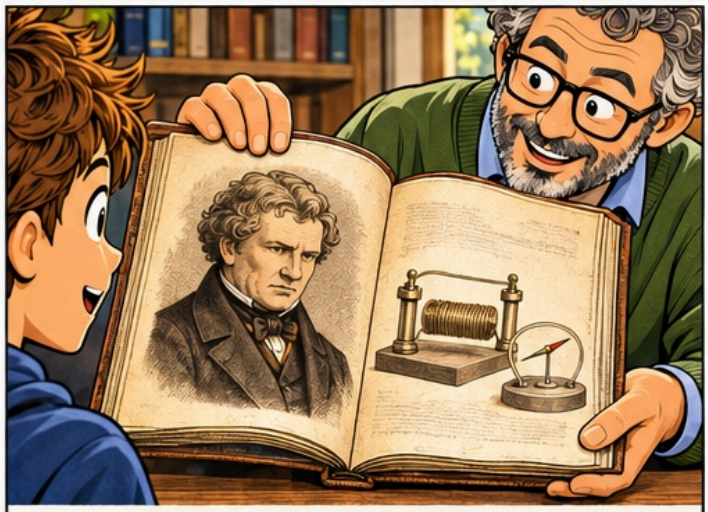
Ako môže taká drobnosť usmerňovať toľko výpočtov?



Henri navrhuje pátranie a potom pokus.



Spolu pripravia ukážku pre návštevníkov.

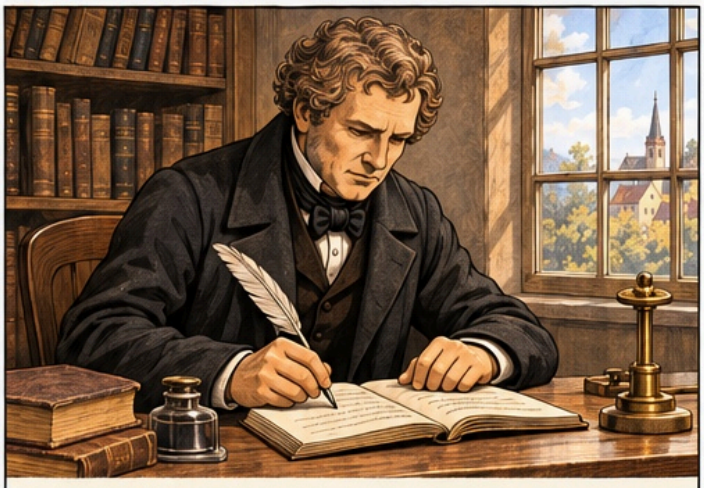


Prvá stopa má meno: Georg Simon Ohm.

Tvár za menom



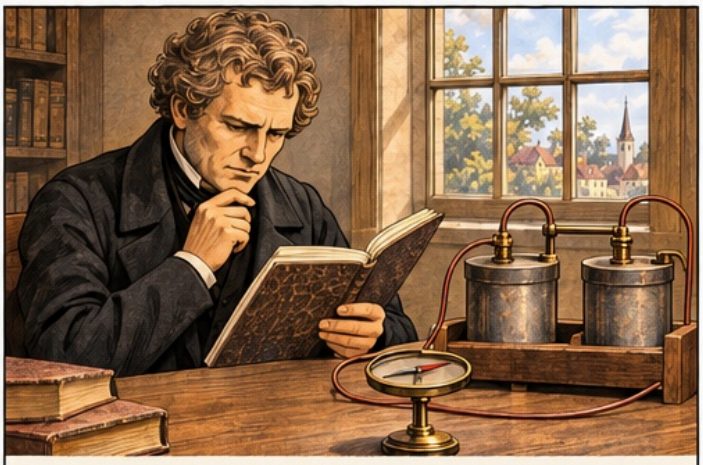
V knihe sa objavuje muž s kučeravými vlasmi.



Georg Simon Ohm učí a skúma elektrické javy.



Jeho doba už pozná články a vodivé drôty.



Spojiť pozorovania zákonom si však vyžaduje trpezlivosť.



Mladík si predstavuje ticho starej dielne.

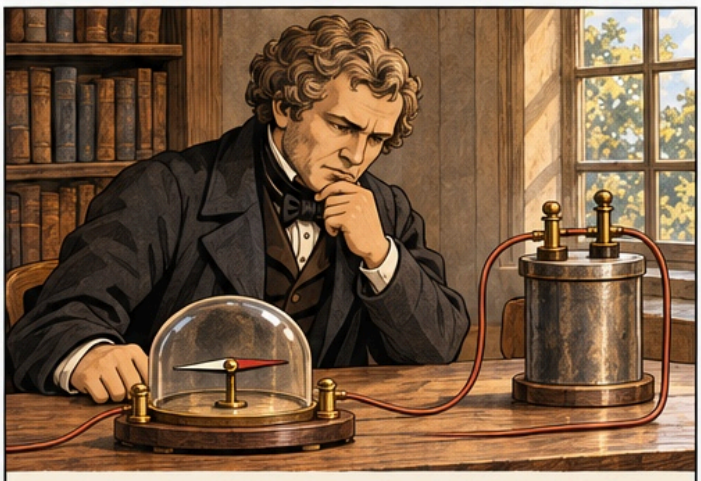


Príbeh ich vedie k Ohmovmu výskumu.

Pred rozhlasovými stanicami



Sme v 20. rokoch 19. storočia, dávno pred rádioamatérstvom.



Ohm skúma, ako prechádza elektrický prúd.



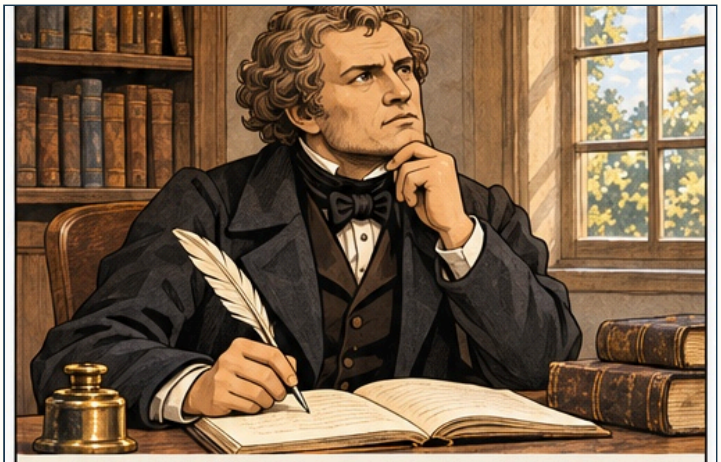
Nepripravuje moderný vysielač ani spojenie na diaľku.



Na stole má pokusy s vodičmi.

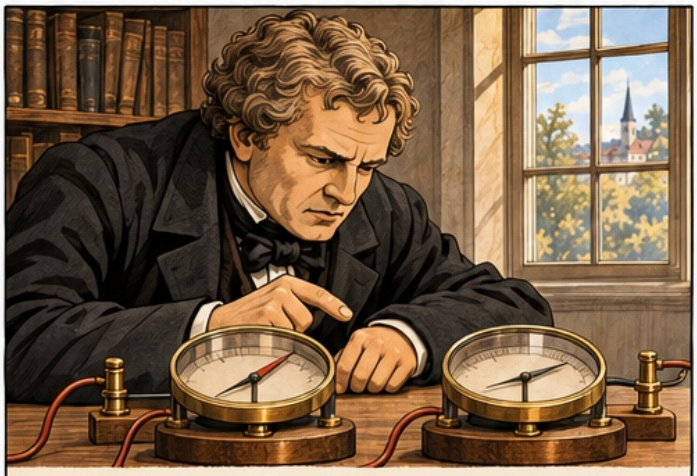


Hľadá overiteľný vzťah.

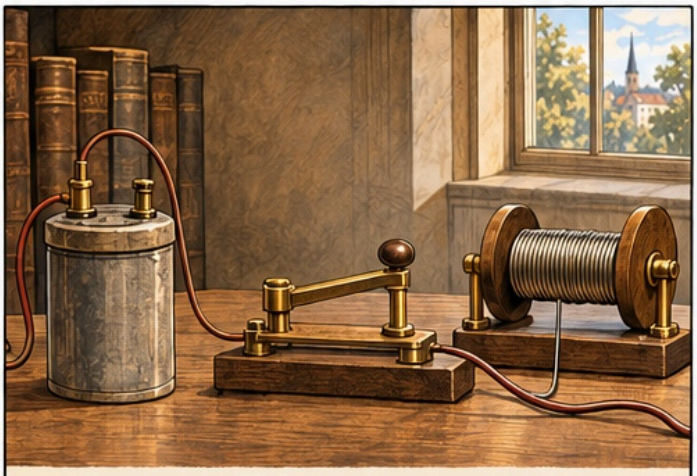


Presná otázka je cennejšia než unáhlené vysvetlenie.

Keď výsledky kolíšu



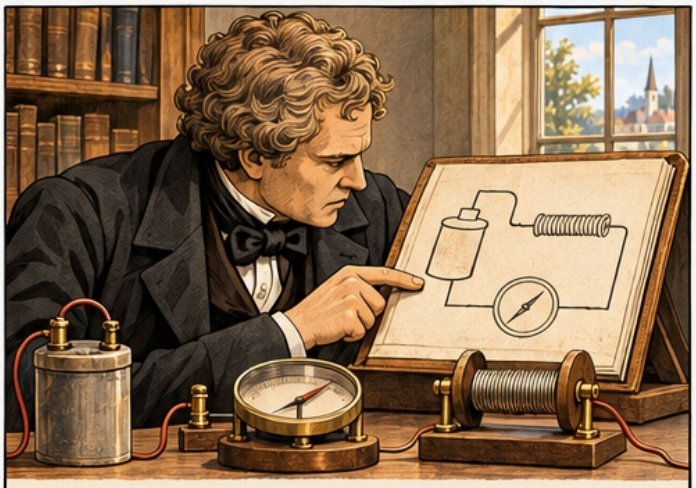
Pokus neposkytuje vždy rovnaký výsledok.



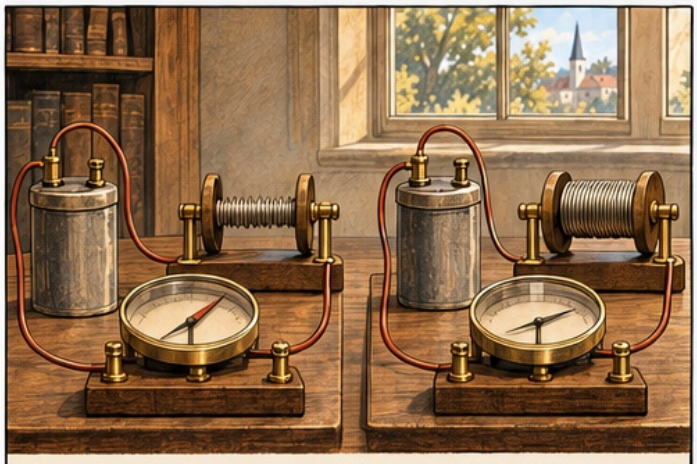
Meniť sa môžu aj zdroj a kontakty.



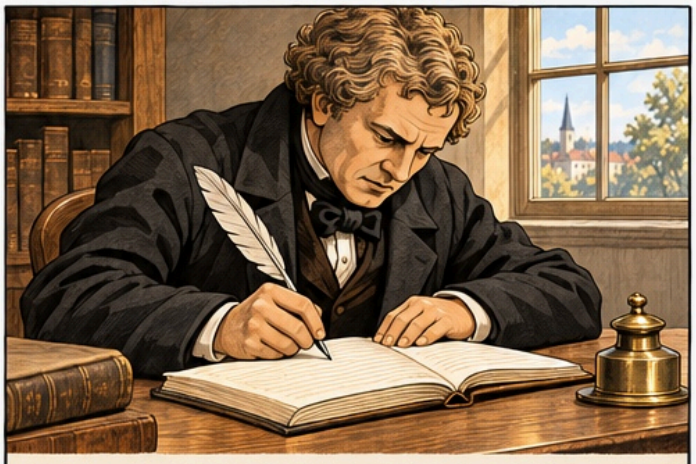
Obviniť hneď drôt by rozdiel nevysvetlilo.



Ohm znovu skúma podmienky pozorovania.



Hľadá, čo sa mení a čo musí zostať stabilné.



Objav sa začína pozorným pohľadom.

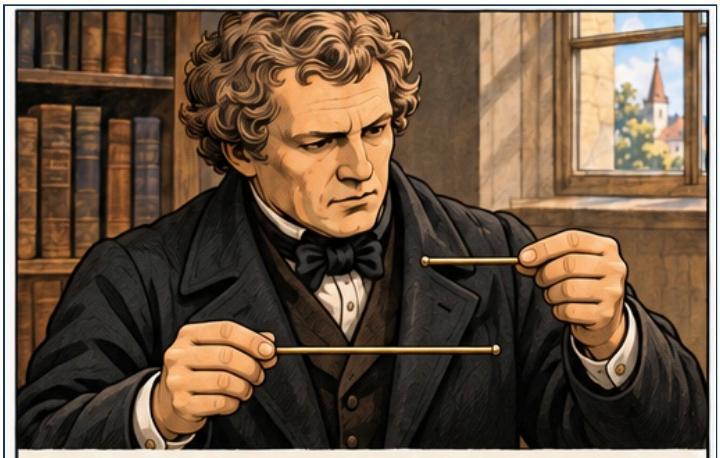
Vždy jedna otázka



Pri porovnávaní treba vedieť, čo sa zmenilo.



Zmeniť všetko naraz by odpoveď zahmlilo.



Drôty možno porovnávať podľa zvoleného kritéria.



Ostatné podmienky majú zostať čo najpodobnejšie.

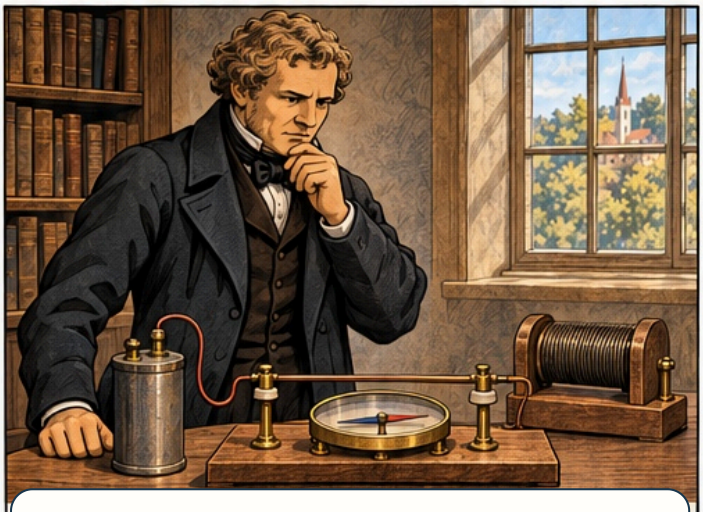


Zápisky zachovajú priebeh každého pokusu.

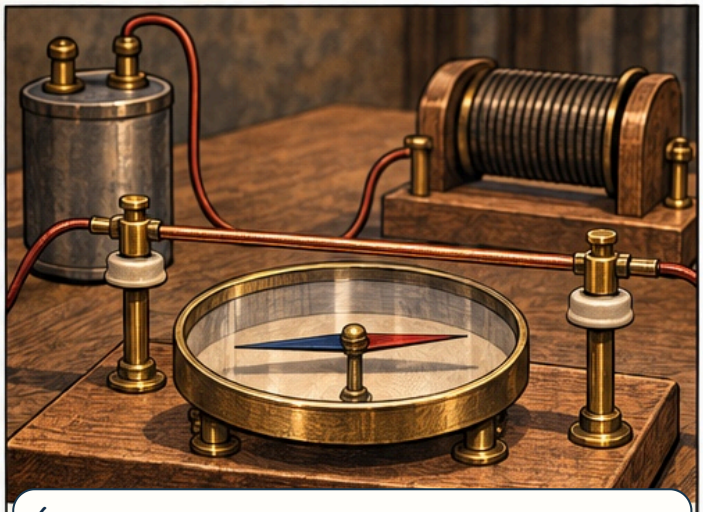


Mladík túto metódu využije aj vo svojej dielni.

Prístroje svojej doby



Ohmove prístroje nevyzerajú ako dnešné multimetre.



Účinok prúdu možno pozorovať magnetickou ihlou.



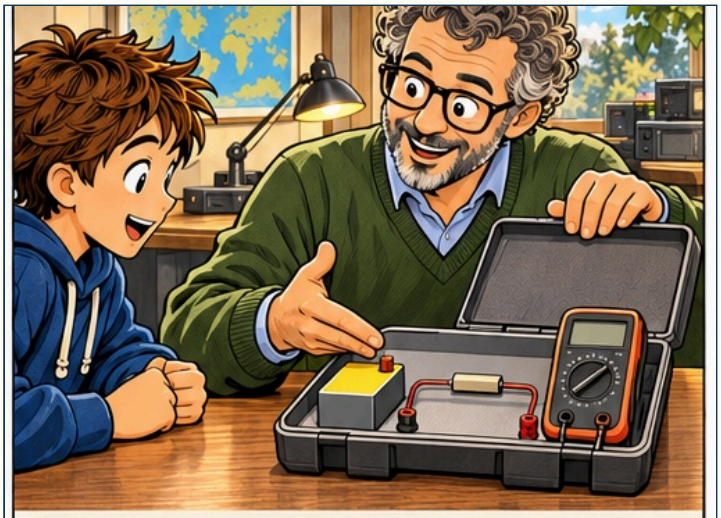
Jej výchylka poskytuje údaj na pozorné porovnávanie.



Odozvu možno vyložiť, len ak rozumieme prístroju.



Kniha rozpráva o výskume, nie o domácom návode.

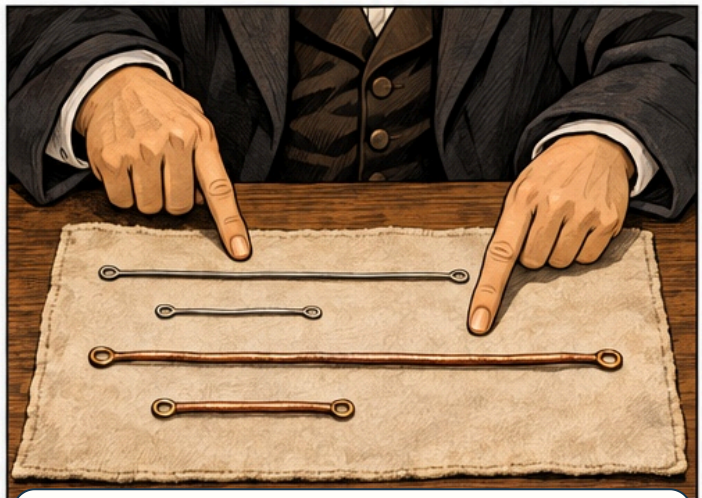


V klube použijú vhodné moderné pomôcky.

Drôt kladie odpor



Materiál a tvar vodiča ovplyvňujú priechod prúdu.



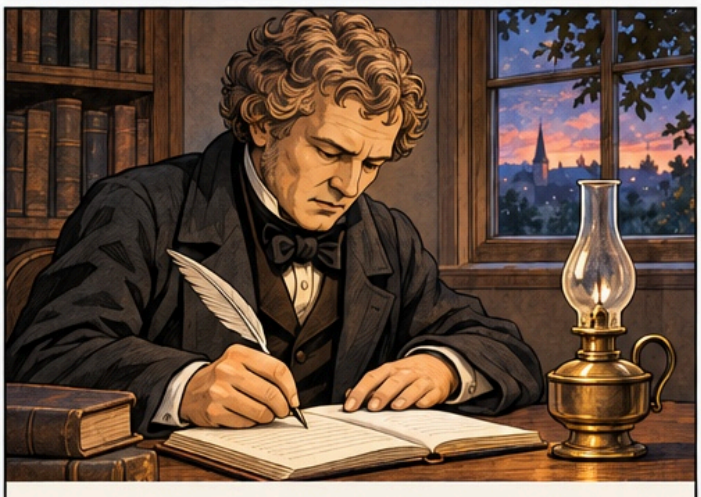
Pri rovnakom materiáli záleží na dĺžke a priereze.



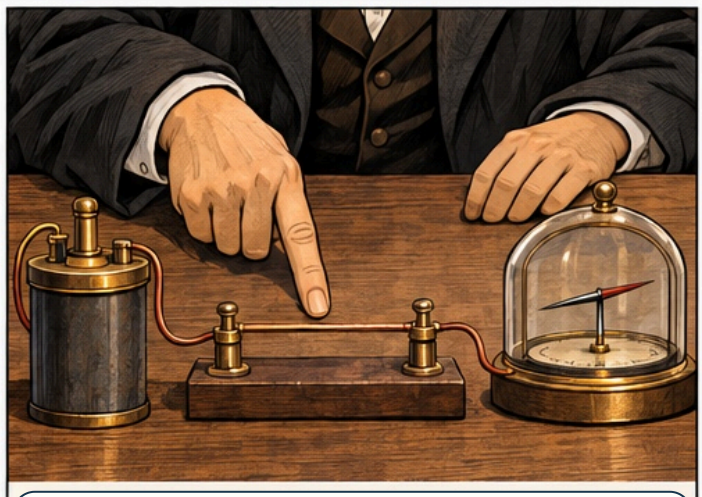
Jediné pozorovanie však zákon nedokáže.



Treba porovnávanie a súvislý opis.



Ohm pokračuje meraním aj uvažovaním.

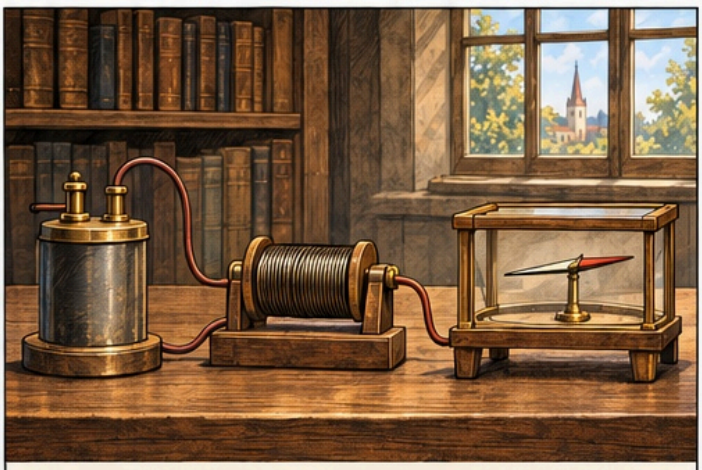


Odpor získa miesto medzi elektrickými veličinami.

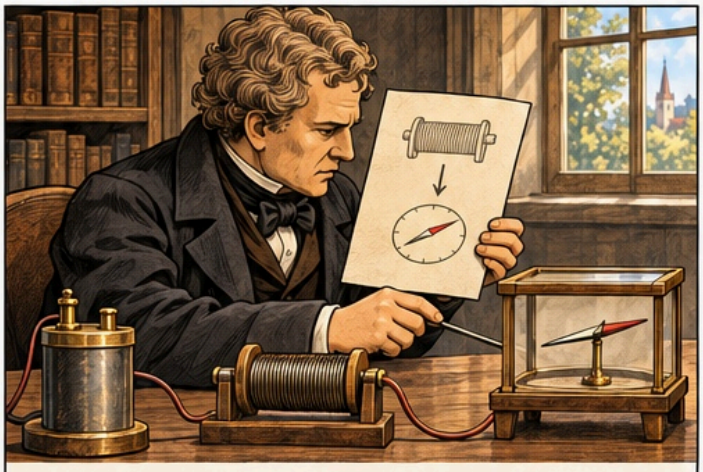
Od pozorovaní k vzťahu



Vedec nechce iba zbierať čísla.



Hľadá súvislosť medzi elektrickou príčinou, prúdom a vodičom.



Užitočný vzťah umožňuje aj predpovedať výsledok.



Treba však určiť podmienky jeho platnosti.



Mladík si zapisuje: pozorovať a predpovedať.

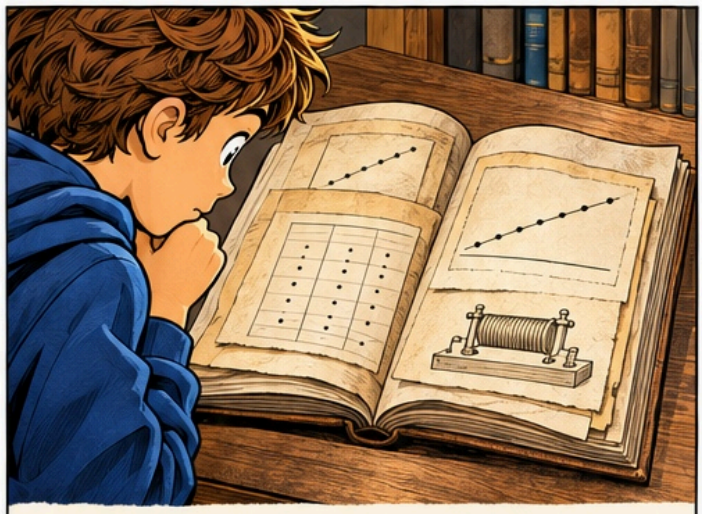


Pátranie sa mení na metódu.

Zápisník spája poznatky



Staré stránky zachytávajú pokusy, pochybnosti a opravy.



Samotný vzorec skrýva cestu výskumu.



Mladík si pripravuje zápisník vlastných pozorovaní.



Oddelí vypočítané hodnoty od nameraných.

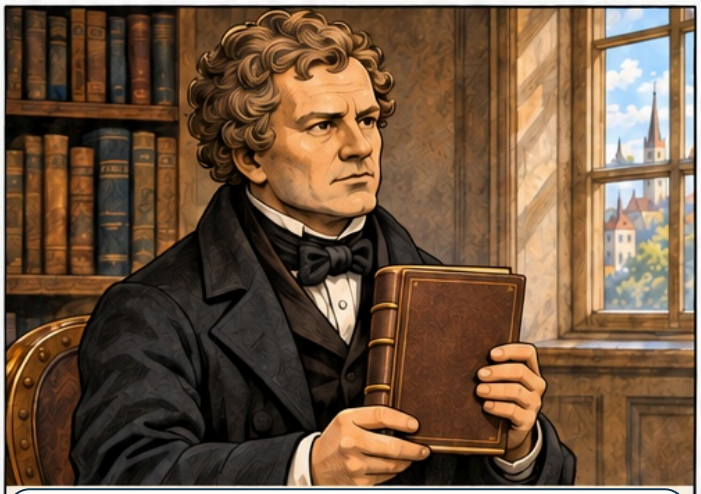


Zaznačí aj zapojenie a jednotky.



Pochopenie pomôže viac než recitovanie.

Kniha z roku 1827



V roku 1827 Ohm vydáva matematickú prácu o galvanickom obvode.



Kniha podrobne rozvíja jeho výskum.



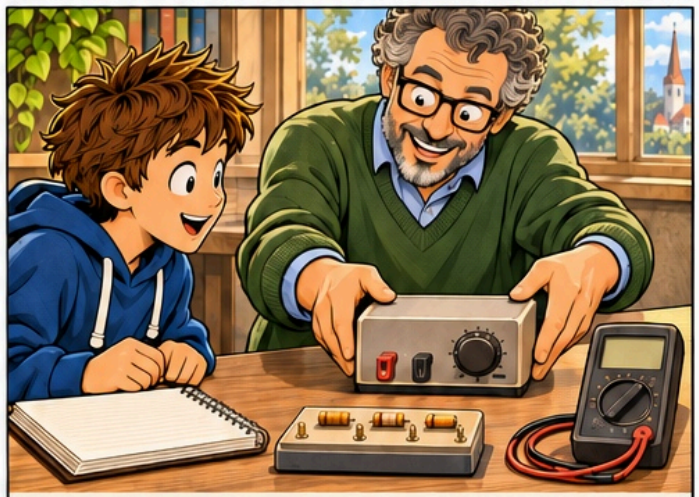
Veda ponúka vzťahy, ktoré môžu skúmať aj iní.



Ohmovo meno ponesie aj jednotka odporu.



Mladík sa na rezistor pozerá novými očami.



Aj on spojí myšlienku s pozorovaním.

Klubový pokus



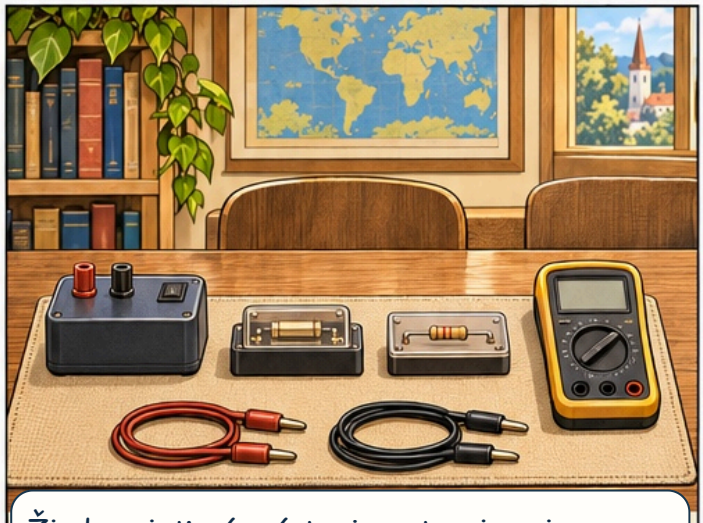
Vyberajú jednoduchý jednosmerný obvod.



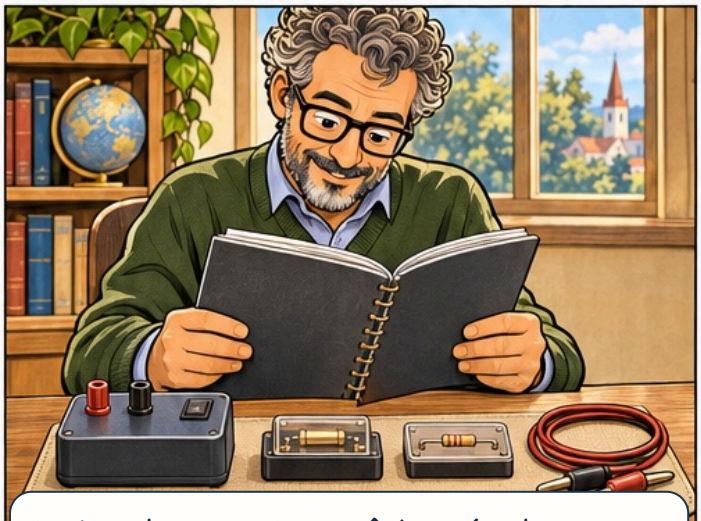
Nízkonapäťový zdroj napája vhodný rezistor.



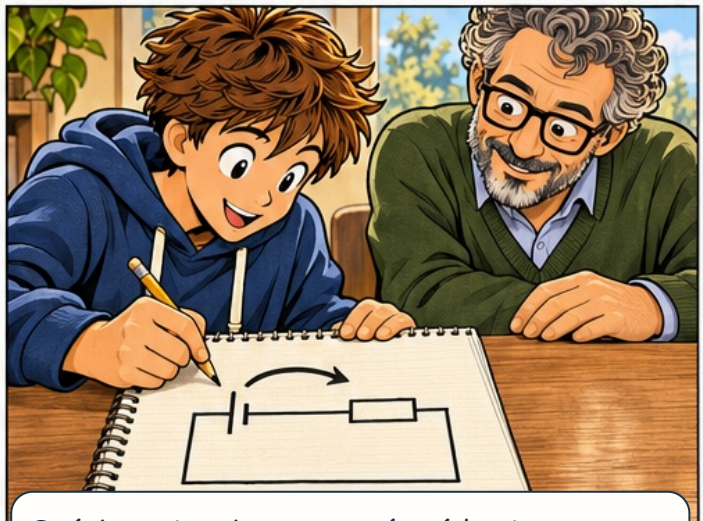
Výuková súprava má obmedzenie prúdu.



Žiadny sieťový prístroj neotvoria ani neupravia.



Sprievodca overuje pomôcky, návody a prevádzkové medze.



Otázka znie: ako sa zmení prúd pri zmene napätia?

Napätie medzi dvoma bodmi



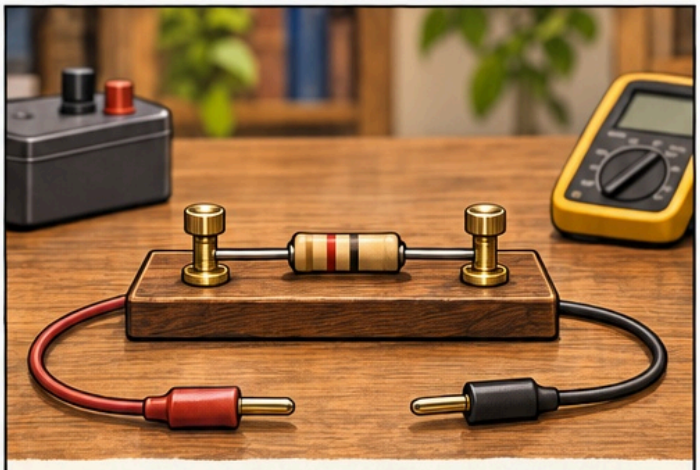
Napätie je definované medzi dvoma bodmi obvodu.



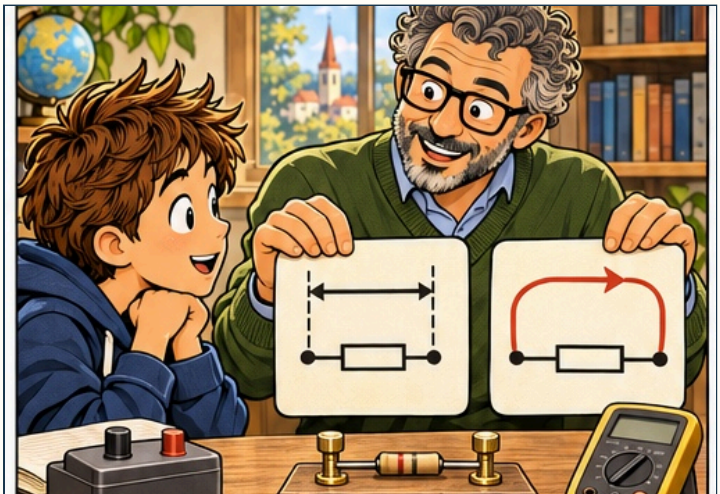
Označia ho U a vyjadria vo voltoch, značka V.



Treba teda povedať, medzi ktorými bodmi ho určujeme.



Tu skúmajú svorky rezistora.



Napätie nie je množstvo prúdu ukryté v drôte.



Mladík zakreslí oba body.

Prúd v slučke



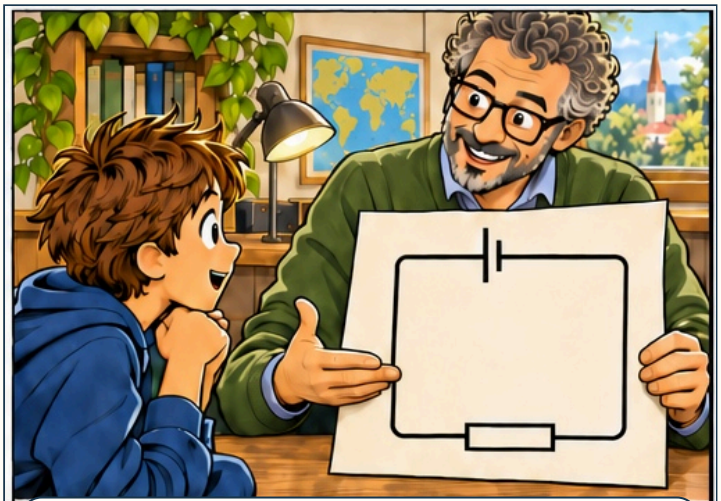
Elektrický prúd označujú I a merajú v ampéroch A.



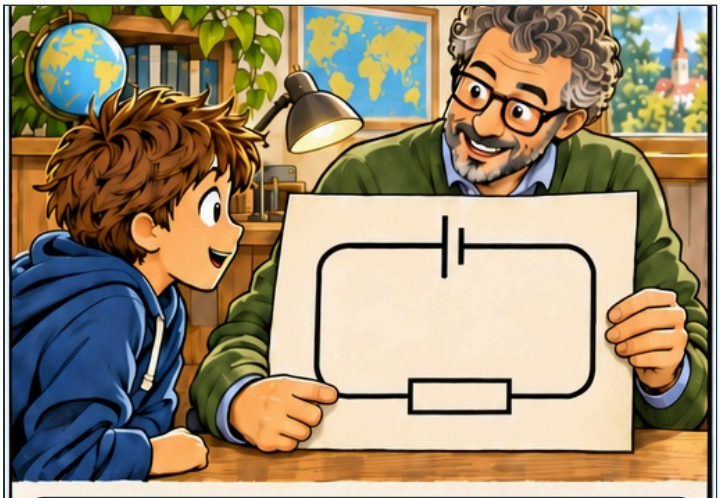
Trvalý prúd tu potrebuje uzavretú vodivú slučku.



Pri rozpojenej slučke rezistorom prúd netečie.



V jednoduchej slučke preteká všetkými prvkami rovnaký prúd.



Dohodnutý smer je mimo zdroja od plusu k mínusu.

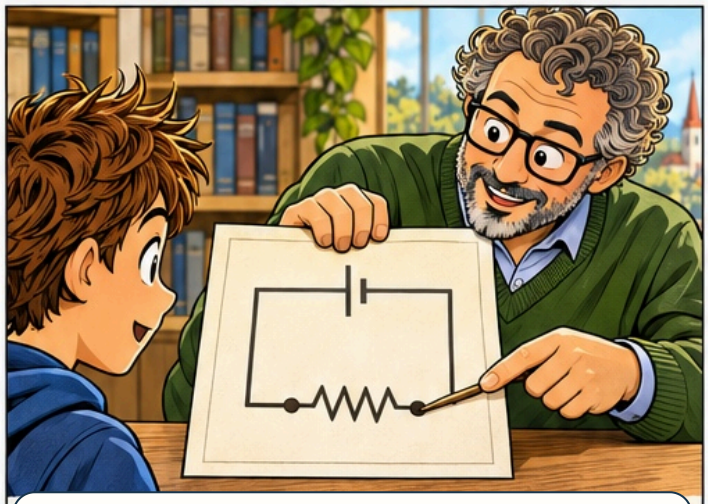


Mladík sleduje kresbu, zatiaľ nič nezapája.

Úloha odporu



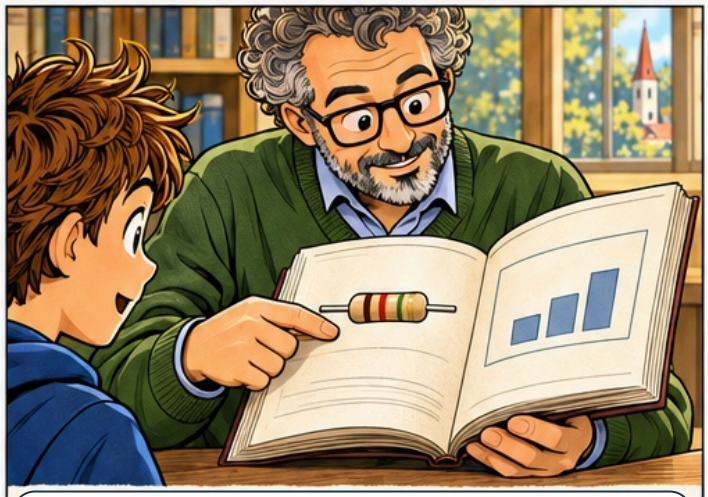
Odpor označujú R a vyjadrujú v ohmoch Ω.



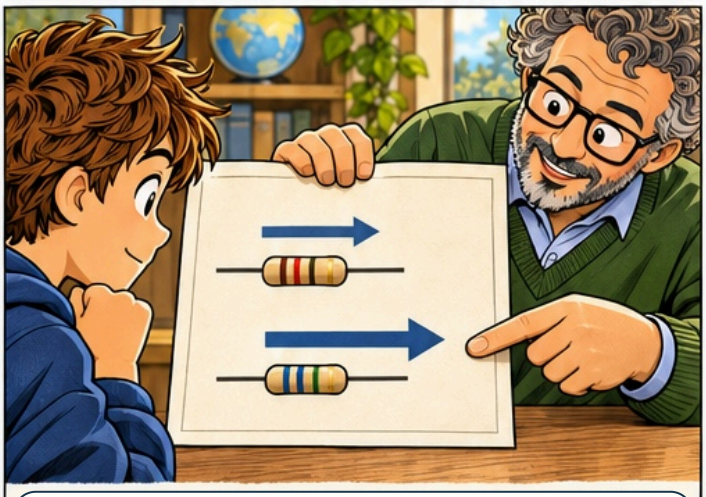
Tu spája napätie na súčiastke s prúdom cez ňu.



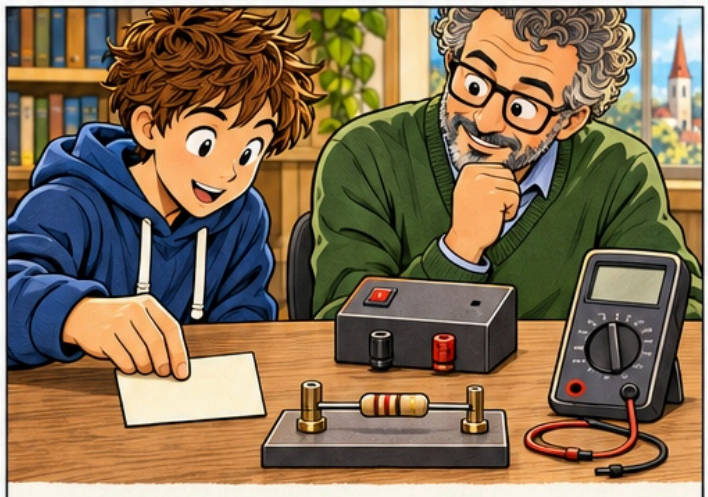
Na pokus vyberú rezistor s ohmickým správaním.



Jeho teplota musí zostať dostatočne stabilná.



Väčší odpor dá pri rovnakom napätí menší prúd.

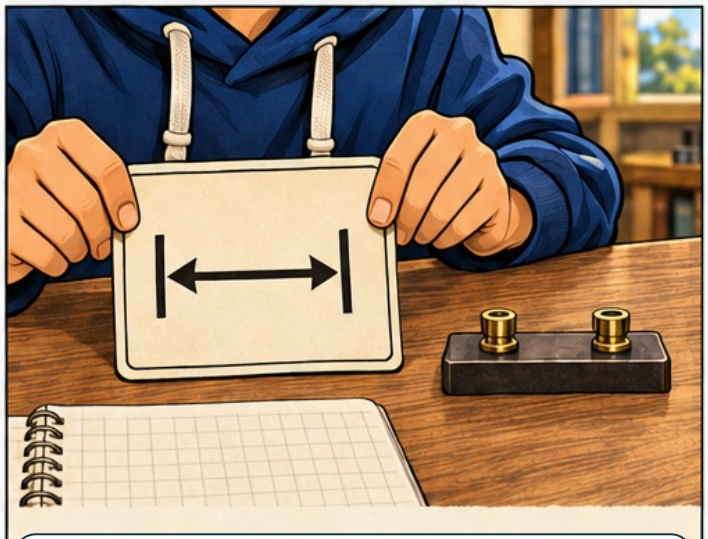


Túto predpoveď ešte overia.

Tri veličiny, tri jednotky



Zápisník rozlišuje U, I a R.



Napätie U sa udáva vo voltoch V.



Prúd I sa udáva v ampéroch A.



Odpor R sa udáva v ohmoch Ω.



Značka veličiny a značka jednotky majú odlišné úlohy.



Každý výsledok bude mať pri čísle jednotku.

Príprava pred zapojením



Zdroj zostáva pri príprave odpojený.



Vyberú rezistor 100 Ω s menovitým výkonom 1 W.



Ukážka použije jednosmerné napätie 1,5 až 4,5 V.



Sprievodca overí vhodnosť všetkých prvkov.



Vodiče sú neporušené a spoje pripravené bez improvizácie.



Mladík najskôr nakreslí zapojenie.

Meranie samostatného rezistora



Pred pokusom overia odpor multimetrom.



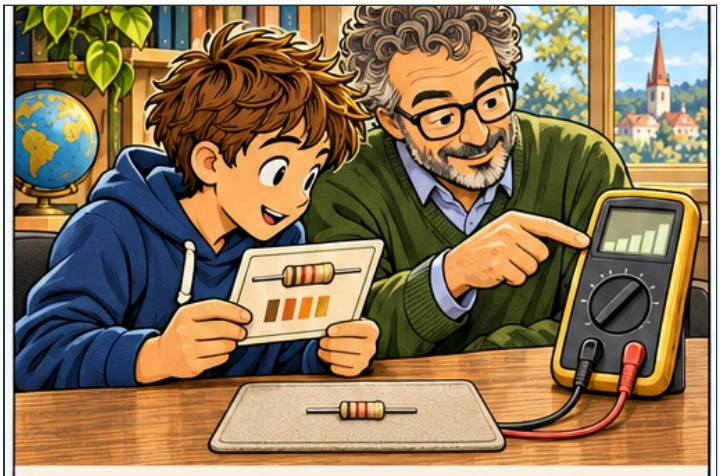
Rezistor je mimo obvodu a všetky zdroje odpojené.



Podľa návodu nastavia režim ohmmetra.



Hodnota blízka 100 Ω potvrdí výber.



Tolerancia vysvetľuje rozdiel od menovitej hodnoty.

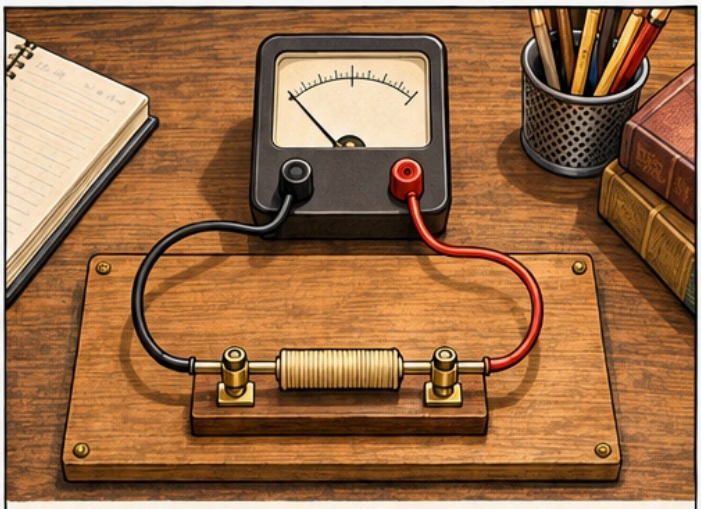


Zapíšu skutočný údaj a odoberú meracie hroty.

Napätie sa meria paralelne



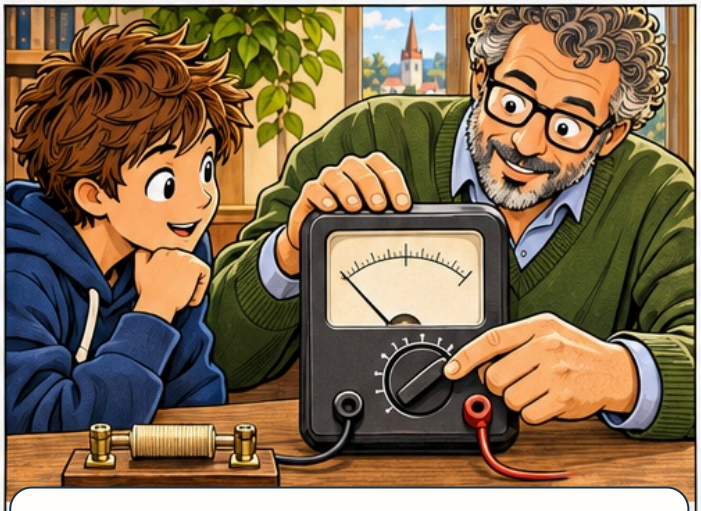
Voltmeter pripoja na obe svorky rezistora.



Tvorí vetvu zapojenú paralelne k nemu.



Pri pripájaní vodičov je zdroj odpojený.



Sprievodca overí svorky, jednosmerné napätie a rozsah.



Potom zapnú napájanie a odčítajú napätie.



Údaj zapíšu a zdroj odpoja.

Prúd sa meria sériovo



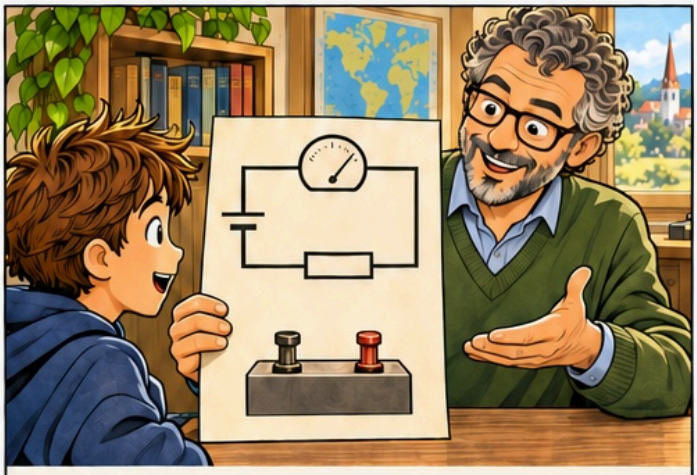
Meranie I vyžaduje iné zapojenie.



S odpojeným zdrojom sprievodca rozpojí slučku a vloží ampérmeter sériovo.



Skontroluje prúdovú svorku, poistku, jednosmerný režim a rozsah.



Ampérmeter nikdy nepatrí priamo na svorky zdroja.



Po kontrole zapnú napájanie a odčítajú prúd.

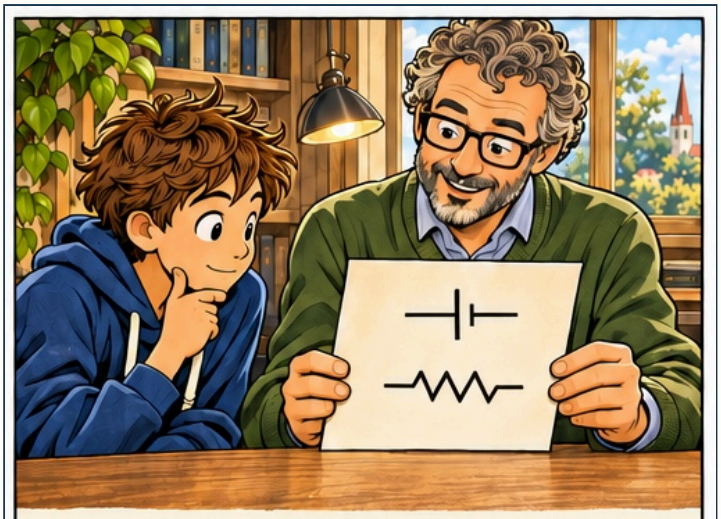


Pred zmenami vypnú; potom vrátia vodiče na meranie napätia.

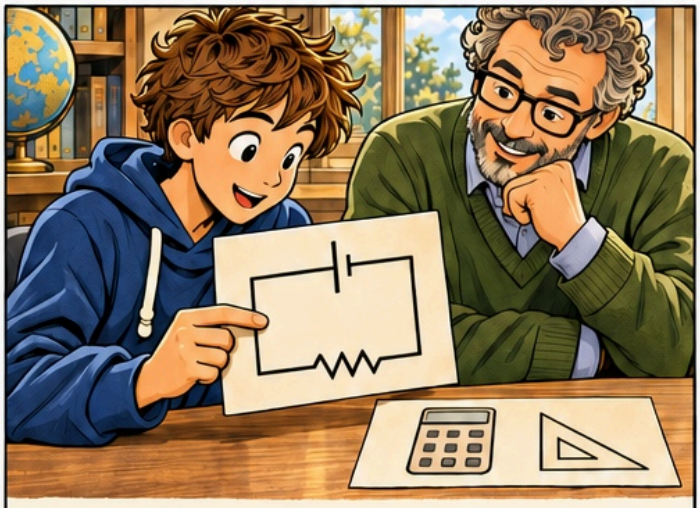
Prvý porovnávací bod



Začnú najnižším plánovaným napätím.



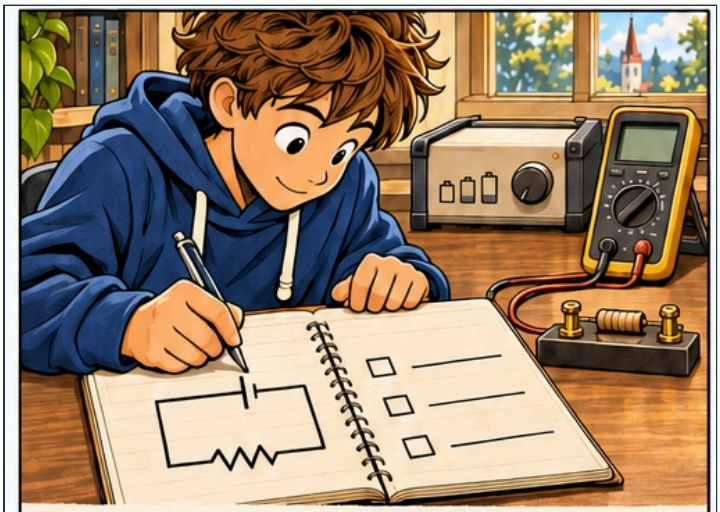
Ideálny príklad používa 1,5 V a 100 Ω.



Očakávaný prúd je 0,015 A, teda 15 mA.



Skutočné merania zapisujú oddelene od ideálnych hodnôt.



Lucas uvedie zapojenie a jednotky.



Prvý riadok je iba začiatkom.

Dvojnásobné napätie



Pred zmenou nastavenia zdroj odpoja.



Rezistor aj podmienky merania zostávajú rovnaké.



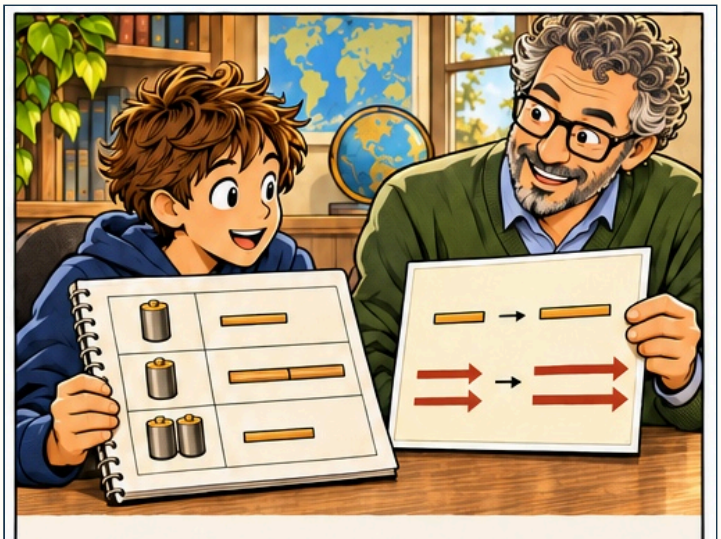
V ideálnom príklade stúpne napätie z 1,5 na 3 V.



Prúd potom stúpne z 15 na 30 mA.



Napätie aj prúd sa zdvojnásobili.



Mladík porovná predpoveď s novým meraním.

Tretí pokus



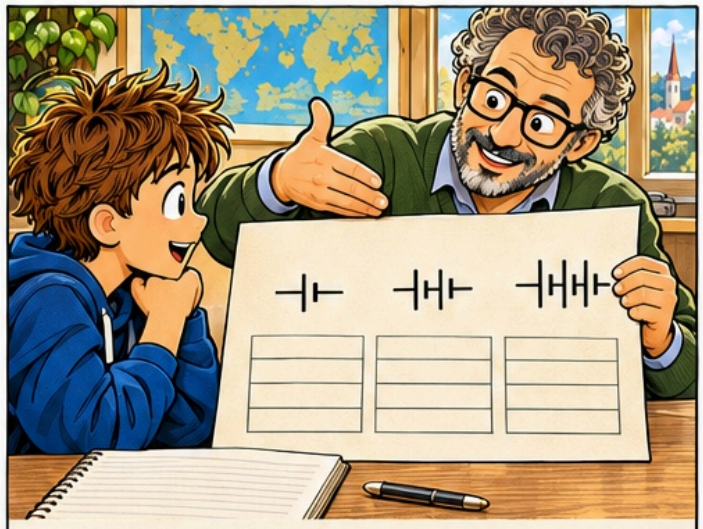
Ďalší pokus má trend overiť, nie iba opakovať slová.



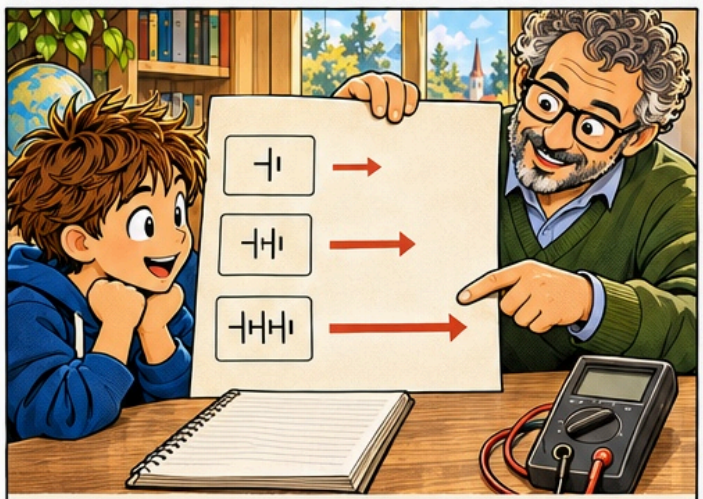
Rovnakým postupom prejdú na 4,5 V.



Pri 100 Ω model predpovedá 0,045 A, teda 45 mA.



Príklad teraz obsahuje 1,5 V, 3 V a 4,5 V.



Zodpovedajúce prúdy sú 15, 30 a 45 mA.



Po odčítaní zdroj opäť odpoja.

Čo zostáva konštantné



Mladík delí každé napätie prúdom v ampéroch.



1,5 V ÷ 0,015 A = 100 Ω.



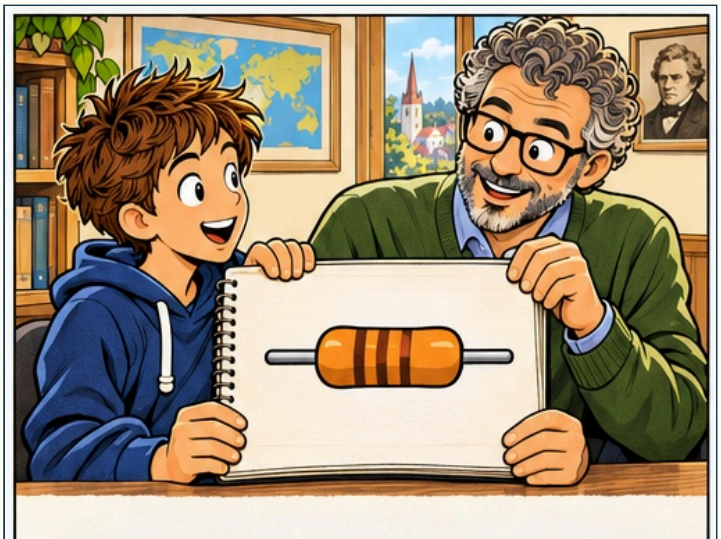
3 V ÷ 0,030 A = 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A = 100 Ω.



V ideálnom príklade zostáva pomer U/I konštantný.



Táto konštanta predstavuje odpor R.

Vzťah dostáva tvar



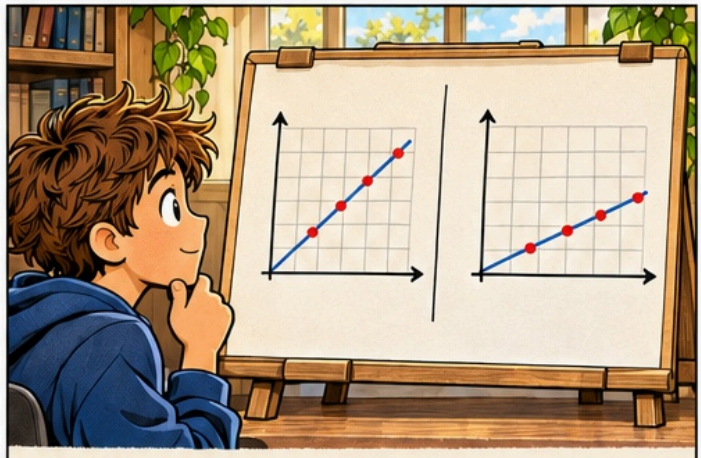
Graf pomáha vidieť priamu úmernosť.



Body ideálneho rezistora ležia na priamke cez počiatok.



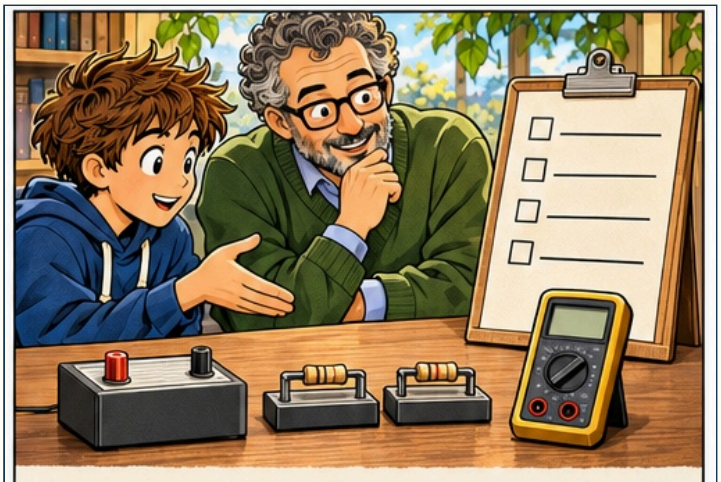
Pri U na vodorovnej osi a I na zvislej je smernica 1/R.



Zámena osí zmení význam smernice.



Skutočné merania sa môžu od priamky mierne odchýliť.



Graf vysvetľuje čísla, nenahrádza však podmienky pokusu.

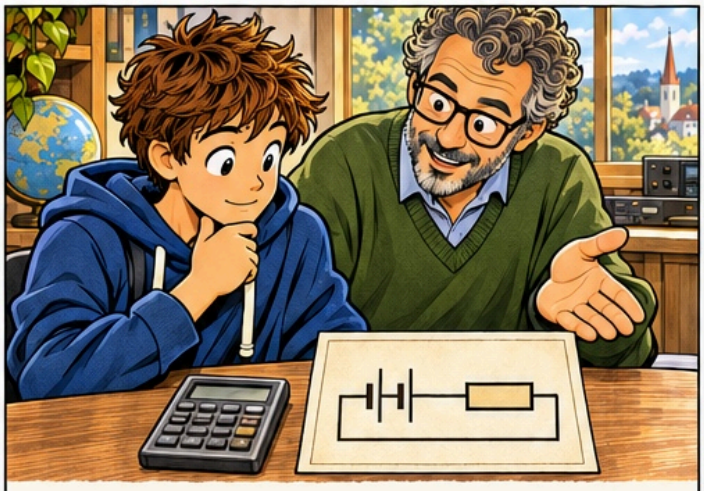
U = R × I



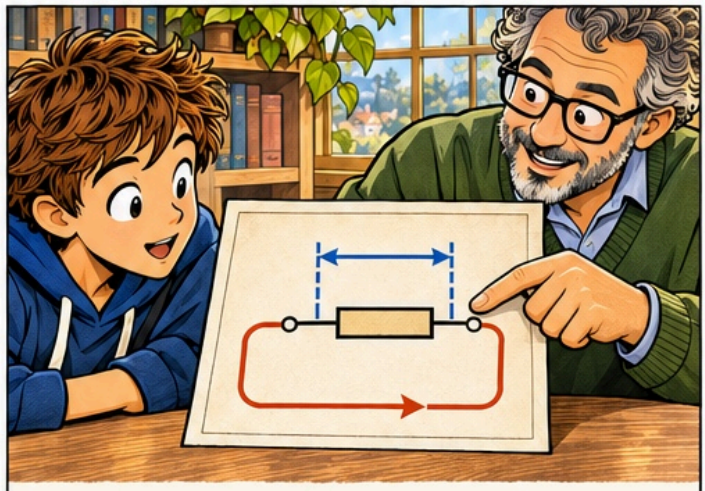
Vzťah znie U = R × I.



Napätie na ohmickom rezistore je súčinom R a I.



Pri R = 100 Ω a I = 0,030 A je U = 3 V.



Veličiny musia patriť tej istej súčiastke.



Do tohto výpočtu vstupuje prúd v ampéroch.



Mladík už chápe, čo vzorec spája.

Výpočet prúdu



Zo známych U a R možno predpovedať I.



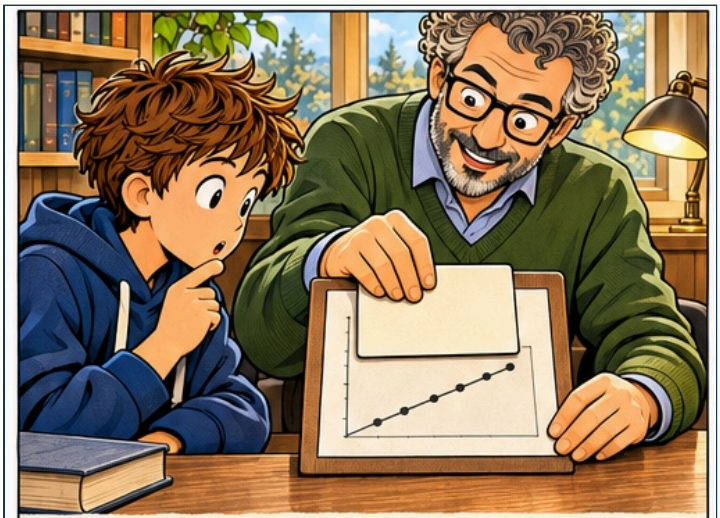
Upraví vzťah na I = U/R.



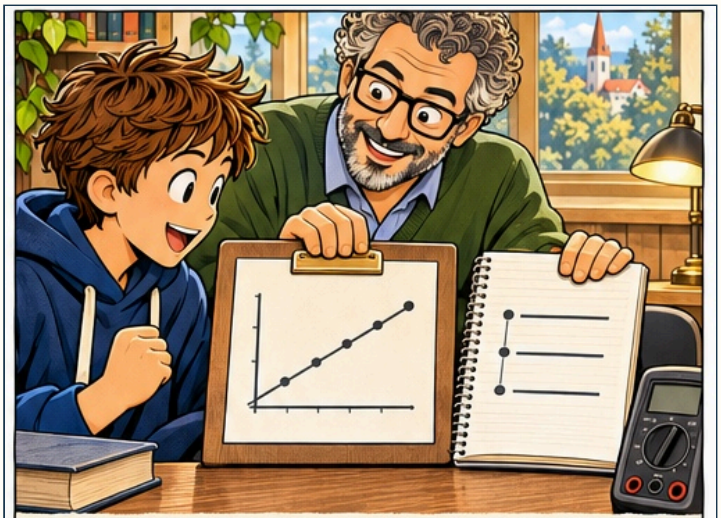
Pri 3 V a 100 Ω vypočíta 3 ÷ 100 = 0,030 A.



To je 30 mA.



Predpoveď povie pred prezretím merania.



Výpočet sa stáva otázkou pre pokus.

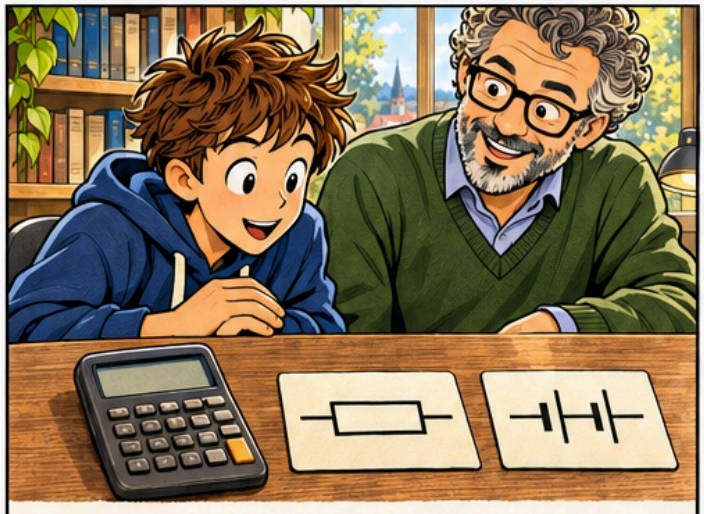
Výpočet odporu



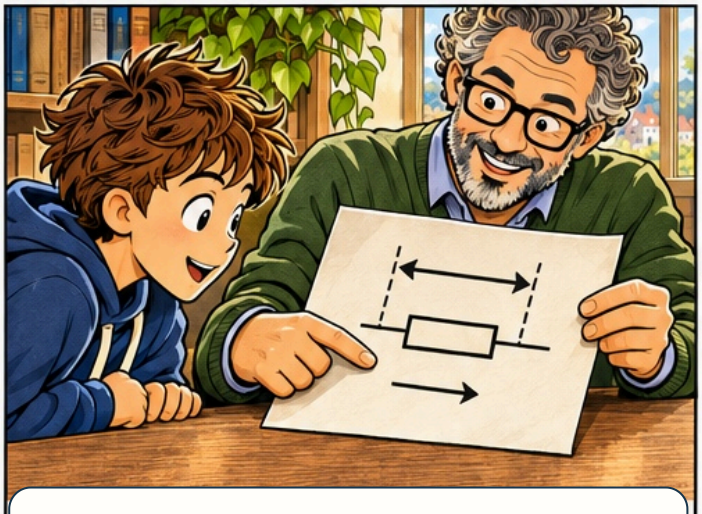
Ďalšia otázka vychádza z U a I.



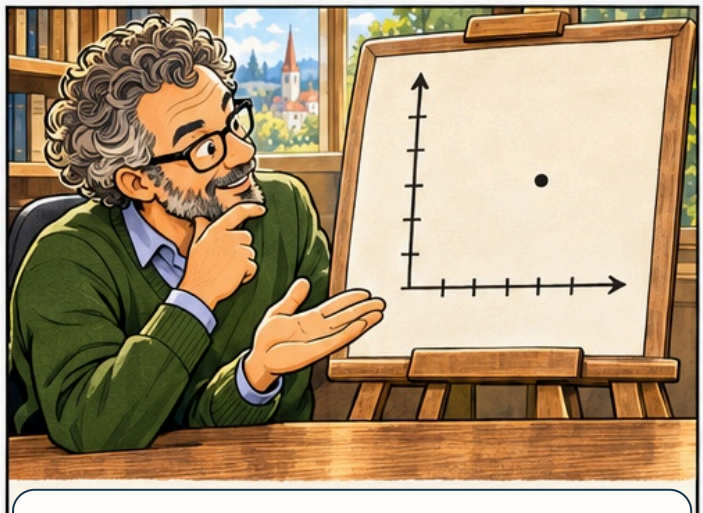
Vzťah potom znie R = U/I.



Napríklad 3 V a 0,015 A dávajú 200 Ω.



Napätie a prúd musia patriť rovnakému dvojpólu v rovnakom okamihu.



Samotný pomer ešte nedokazuje ohmické správanie.



Treba preskúmať viac pracovných bodov.

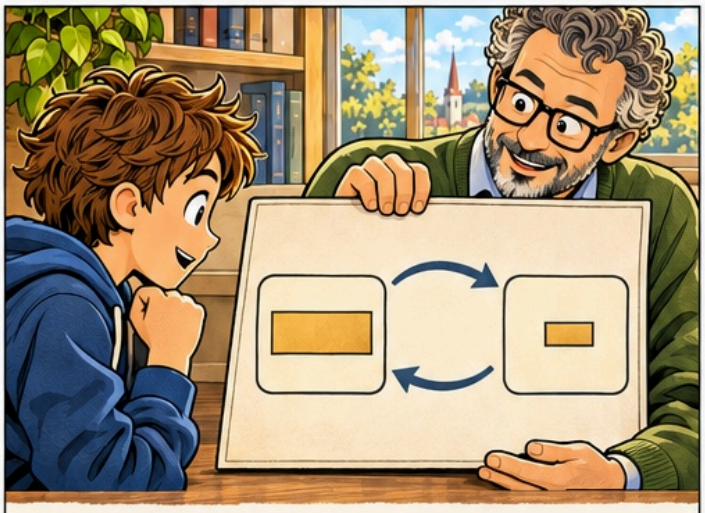
Pozor na miliampéry



Mladík opíše 30 mA a zastaví sa pri kalkulačke.



Miliampér je tisícina ampéra.



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



Zadať 30 namiesto 0,030 zmení výsledok tisícnásobne.



Najprv prevedie jednotky, potom počíta.



Nakoniec preverí aj rádovú veľkosť výsledku.

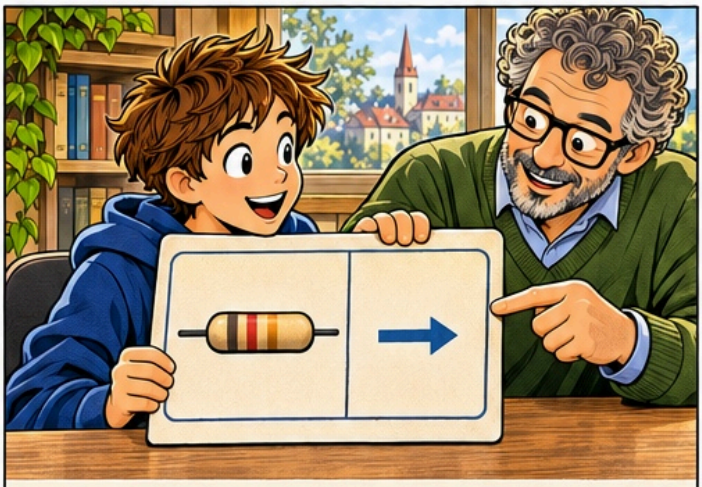
Predpoveď pred výmenou



Chcú porovnať dva rezistory pri rovnakom napätí.



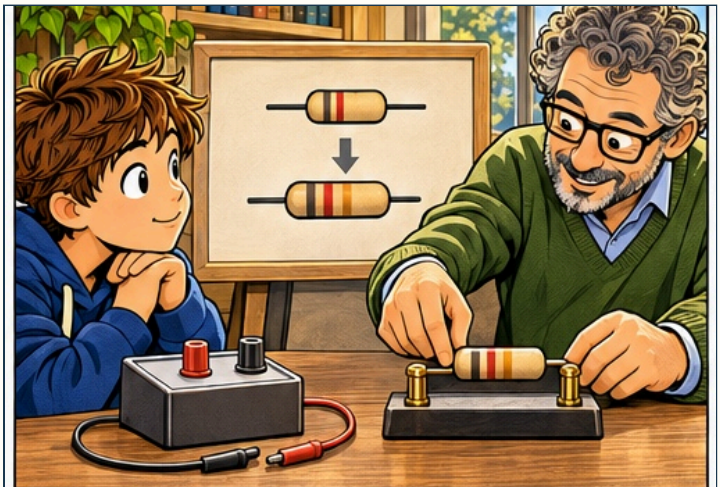
Pri 3 V a 100 Ω je ideálny prúd 30 mA.



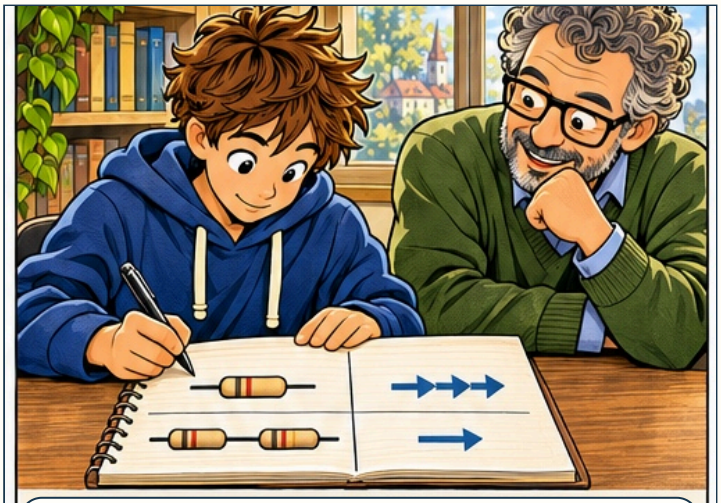
Pri 3 V a 200 Ω bude 15 mA.



Dvojnásobné R teda pri nezmenenom U zníži I na polovicu.

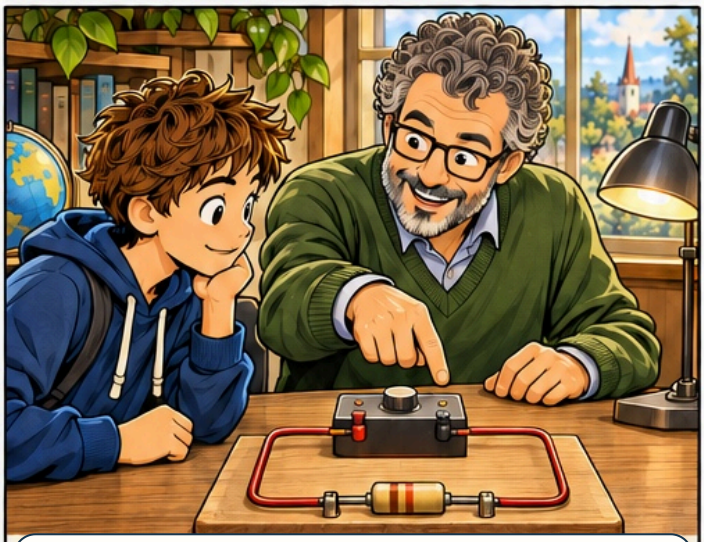


Pred výmenou rezistora odpoja zdroj.



Najskôr zapíšu predpoveď, potom namerané údaje.

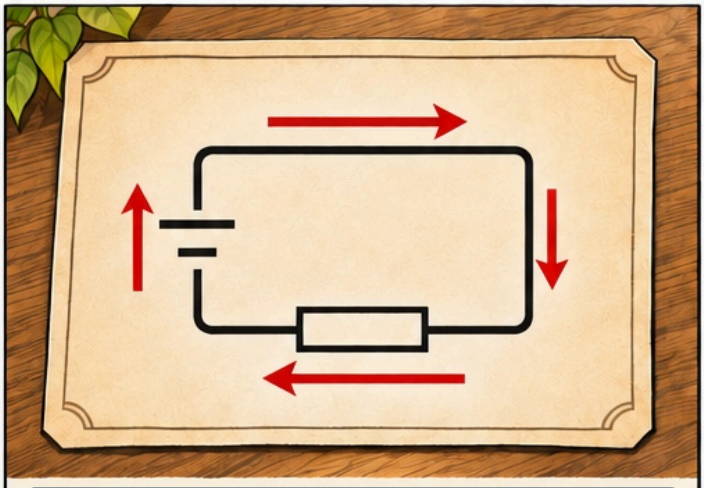
Ani zátka, ani zásobník



Prúd sa v rezistore neskladuje na neskôr.



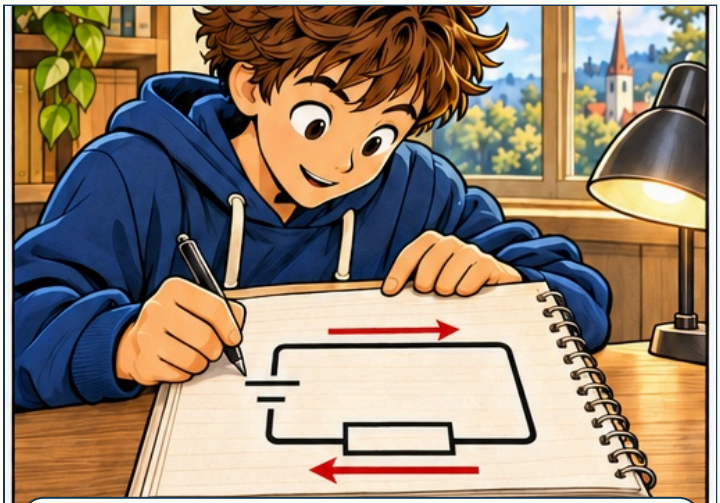
V tejto slučke rezistor postupne nespotrebúva intenzitu prúdu.



V ustálenom stave je prúd pred ním aj za ním rovnaký.



Premieňa sa elektrická energia, najmä na teplo.

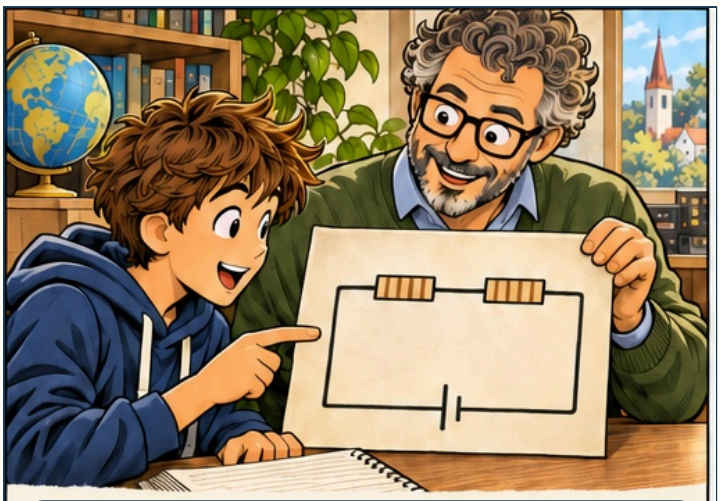


Mladík opraví obrázok so zmenšujúcimi sa šípkami za rezistorom.



Jeho predstava lepšie zodpovedá pozorovaniu.

Dva rezistory v sérii



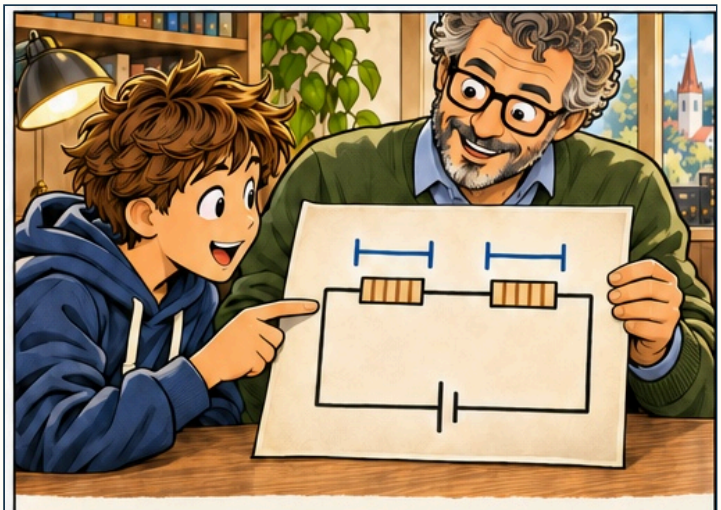
Na papieri zapoja dva rezistory 100 Ω za sebou.



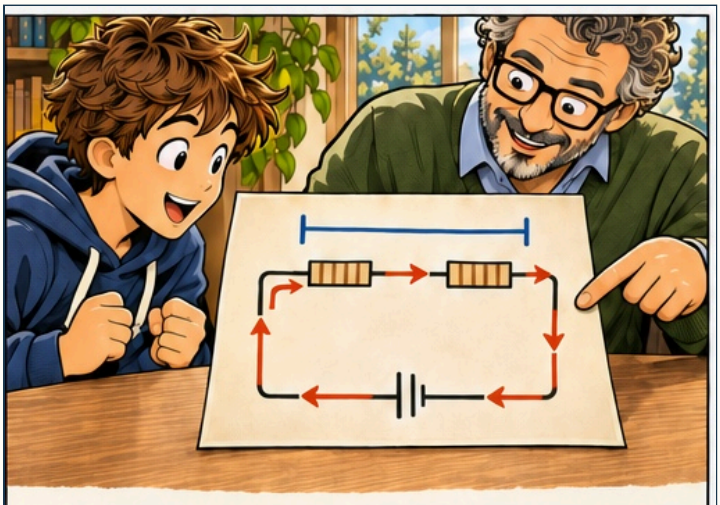
Sériový výsledný odpor je 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



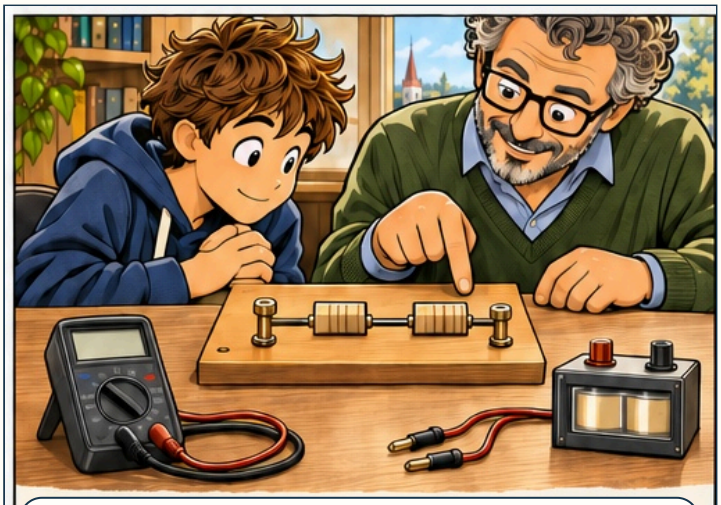
Pri 3 V bude ideálny prúd slučky 15 mA.



Na každom rezistore bude napätie 1,5 V.

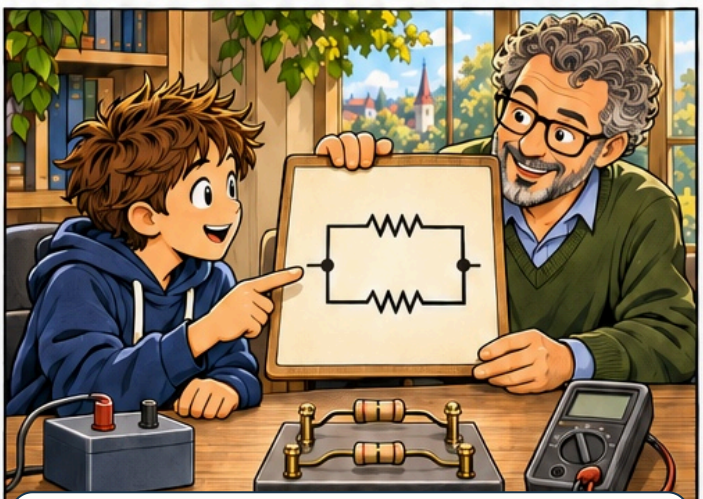


Napätia sa sčítajú; prúd je v oboch rovnaký.

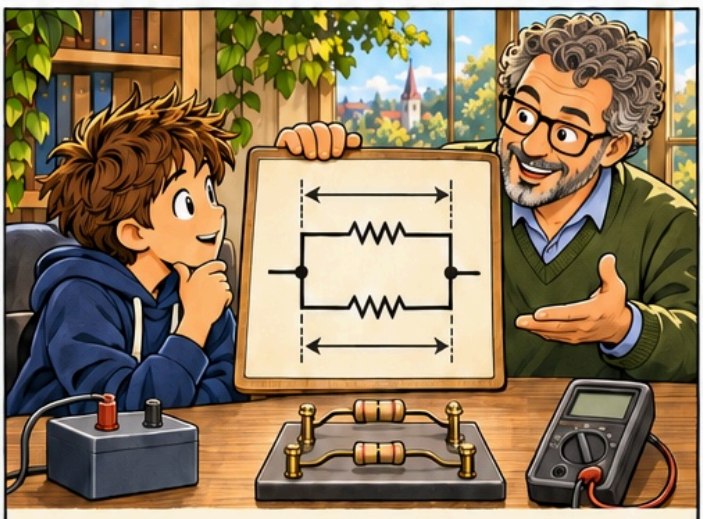


Úvahu overia vhodným zapojením upraveným bez napájania.

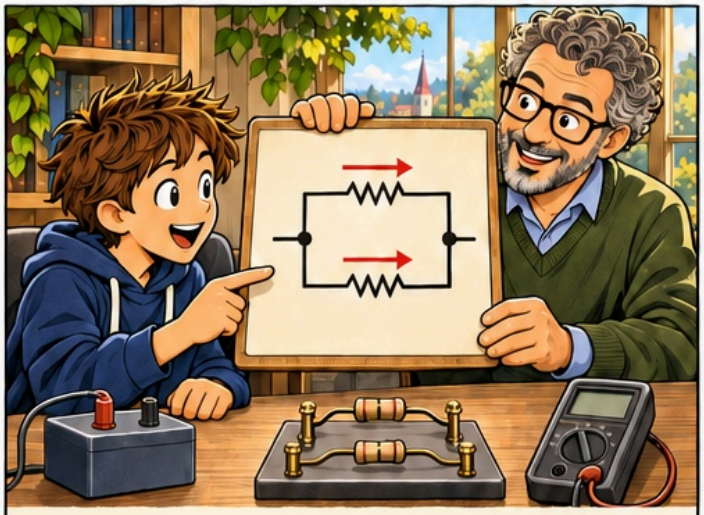
Dve paralelné cesty



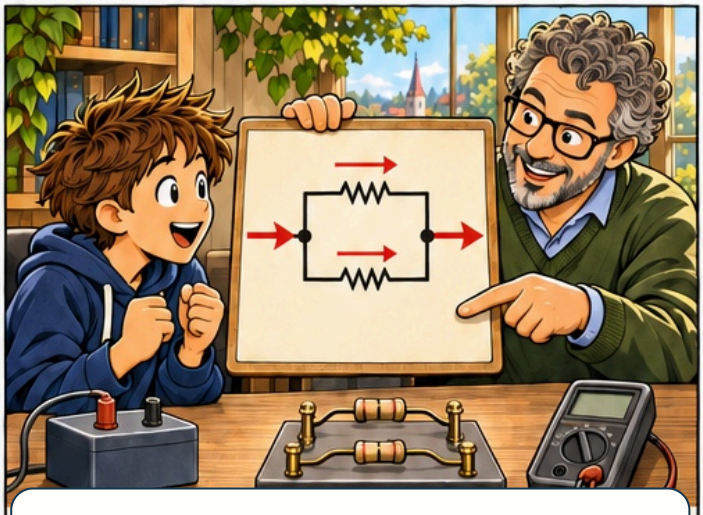
Ďalšia kresba ukazuje dva rezistory 100 Ω v paralelných vetvách.



Na každej vetve sú 3 V.



Každým rezistorom ideálne tečie 30 mA.



Celkový prúd je 60 mA: prúdy vetiev sa sčítajú.

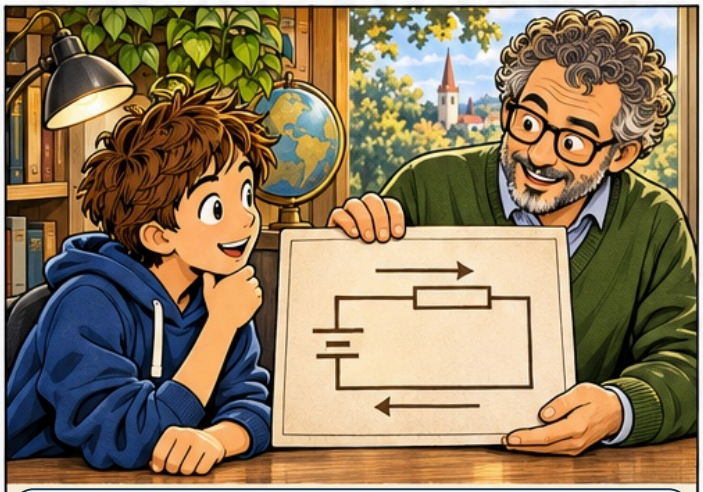


Výsledný odpor je 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.

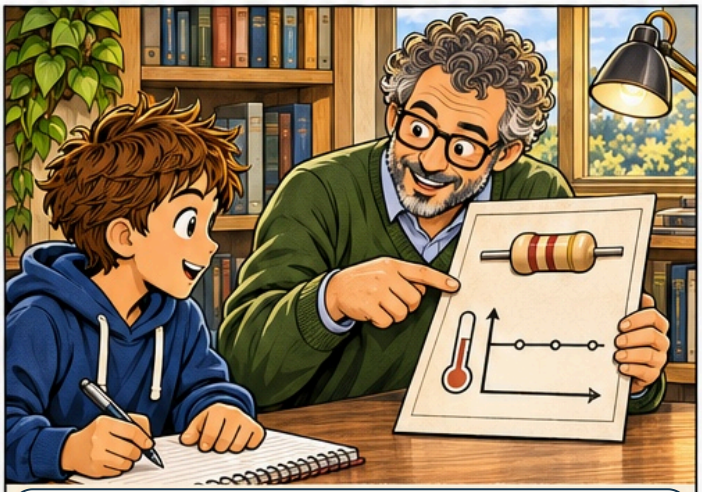


Tento výsledok nemožno získať sčítaním odporov.

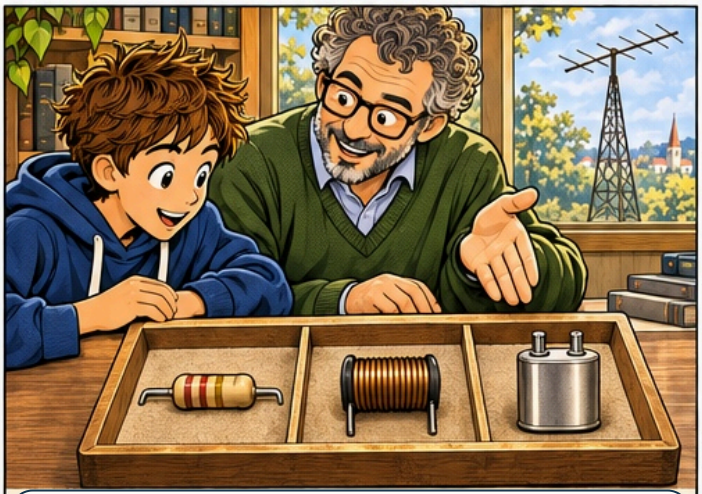
Platnosť ich modelu



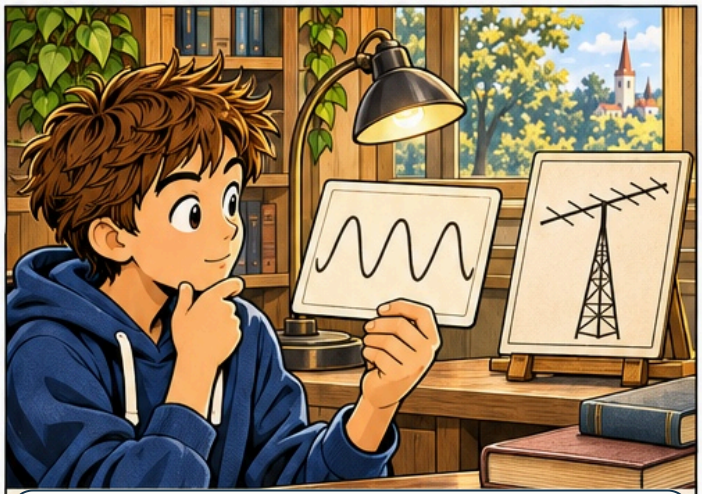
Výpočty sa tu týkajú ohmických rezistorov pri jednosmernom prúde.



Treba zohľadniť teplotu a vlastnosti súčiastok.



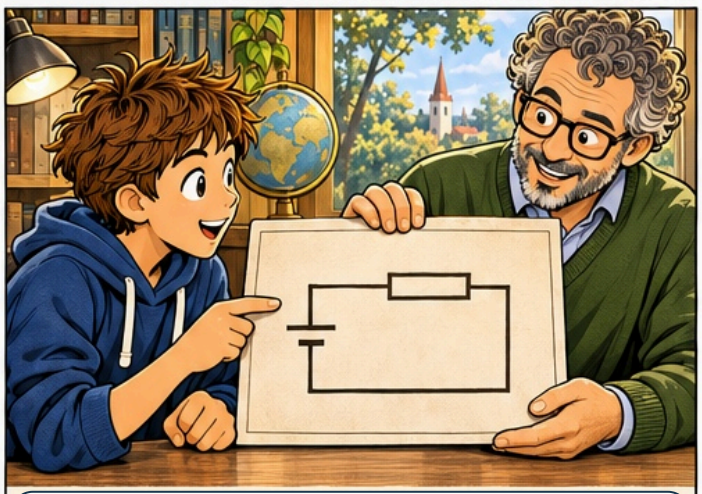
Cievka, kondenzátor ani anténa sa vždy nedajú opísať iba týmto odporom.



Pri rádiových frekvenciách vedú ďalšie javy k pojmu impedancia.



Mladík si novú otázku odloží na ďalší príbeh.



Pochopiť model znamená poznať aj jeho hranice.

Aj energia má svoj výpočet



Ukážka musí rešpektovať aj stratový výkon.



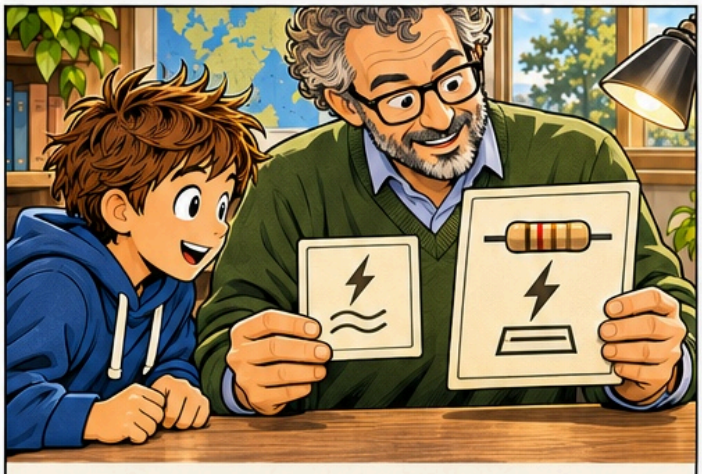
Pri jednosmernom prúde platí P = U × I, výkon P vo wattoch W.



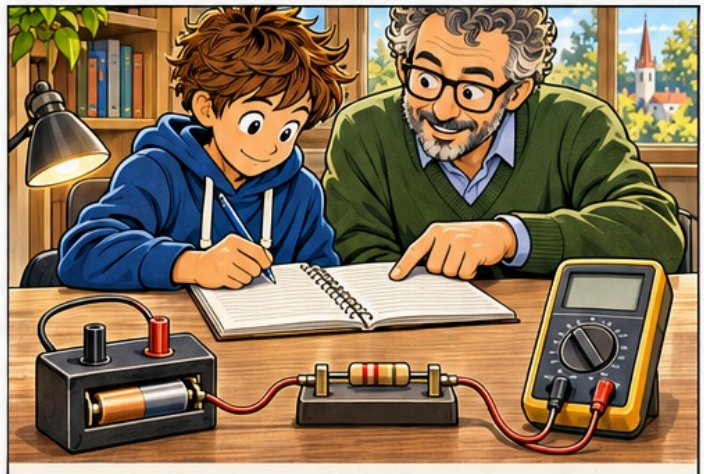
Pri 3 V a 0,030 A je P = 0,090 W.



V rezistore sa energia premieňa predovšetkým na teplo.



Prípustný výkon súčiastky sa nesmie prekročiť.



Aj malý obvod si vyžaduje túto kontrolu.

Výber s rezervou



Pri najvyšších 4,5 V a 100 Ω model dáva 45 mA.



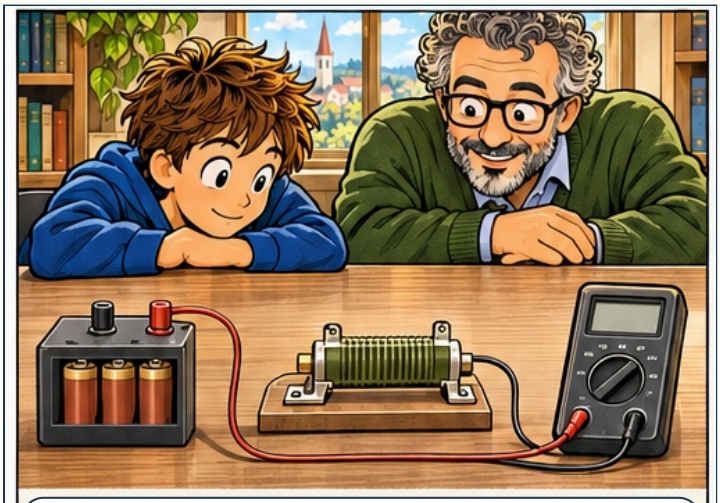
Vypočítaný výkon je 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



Rezistor 1 W poskytuje pre pripravený pokus rezervu.



Platí to pri podmienkach použitia určených výrobcom.



Zahrievanie nikdy neskúšajú dotykom pod napätím.



Henri rozhoduje podľa prevádzkových medzí pomôcok.

Záhadný rezistor



Mentor predkladá poslednú hádanku na príkladovej kartičke.



Na ohmickom rezistore sú 3 V a preteká ním 0,020 A.



Mladík počíta R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



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



Vysvetlí každý krok namiesto hádania očakávanej odpovede.



Hádanka ukáže jeho metódu.

Keď sa meranie trochu líši



Nameraná hodnota sa môže mierne líšiť od ideálnej.



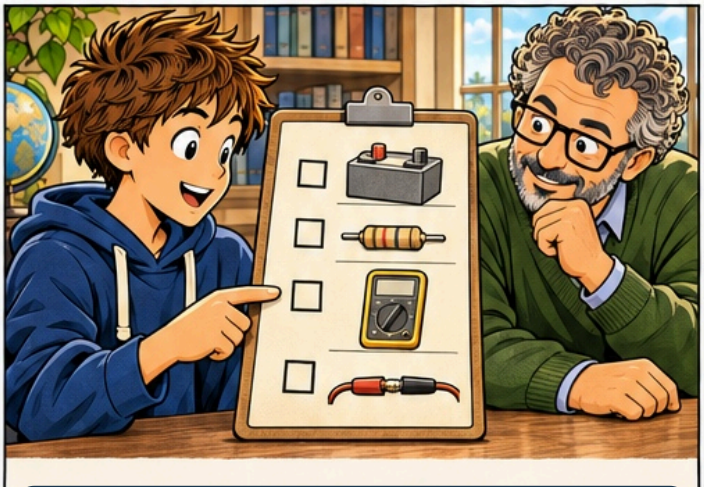
Rezistor má toleranciu a zdroj skutočné napätie.



Meradlo má obmedzenia a môže obvod ovplyvniť.



Nedokonalé kontakty môžu tiež zmeniť výsledok.



Skôr než spochybnia zákon, porovnajú podmienky.



Mladík zapíše vysvetliteľnú odchýlku, údaj umelo neopravuje.

Poučná chyba



V náčrte nájde mladík tisícnásobne priveľký prúd.



Nesnaží sa ho dosiahnuť zmenou zdroja.



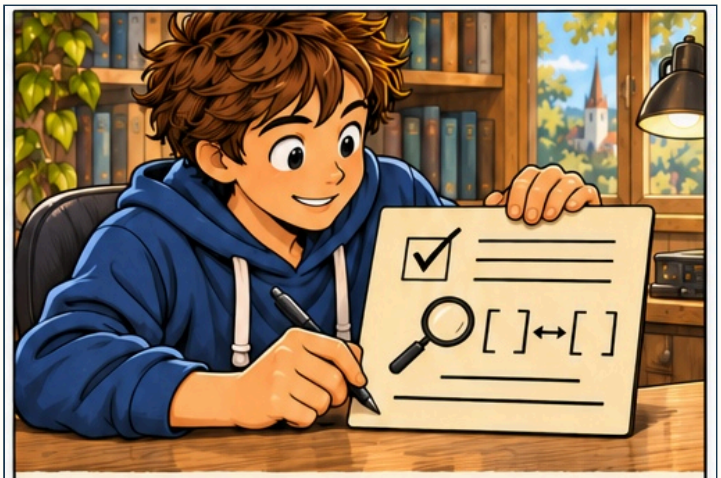
Pri kontrole odhalí miliampéry zamenené za ampéry.



Zapojenie počas overovania zostáva odpojené.



Po prevode majú výsledky primeranú rádovú veľkosť.

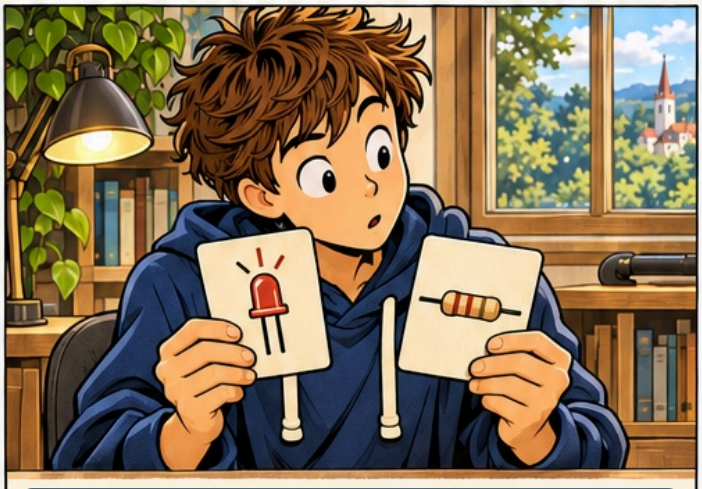


Rozpoznaná chyba je pomôckou do budúcnosti.

Dióda otvára inú otázku



V susednej krabičke mladík zbadá svetelnú diódu.



Dá sa považovať za rezistor s pevným odporom?



Sprievodca vysvetlí jej nelineárny vzťah napätia a prúdu.



Jednoduché U = R × I s konštantným R teda neopisuje každú diódu.



Nechajú ju v krabičke; jej skúmanie potrebuje vhodný obvod.



Pochopený zákon pomáha vyhnúť sa nerozumnému použitiu.

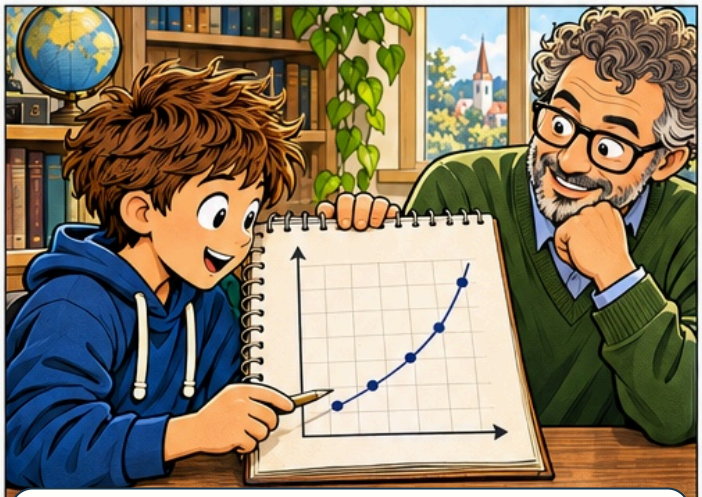
Teplota môže rozhodovať



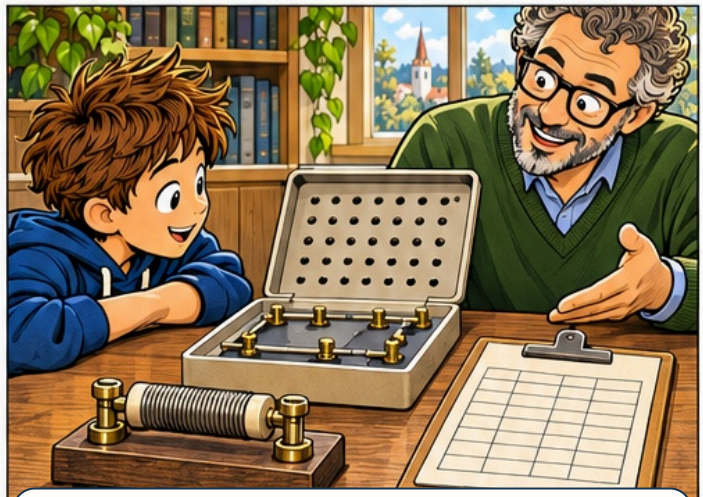
Žiarovka s vláknom je ďalší odlišný príklad.



Keď sa mení jej teplota, mení sa aj odpor.



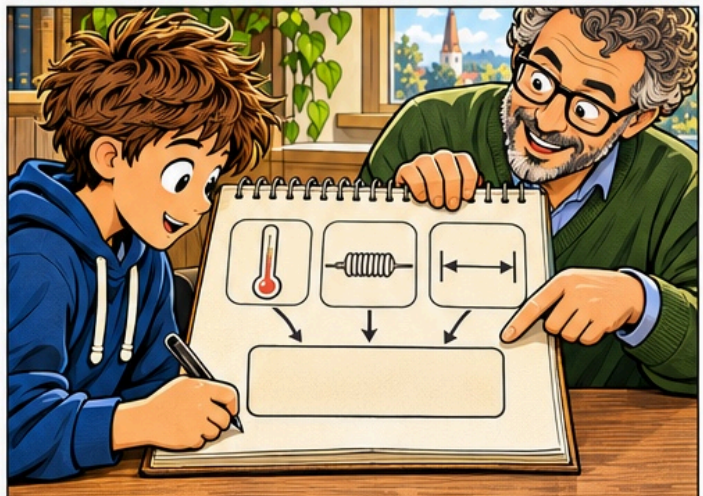
Hodnota zistená v jednom okamihu nie je univerzálna konštanta.



Aj ich rezistor musí zostať v normálnych prevádzkových podmienkach.



Nevykonávajú pokus so zahrievaním.



Mladík doplní podmienky platnosti ku vzorcu.

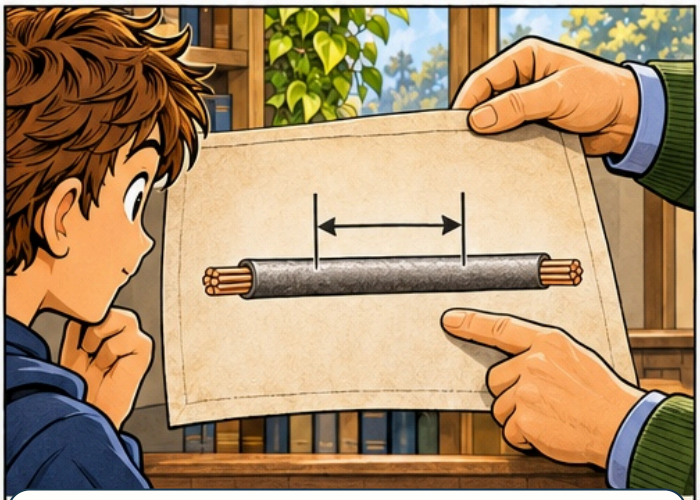
Až k vodičom stanice



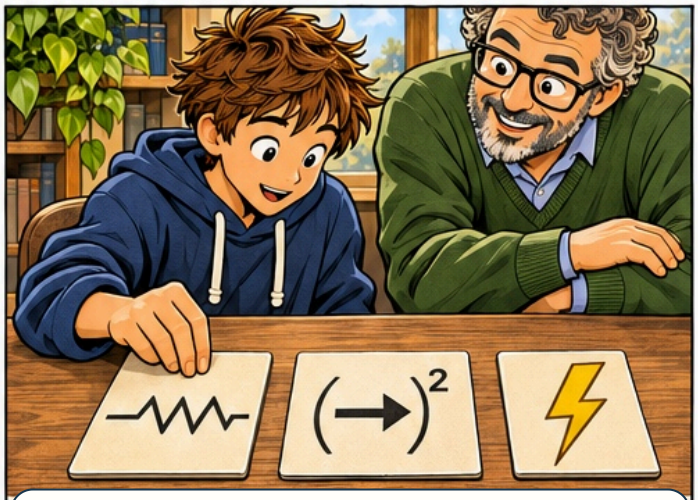
Mladík si teraz prezerá vodiče zapojenia.



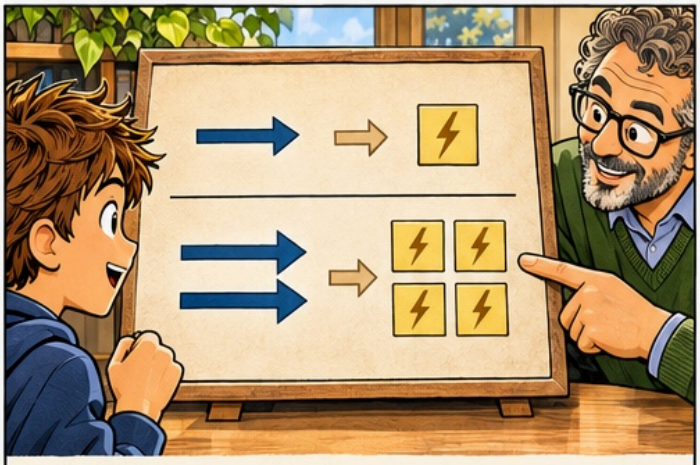
Aj skutočný vodič môže mať odpor.



Pretekajúci prúd na ňom spôsobuje úbytok napätia.



Stratový výkon rezistora možno zapísať $P = R \times I^2$.



Pri rovnakom odpore dvojnásobný I znamená štvornásobný výkon.



Chápe význam vhodných káblov a spojov; do stanice nezasahuje.

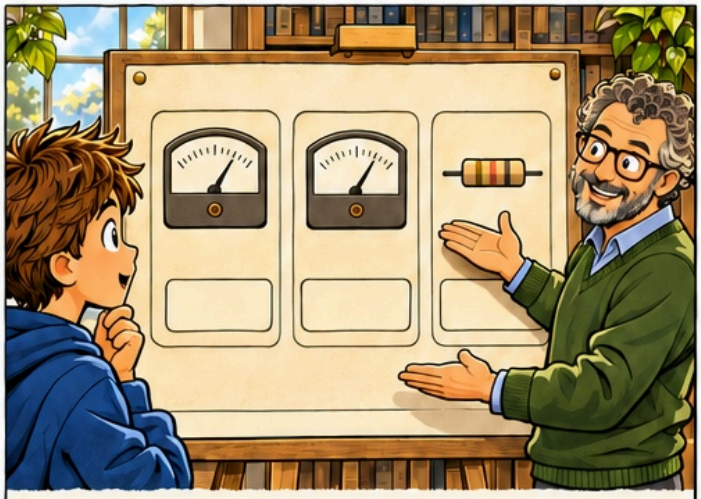
Príprava ukážky



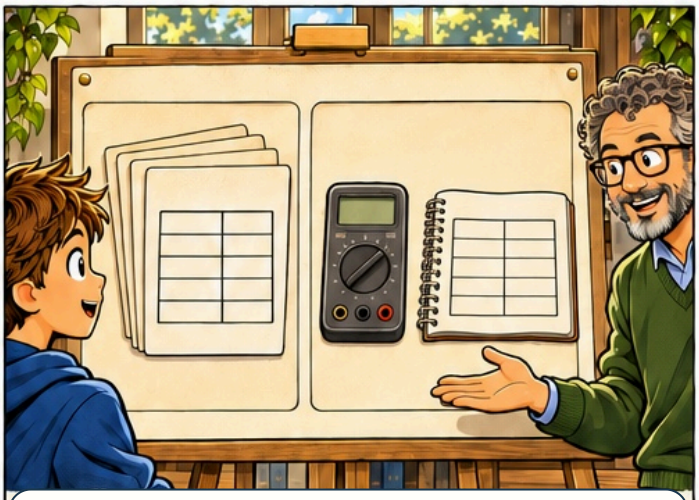
Aktivita pre návštevníkov sa blíži.



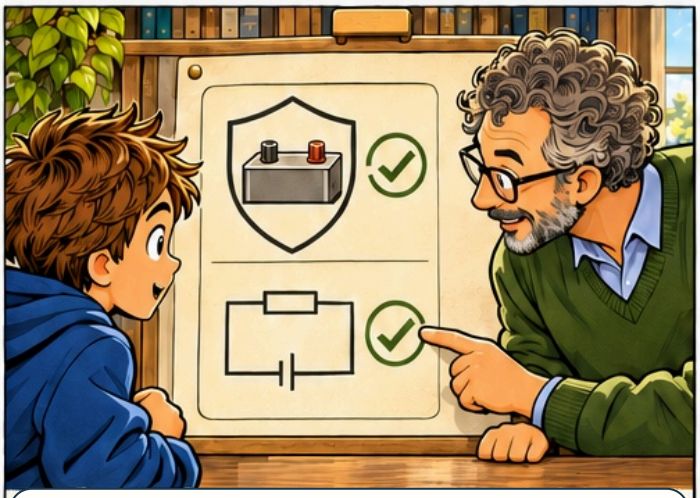
Mladík vyberie jediný obvod na vysvetlenie základov.



Predstaví U, I a R aj ich jednotky.



Oddelí ideálny príklad od priestoru na meranie.



Pokyny na zapojenie a hranice modelu zostanú viditeľné.



Začne otázkou, tak ako Ohmovo pátranie.

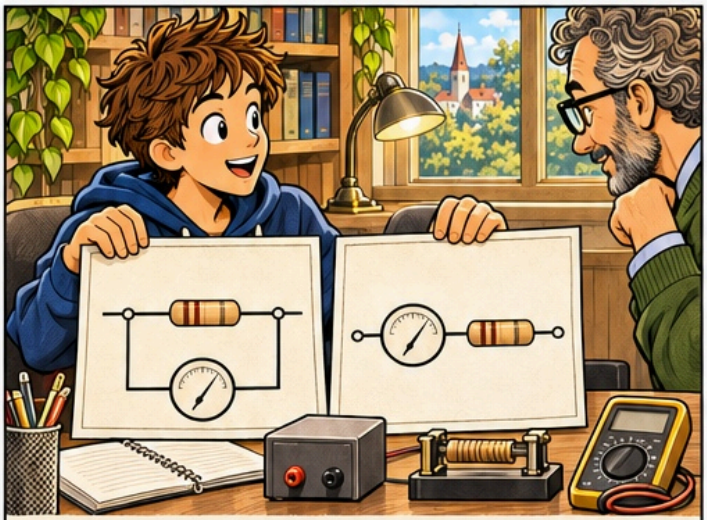
Spoločná kontrola



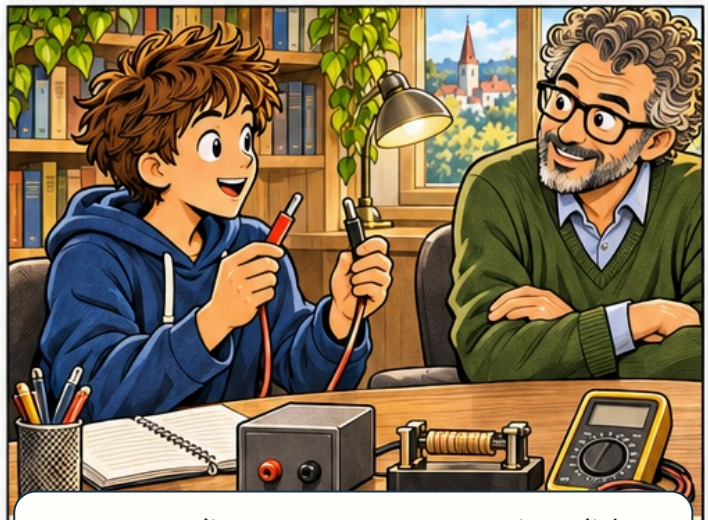
Henri sa zahrá na zvedavého návštevníka.



Lucas vysvetlí meranie napätia medzi dvoma bodmi.



Rozlíši zapojenie voltmetra a ampérmetra.



Pripomenie, že zmeny zapojenia robia vždy s odpojeným zdrojom.



Potom zdôvodní výber rezistora a jeho prípustného výkonu.



Ťažšia otázka mu pomôže vysvetlenie spresniť.

Predpovedať, merať, chápať



Nácvik končí pokusom v pripravených medziach.



Mladík predpovie prúd z napätia a odporu.



Sprievodca preverí obvod a dohliada na meranie.



Potom porovnajú predpoveď a pozorovanie s jednotkami.



Mladík vie vysvetliť malý rozdiel bez vymýšľania výsledku.



Po pokuse zdroj odpoja a pomôcky uložia.

Objav, ktorý putuje



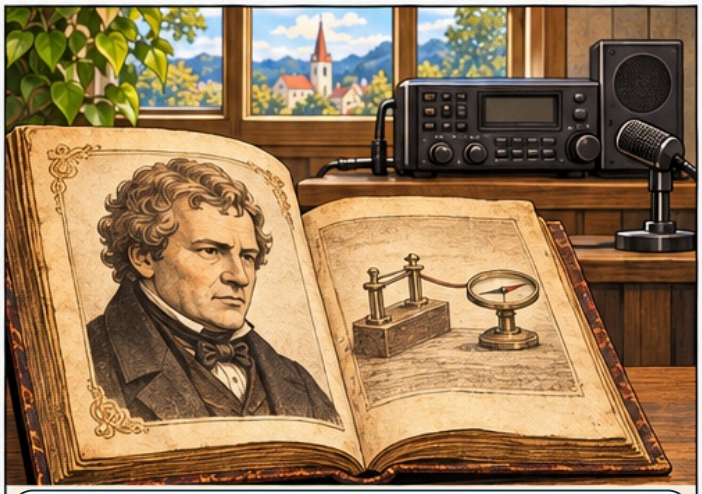
Lucas znovu otvorí knihu pri Georgovi Simonovi Ohmovi.



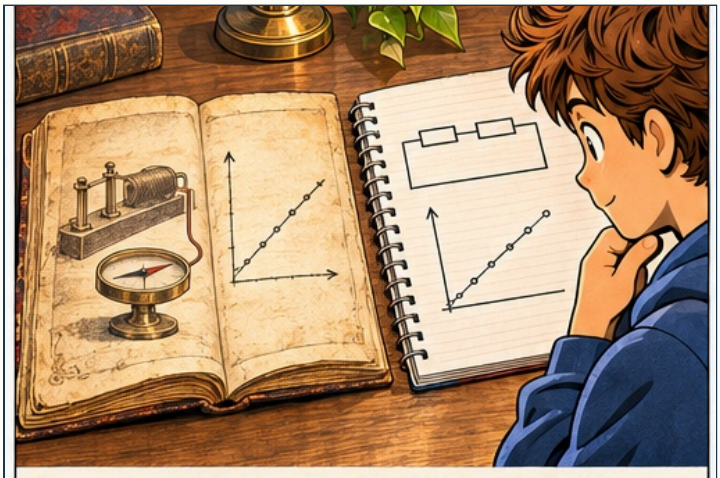
Od starej dielne po klub sa prístroje zmenili.



Trpezlivé pozorovanie však zostáva známe.



Ohm ich stanicu nepostavil, ale jeho práca pomáha jej porozumieť.



Moderný zápisník nadväzuje na predstavený zápisník vedca.



Myšlienka putuje dlho, ak sa na ňu ďalej pýtame.

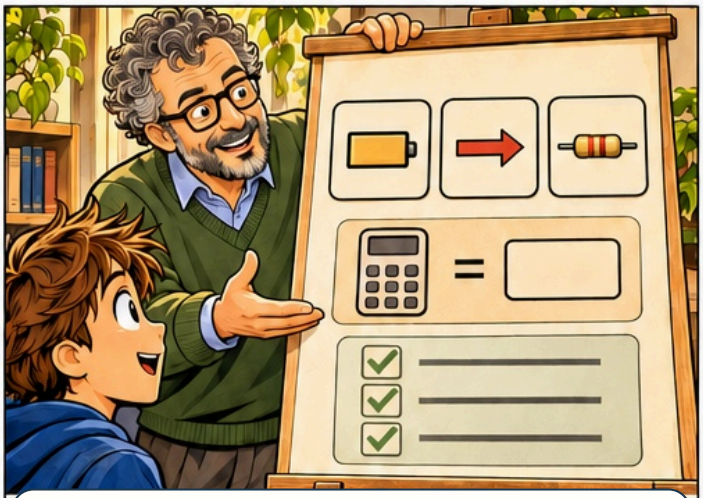
Vzorec sa stal nástrojom



Rezistor sa vracia do krabičky, už bez tajomstva.



U = R × I teraz spája veličiny, ktoré mladík rozlišuje.



Vie prevádzať jednotky, predpovedať, merať aj overiť podmienky modelu.



Vzorec nenahrádza metódu ani prevádzkové medze pomôcok.



Henri sa usmieva nad pripravenou ukážkou.



V klube už čaká nová otázka a ďalší zápisník.