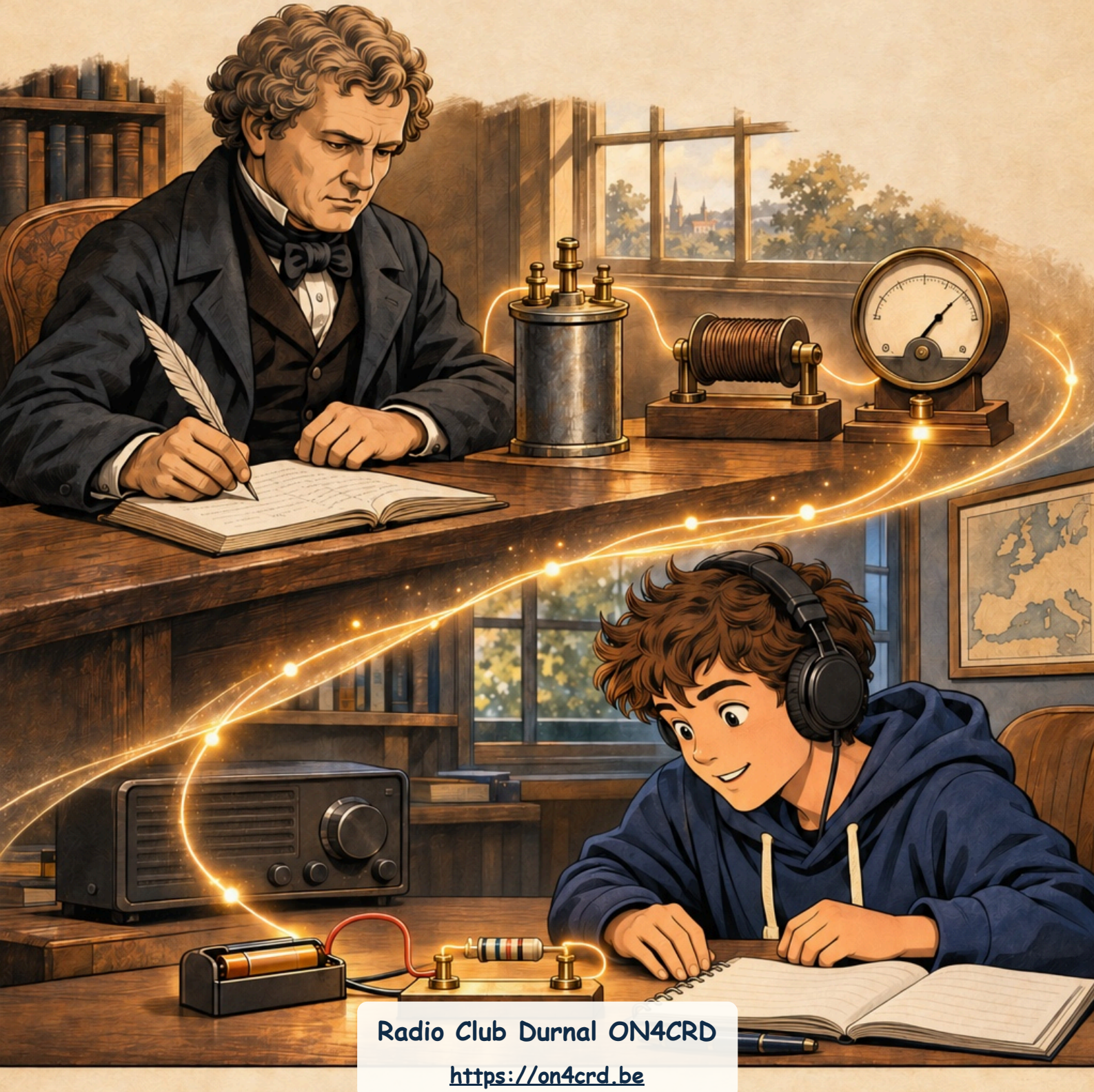
ON4CRD

Zvezek 04

Odkritje Ohmovega zakona



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pravna obvestila

Zvezek 04 · Odkritje Ohmovega zakona

Založnik spletne strani : Radio Club Durnal ON4CRD

Vodja publikacije : Odbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pravna obvestila

Intelektualna lastnina

Besedila, slike, dokumenti, logotipi in materiali, objavljeni na spletnem mestu, ostanejo last njihovih avtorjev ali kluba. Vsaka reprodukcija ali ponovna uporaba mora spoštovati vir, veljavne pravice in morebitna dovoljenja avtorja.

Odgovornost

Klub si prizadeva za objavo koristnih in preverjenih informacij, vendar ne jamči za odsotnost napak, izpustov ali prekinitev. Tehnične ali regulativne informacije je treba preveriti z uradnimi viri, kadar podpirajo odločitev.

Ilustracije ustvarjene s pomočjo umetne inteligence.

Vprašanje v klubu



Po prvem QSO se Lucas vrne v klubsko delavnico.



Ob beležnici leži majhen upor.



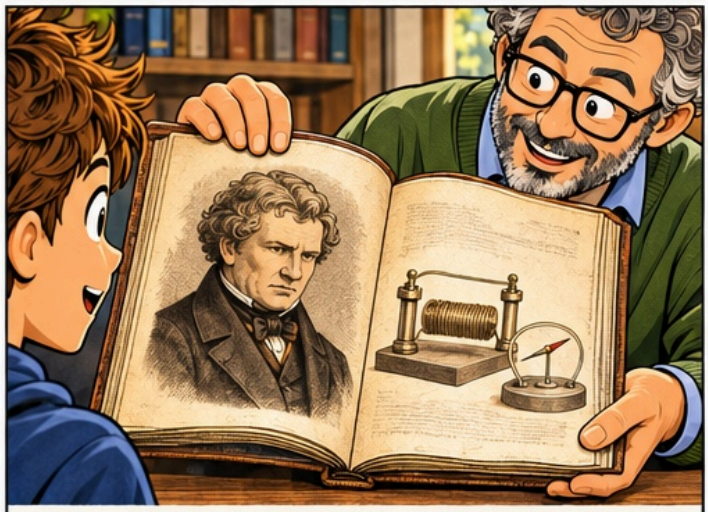
Kako lahko taka malenkost vodi toliko izračunov?



Henri predlaga raziskovanje in nato poskus.



Skupaj bosta pripravila prikaz za obiskovalce.

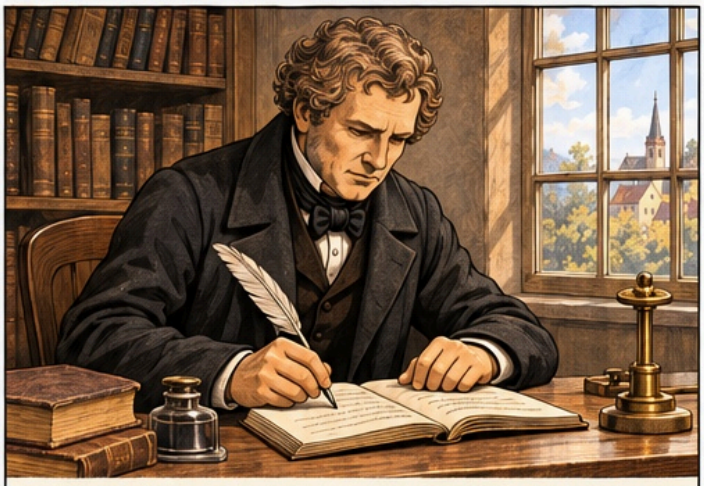


Prva sled ima ime: Georg Simon Ohm.

Obraz za imenom



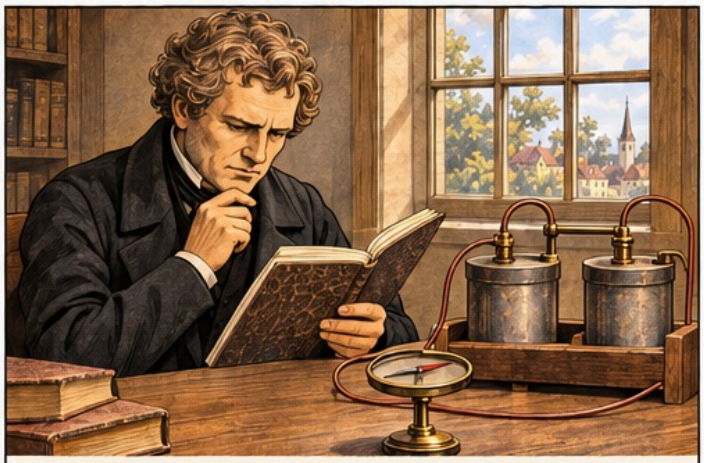
V knjigi se pojavi mož s kodrastimi lasmi.



Georg Simon Ohm poučuje in preučuje električne pojave.



Njegova doba že pozna člene in prevodne žice.



Povezati opažanja z zakonom pa zahteva potrpežljivost.



Mladenič si predstavlja tišino stare delavnice.

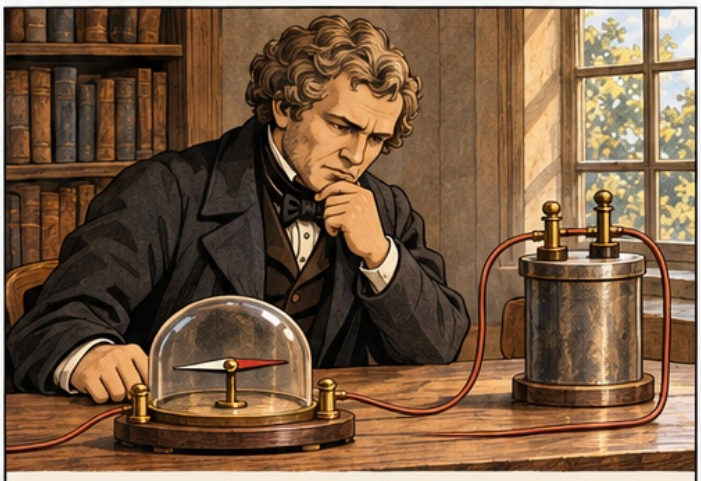


Zgodba ju popelje k Ohmovim raziskavam.

Pred radijskimi postajami



Smo v dvajsetih letih 19. stoletja, dolgo pred radioamaterstvom.



Ohm raziskuje, kako teče električni tok.



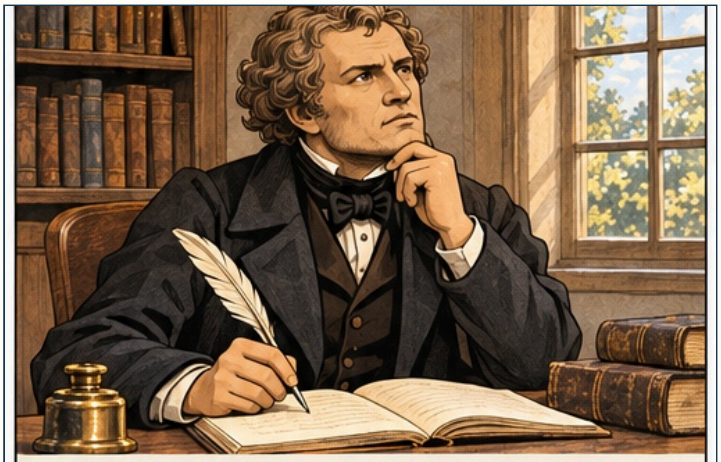
Ne pripravlja sodobnega oddajnika ali zveze na daljavo.



Na mizi ima poskuse s prevodniki.

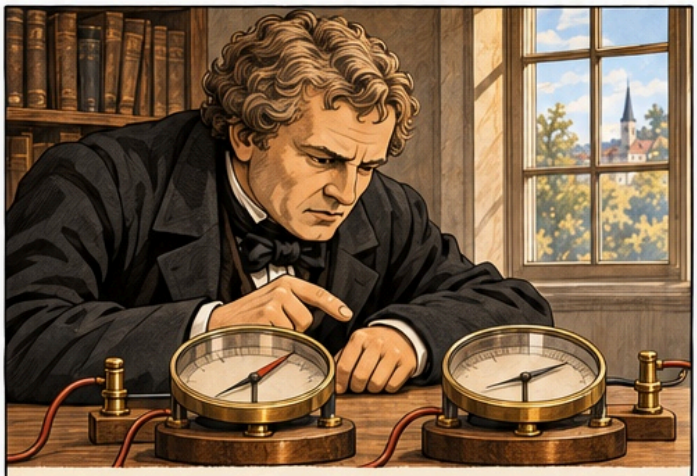


Išče zvezo, ki jo je mogoče preveriti.

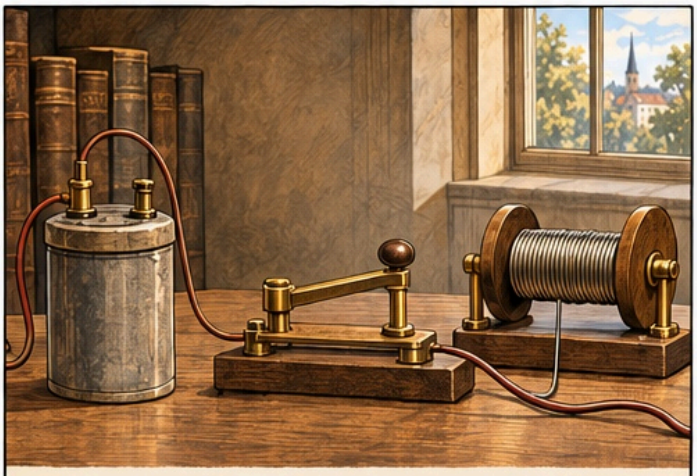


Natančno vprašanje je boljše od prenagljene razlage.

Ko rezultati nihajo



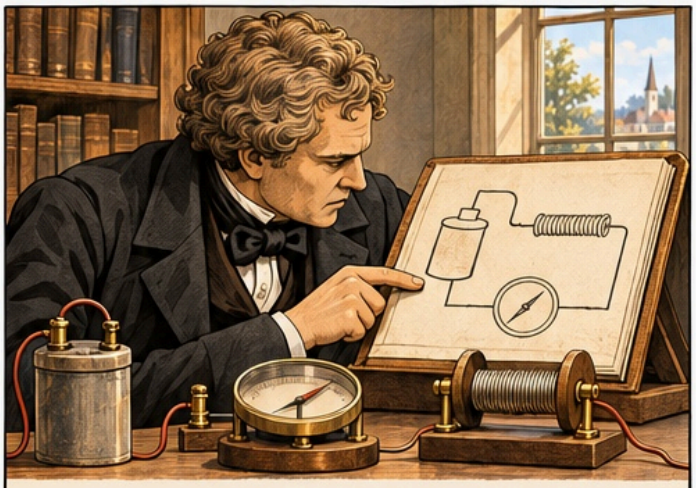
Poskus ne da vedno enakega rezultata.



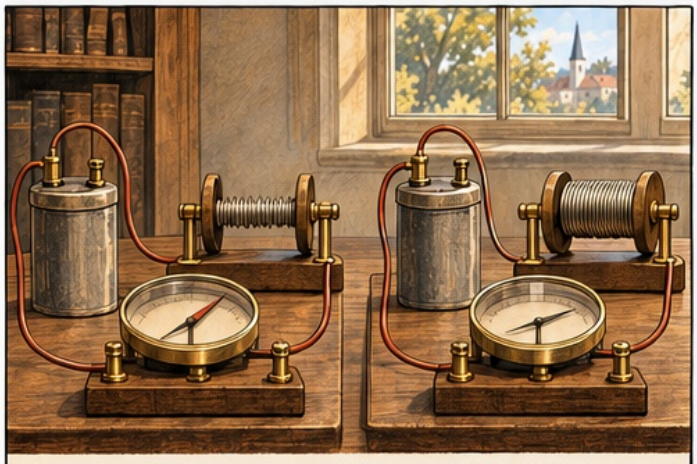
Spreminjajo se lahko tudi vir in stiki.



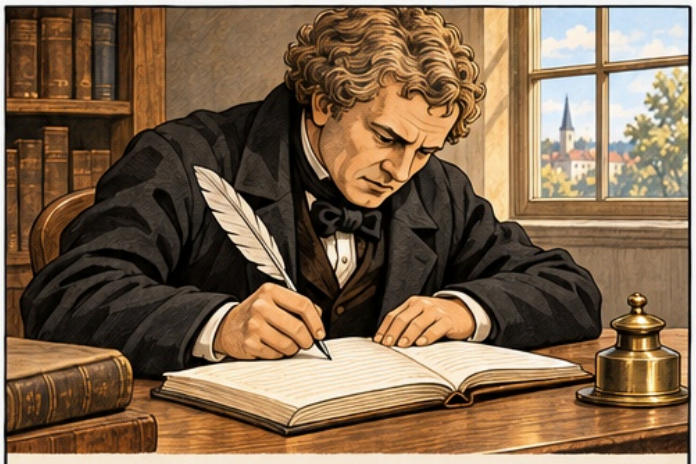
Takojšnja obtožba žice ne pojasni razlik.



Ohm znova pregleda pogoje opazovanja.



Išče, kaj se spreminja in kaj mora ostati stalno.



Odkritje se začne s pozornim pogledom.

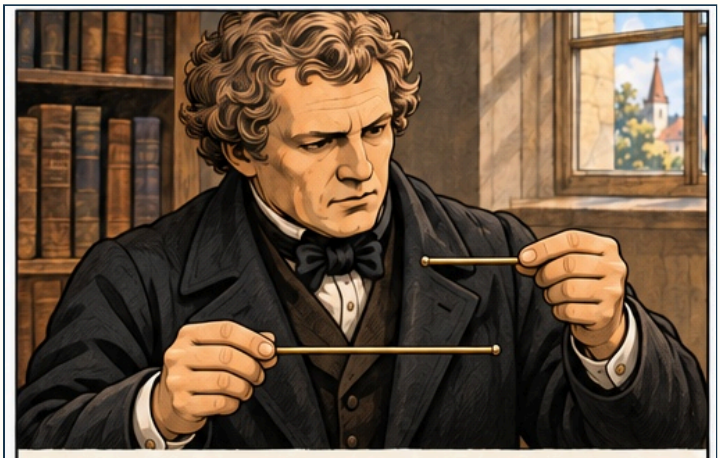
Eno vprašanje naenkrat



Pri primerjavi moramo vedeti, kaj smo spremenili.



Če spremenimo vse hkrati, zameglimo odgovor.



Žice lahko primerjamo po izbranem merilu.



Drugi pogoji naj ostanejo čim bolj podobni.

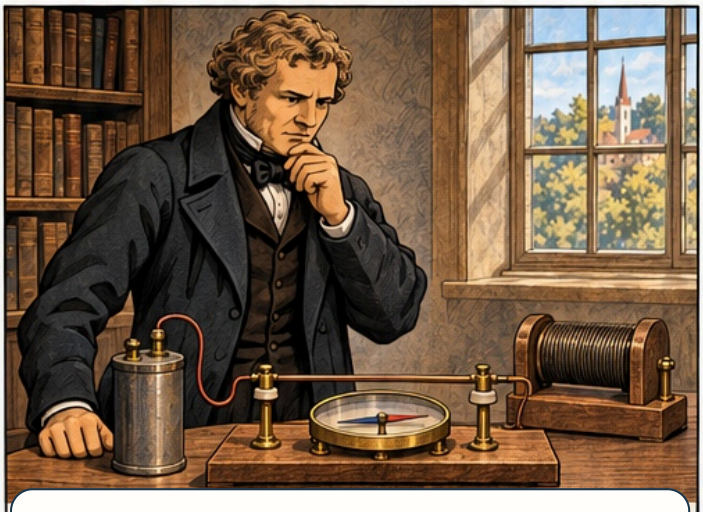


Zapiski ohranijo sled vsakega preizkusa.

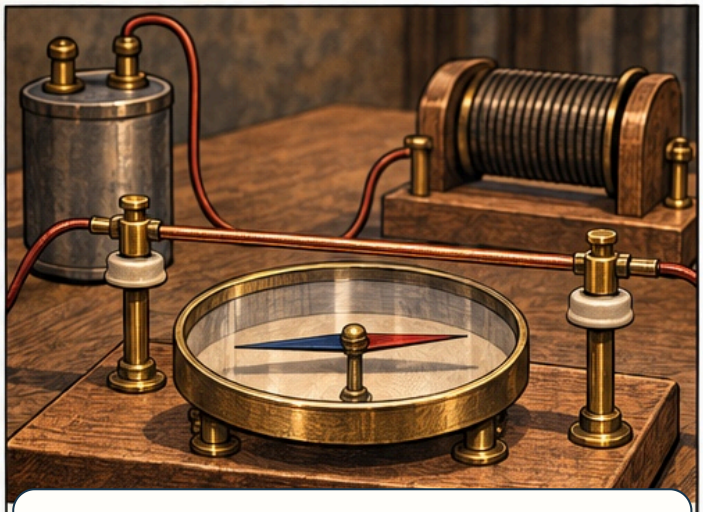


Mladenič bo to metodo prepoznal v svoji delavnici.

Instrumenti svojega časa



Ohmovi instrumenti niso podobni današnjim multimetrom.



Učinek toka je mogoče opazovati z magnetno iglo.



Njen odklon postane podatek za skrbno primerjanje.



Odziv razumemo šele, ko poznamo instrument.



Knjiga pripoveduje o raziskavi, ne daje domačega recepta.

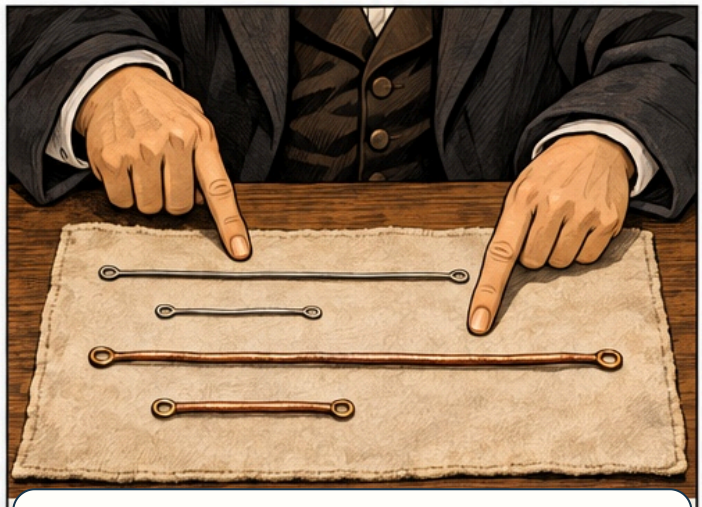


V klubu bosta uporabila ustrezno sodobno opremo.

Žica se upira



Material in oblika prevodnika vplivata na tok.



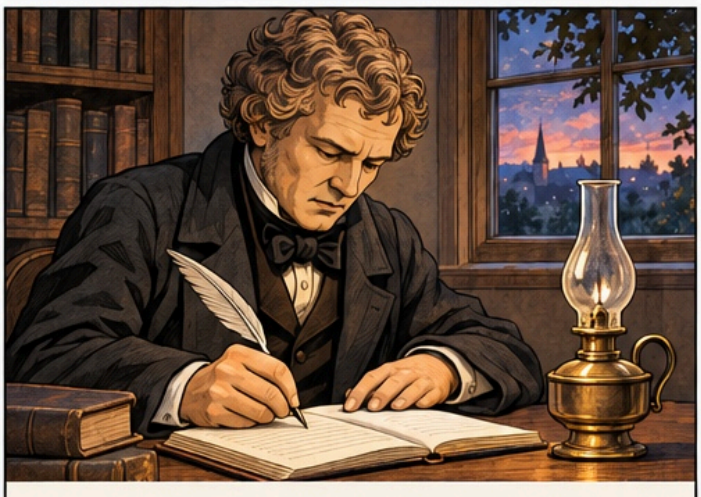
Pri istem materialu sta pomembna dolžina in presek.



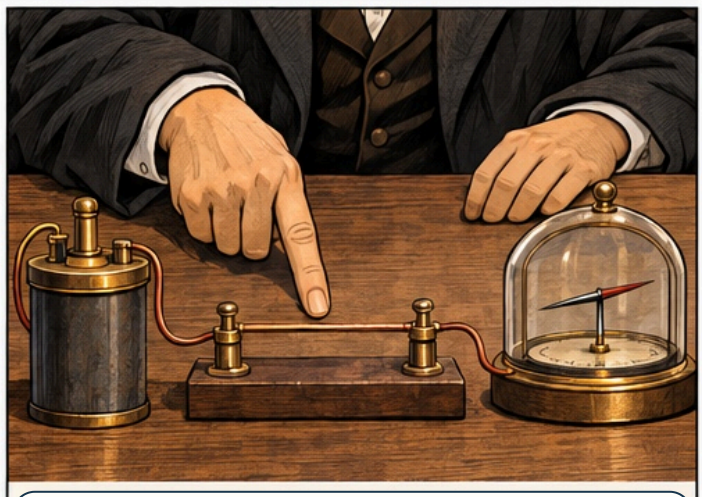
Eno opažanje še ne zadošča za zakon.



Potrebni so primerjave in skladen opis.



Ohm nadaljuje z meritvami in razmišljanjem.

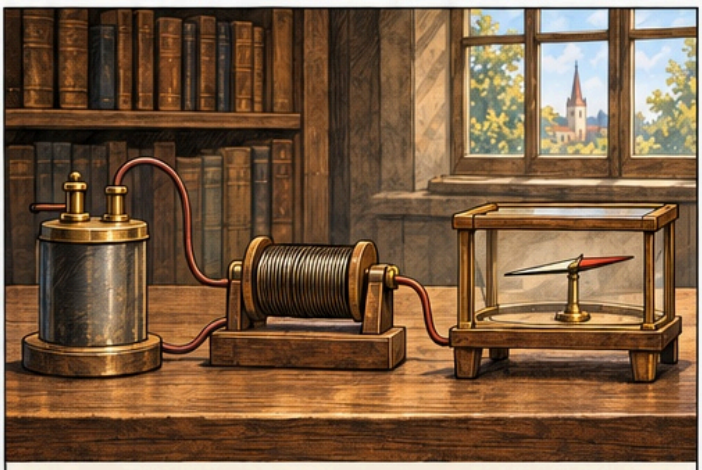


Upornost bo dobila mesto med električnimi veličinami.

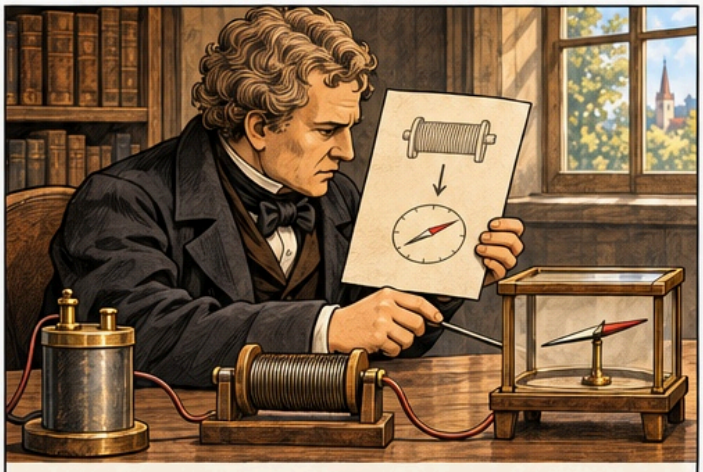
Od opažanj do zveze



Znanstvenik ne želi zgolj zbirati števil.



Povezati želi električni vzrok, tok in prevodnik.



Uporabna zveza omogoča tudi napoved rezultata.



Določiti pa je treba pogoje veljavnosti.



Mladenič zapiše: opazovati in napovedovati.

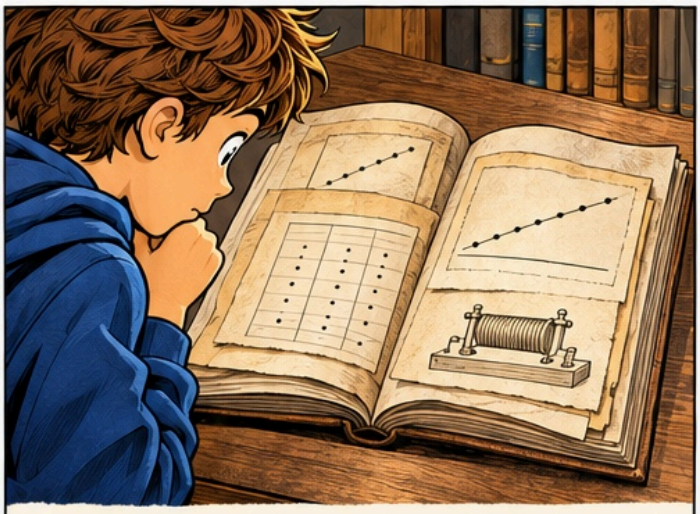


Raziskovanje postaja metoda.

Beležnica povezuje



Stare strani lahko vsebujejo preizkuse, dvome in popravke.



Sama formula skrije pot raziskovanja.



Mladenič pripravi beležnico za svoja opažanja.



Izračunane vrednosti bo ločil od izmerjenih.

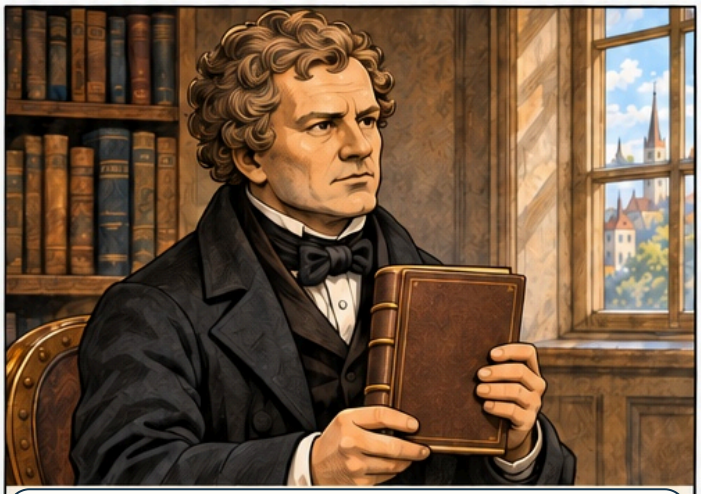


Zapisal bo tudi vezavo in enote.



Razumevanje bo koristnejše od ponavljanja na pamet.

Knjiga iz leta 1827



Leta 1827 Ohm objavi matematično delo o galvanskem krogu.



Knjiga podrobno predstavi njegove raziskave.



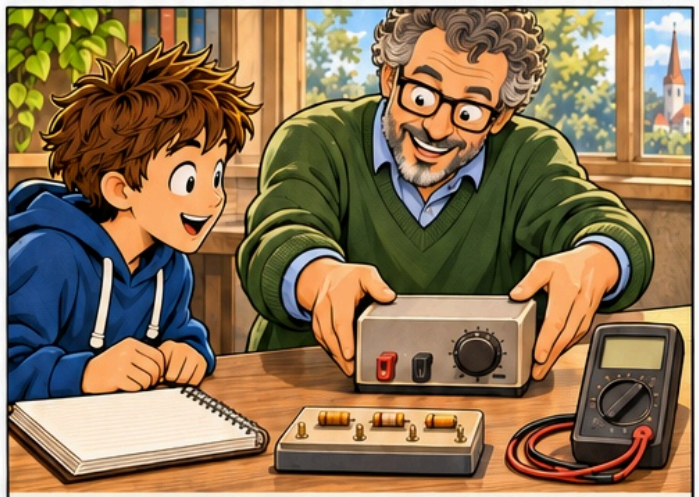
Znanost ponuja zveze, ki jih lahko preučijo drugi.



Ohmovo ime bo nosila tudi enota upornosti.



Mladenič drugače pogleda mali upor na mizi.



Tudi sam bo povezal zamisel z opažanji.

Klubski poskus



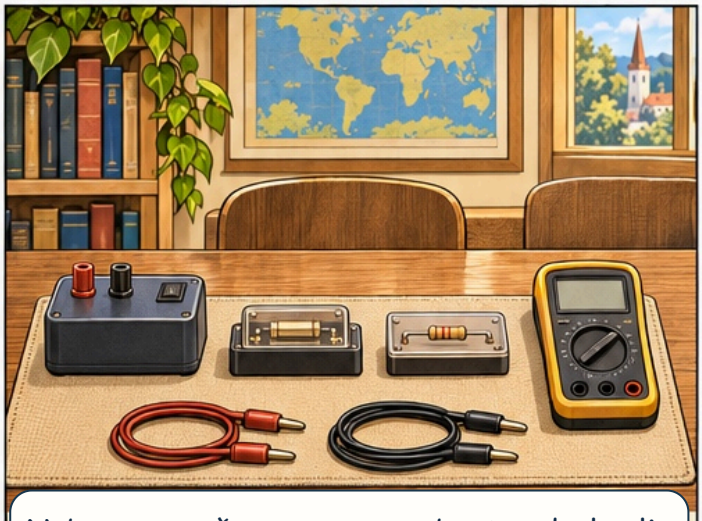
Izbereta zelo preprost enosmerni tokokrog.



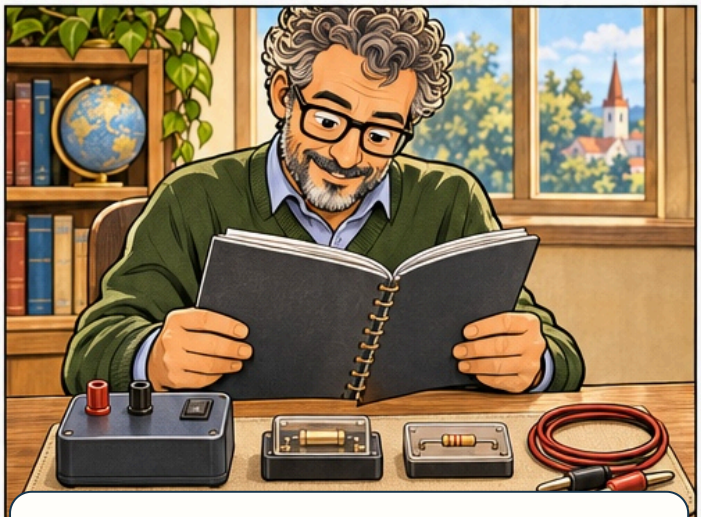
Nizkonapetostni vir napaja primeren upor.



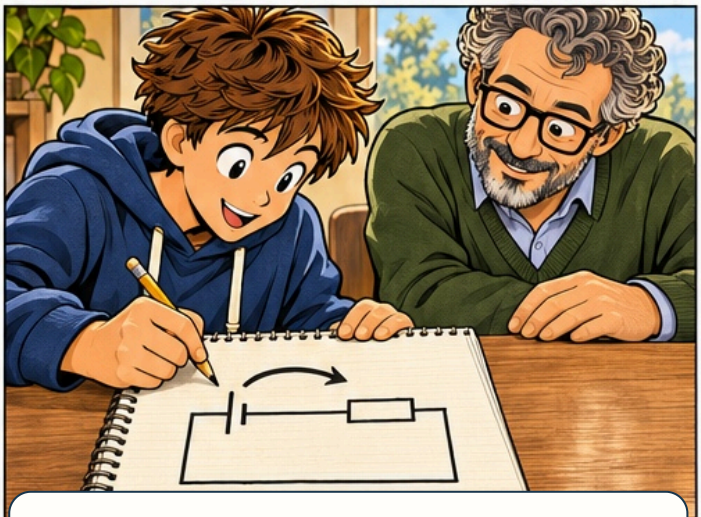
Učna oprema ima omejitev toka.



Nobene omrežne naprave ne bosta odprla ali predelala.



Spremljevalec preveri opremo, navodila in obratovalne meje.



Vprašanje: kako se tok spremeni ob spremembi napetosti?

Napetost med dvema točkama



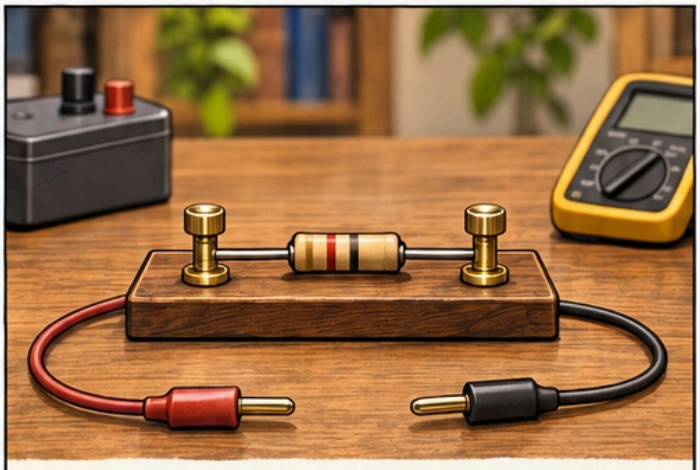
Napetost je določena med dvema točkama vezja.



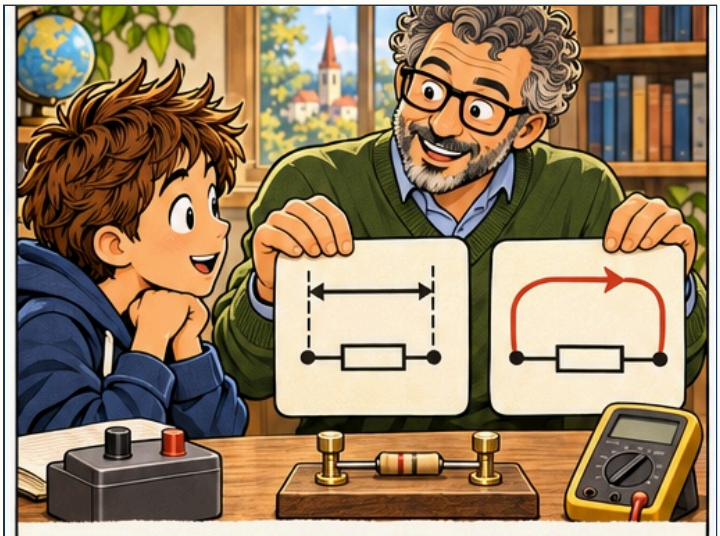
Označita jo U in izrazita v voltih V.



Zato moramo povedati, med katerima točkama jo določamo.



Tu ju zanimata priključka upora.



Napetost ni količina toka, skrita v žici.



Mladenič nariše obe točki.

Tok v zanki



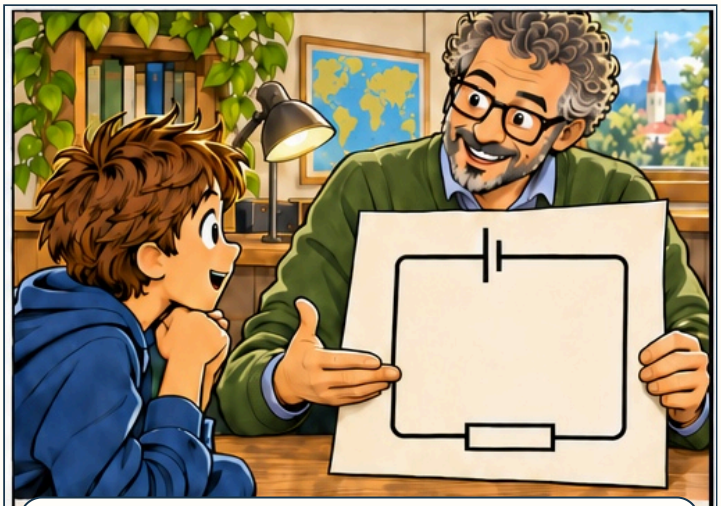
Jakost toka označimo I in merimo v amperih A.



Trajen tok tu potrebuje sklenjeno prevodno zanko.



Pri razklenjeni zanki skozi upor ne teče tok.



V tej preprosti zanki skozi vse elemente teče enak tok.



Dogovorjena smer zunaj vira vodi od plusa proti minusu.

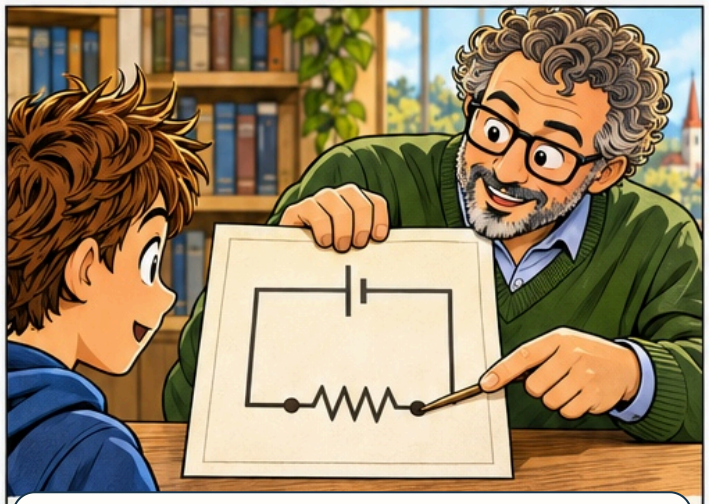


Mladenič sledi risbi, ničesar še ne priključi.

Vloga upornosti



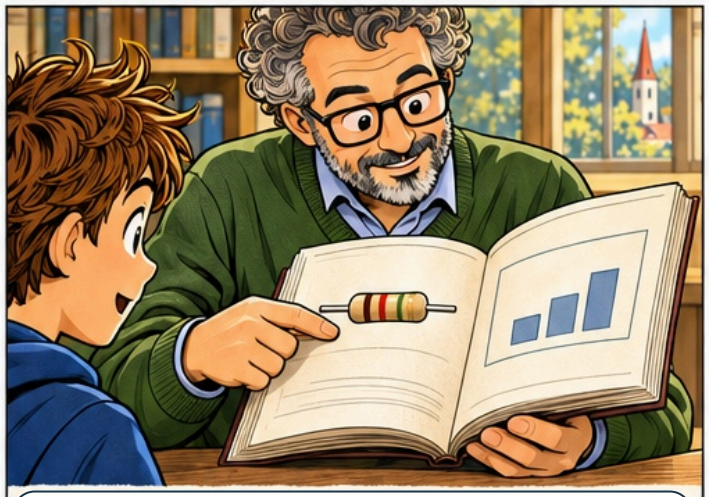
Upornost označimo R in izrazimo v ohmih Ω.



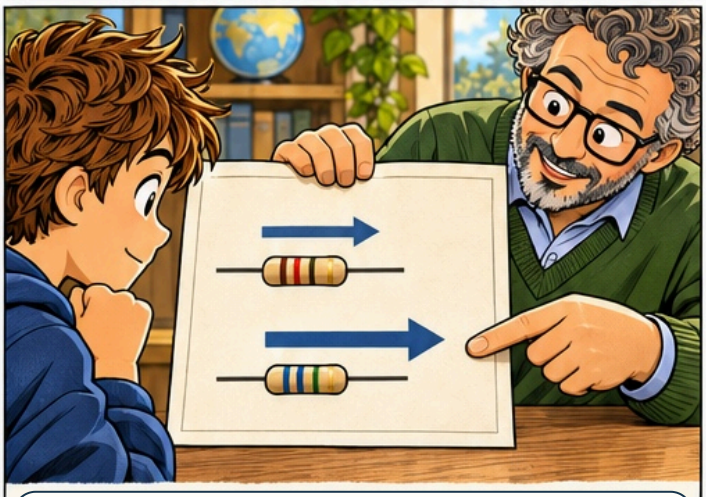
Tu povezuje napetost na elementu s tokom skozenj.



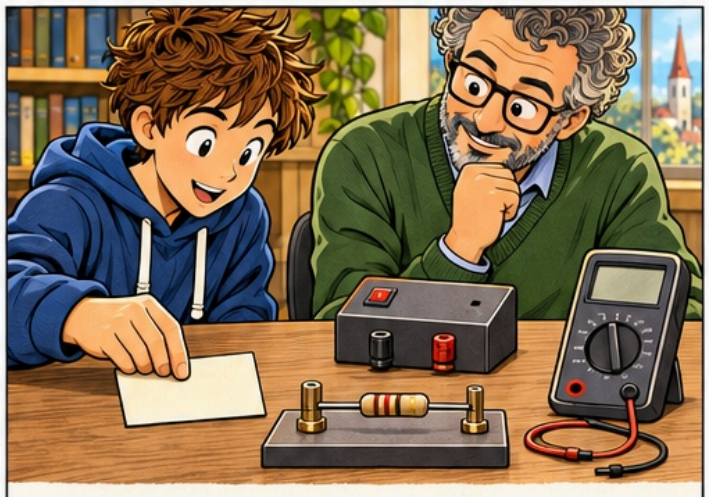
Za preizkus izbereta upor z ohmskim obnašanjem.



Njegova temperatura mora ostati dovolj stalna.



Večji upor pri isti napetosti pomeni manjši tok.

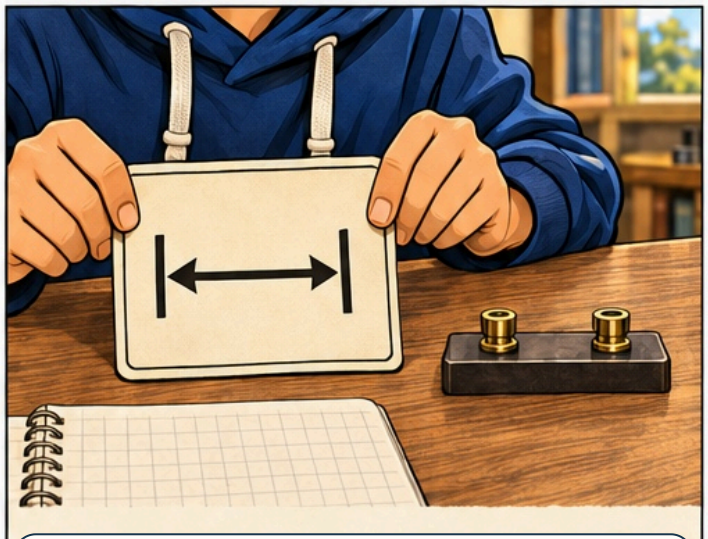


To napoved morata še preveriti.

Tri veličine, tri enote



Beležnica loči U, I in R.



Napetost U podajamo v voltih V.



Tok I podajamo v amperih A.



Upornost R podajamo v ohmih Ω.



Oznaka veličine in oznaka enote imata različni vlogi.



Vsak rezultat bo poleg števila imel enoto.

Priprava pred priklopom



Vir ostane med pripravo odklopljen.



Izbereta upor 100 Ω z nazivno močjo 1 W.



Prikaz bo uporabljal 1,5 do 4,5 V enosmerne napetosti.



Spremljevalec preveri primernost vseh elementov.



Vodniki so nepoškodovani, priključki pripravljeni brez improviziranja.



Mladenič pred uporabo nariše vezavo.

Merjenje ločenega upora



Pred poskusom preverita upor z multimetrom.



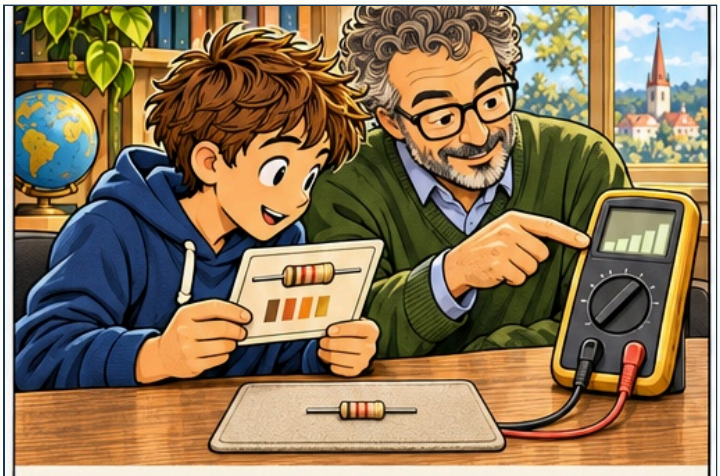
Element je ločen od vezja, vsi viri odklopljeni.



Po navodilih nastavita merjenje upornosti.



Vrednost blizu 100 Ω potrdi izbiro.



Toleranca pojasni odstopanje od nazivne vrednosti.

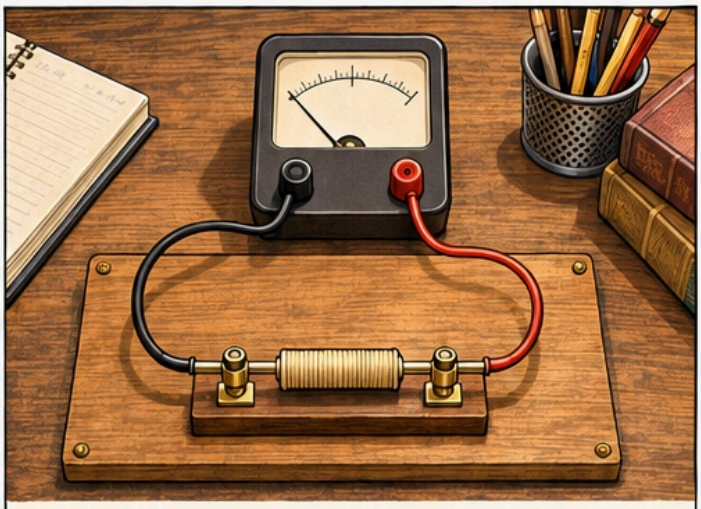


Zapišeta odčitek in odstranita merilni konici.

Napetost merimo vzporedno



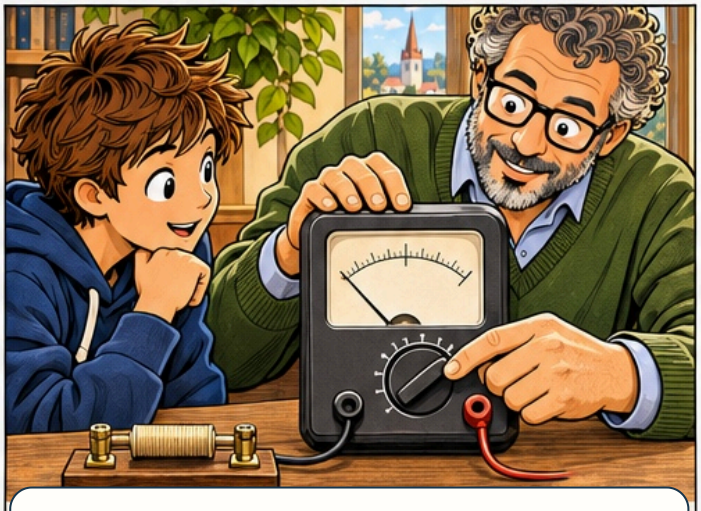
Voltmeter priključita na oba konca upora.



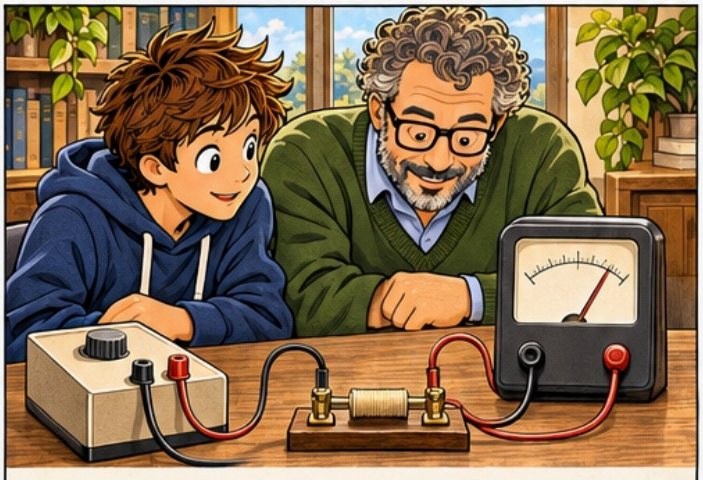
Z njim tvori vzporedno vejo.



Med nameščanjem vodnikov je vir odklopljen.



Spremljevalec preveri priključke, enosmerni način in območje.



Nato vključita napajanje in odčitata napetost.



Vrednost zapišeta, nato odklopita napajanje.

Tok merimo zaporedno



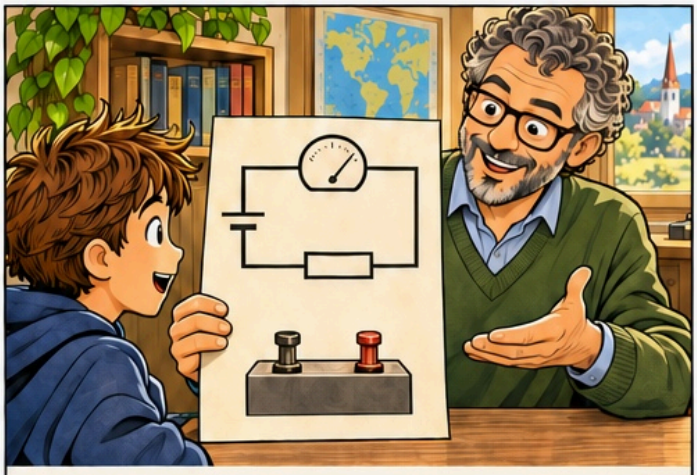
Merjenje I zahteva drugačno vezavo.



Pri odklopljenem viru spremljevalec prekine zanko in vstavi ampermeter zaporedno.



Preveri tokovni priključek, varovalko, enosmerni način in območje.



Ampermetra nikoli ne vežemo neposredno na priključka vira.



Po preverjanju vključita napajanje in odčitata tok.

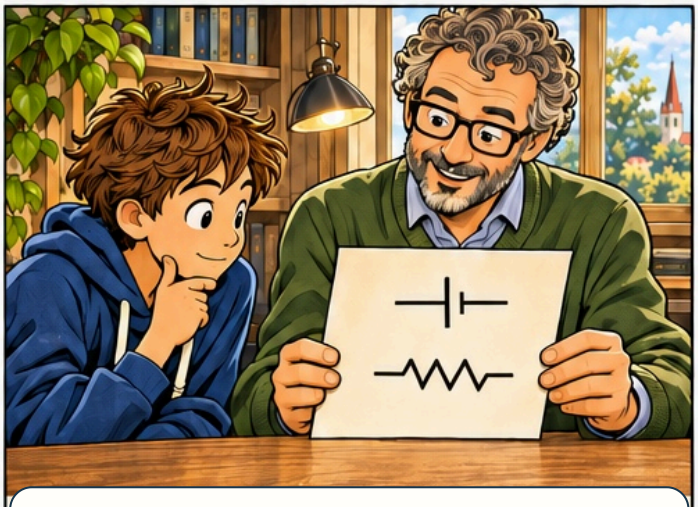


Pred spremembami izključita; vodnike nato vrneta za merjenje napetosti.

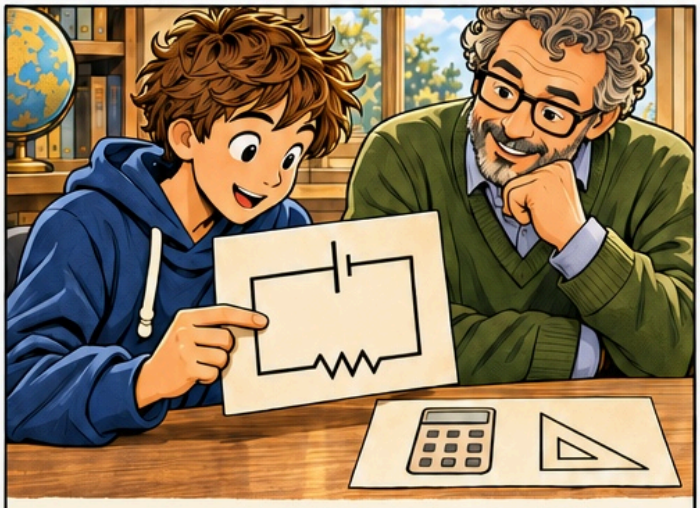
Prva primerjalna točka



Začneta z najnižjo načrtovano napetostjo.



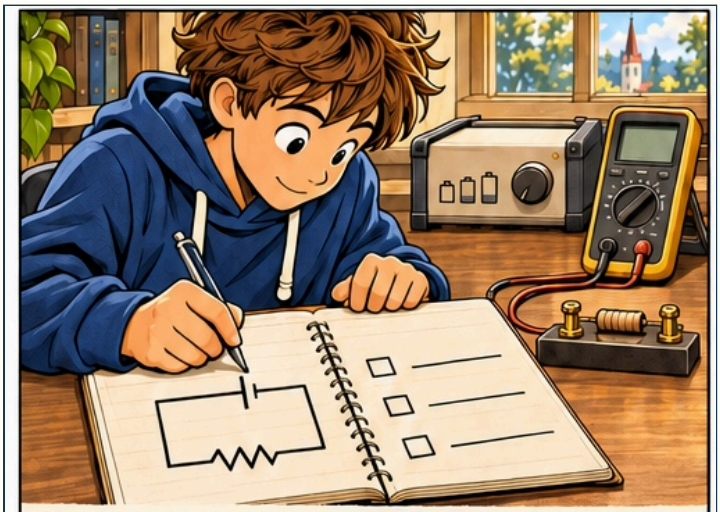
Idealni primer povezuje 1,5 V z uporom 100 Ω.



Pričakovani tok je 0,015 A oziroma 15 mA.



Dejanske meritve beležita ločeno od idealnih vrednosti.



Lucas navede vezavo in enote.



Prva vrstica je šele začetek.

Podvojena napetost



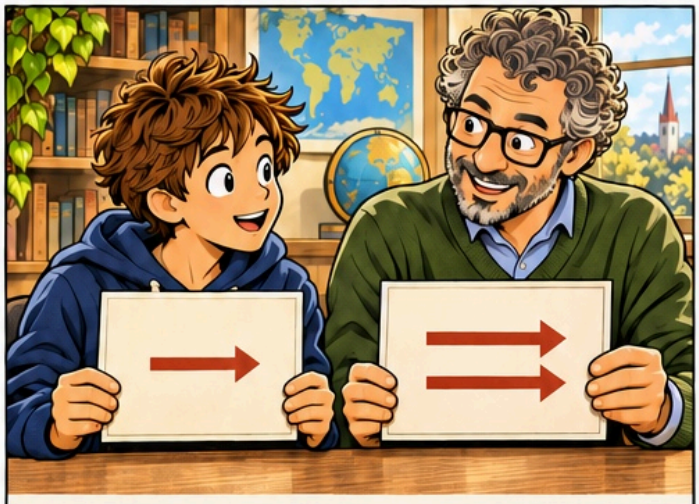
Pred spremembo nastavitve odklopita vir.



Upor in merilni pogoji ostanejo enaki.



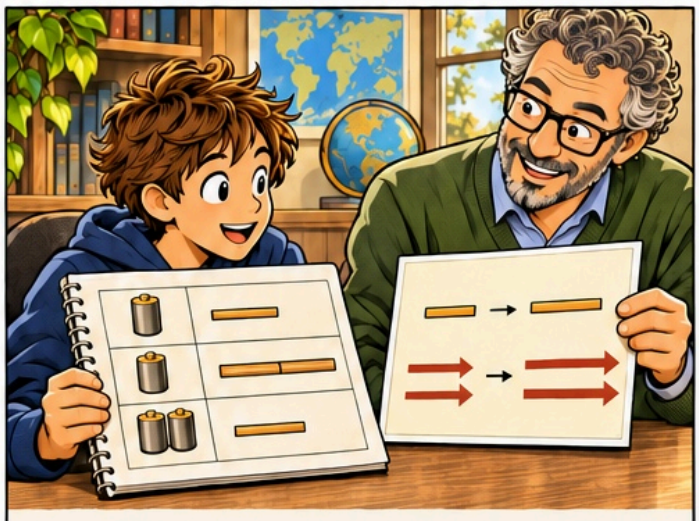
V idealnem primeru napetost naraste z 1,5 na 3 V.



Tok tedaj naraste s 15 na 30 mA.



Napetost in tok sta se podvojila.



Mladenič primerja napoved z novimi opažanji.

Tretji preizkus



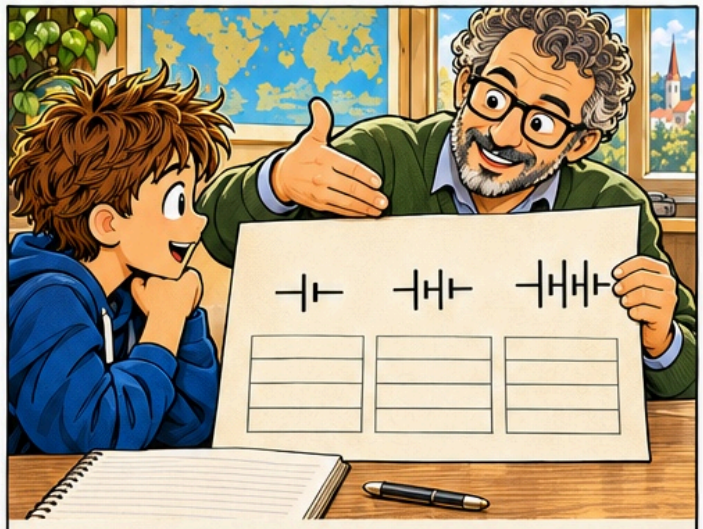
Nov preizkus mora potrditi trend, ne le ponavljati besed.



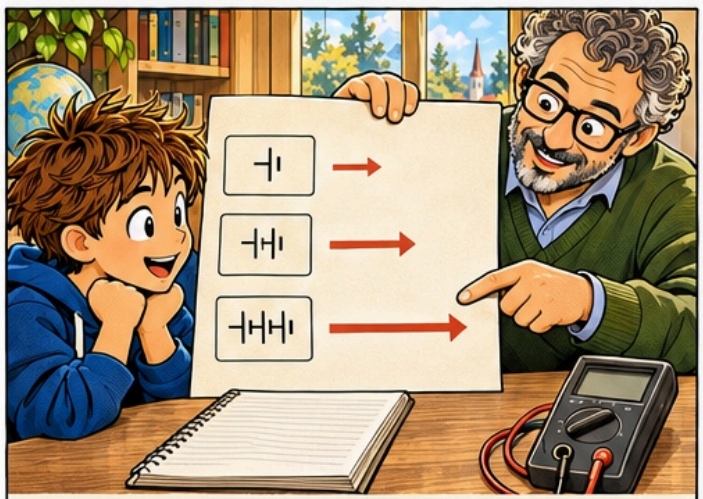
Po istem postopku prideta do 4,5 V.



Pri 100 Ω model predvidi 0,045 A oziroma 45 mA.



Primer zdaj vsebuje 1,5 V, 3 V in 4,5 V.



Ustrezni tokovi so 15, 30 in 45 mA.



Po odčitavanju vir znova odklopita.

Kaj ostaja stalno



Mladenič vsako napetost deli s tokom v amperih.



1,5 V ÷ 0,015 A = 100 Ω.



3 V ÷ 0,030 A = 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A = 100 Ω.



V idealnem primeru ostaja razmerje U/I stalno.



Ta konstanta predstavlja upornost R.

Zveza dobi obliko



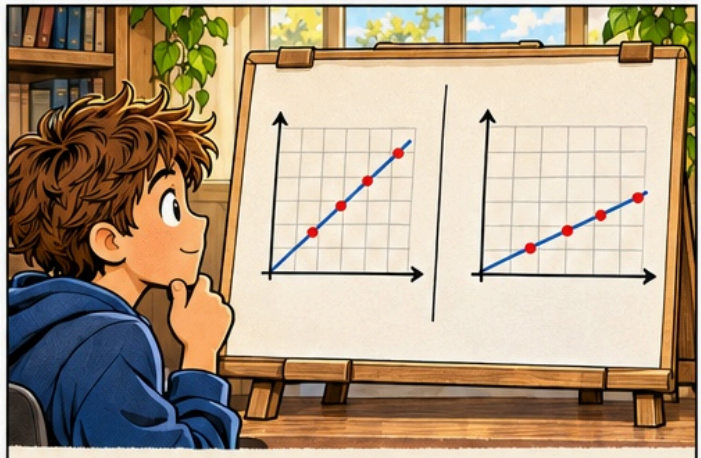
Graf pomaga videti sorazmernost.



Točke idealnega upora ležijo na premici skozi izhodišče.



Če je U na vodoravni in I na navpični osi, je naklon 1/R.



Zamenjava osi spremeni pomen naklona.



Dejanske meritve lahko malo odstopajo od premice.



Risba pojasnjuje števila, ne nadomesti pogojev poskusa.

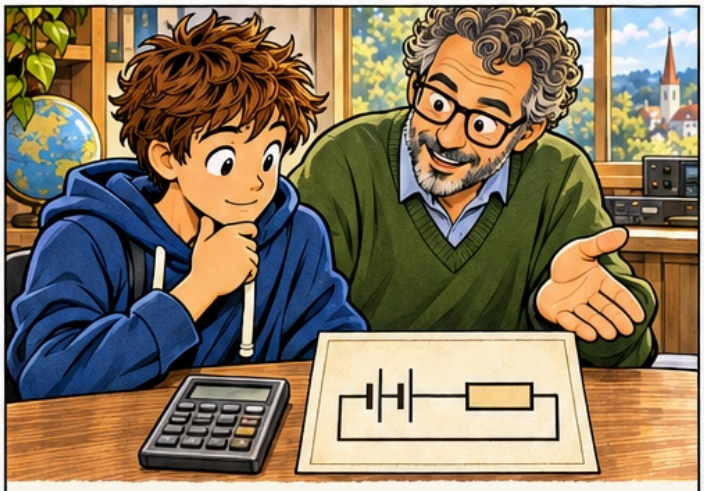
U = R × I



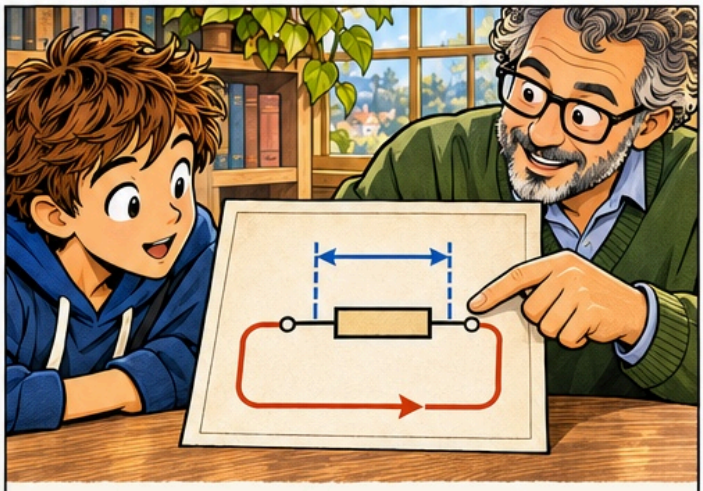
Zveza se glasi U = R × I.



Napetost na ohmskem uporu je zmnožek R in I.



Pri R = 100 Ω in I = 0,030 A dobimo U = 3 V.



Veličine morajo pripadati istemu elementu.



Pri tem izračunu tok izrazimo v amperih.



Mladenič končno razume, kaj formula povezuje.

Izračun toka



Iz znanih U in R lahko napove I.



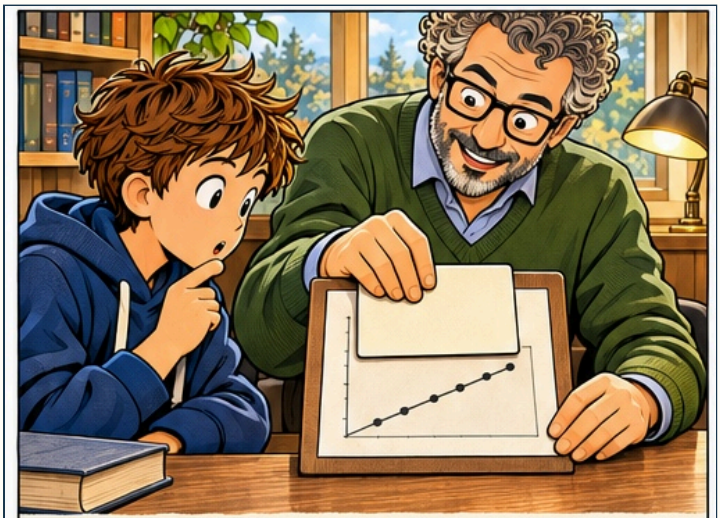
Zvezo preoblikuje v I = U/R.



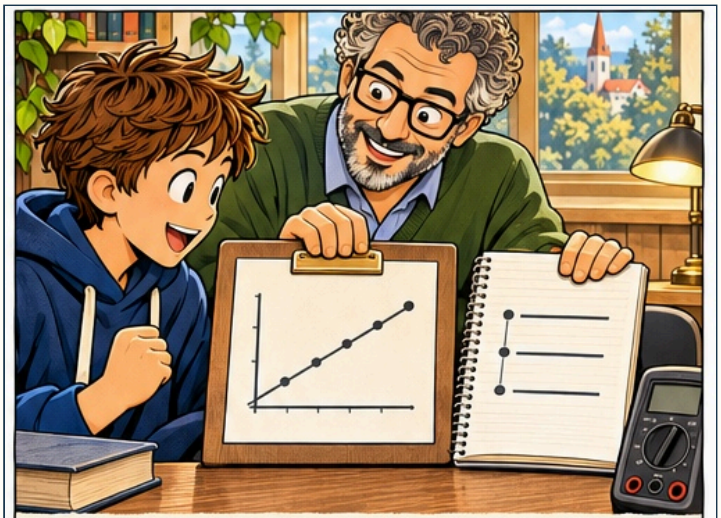
Za 3 V in 100 Ω izračuna 3 ÷ 100 = 0,030 A.



To ustreza 30 mA.



Napoved pove, preden pogleda meritev.



Izračun postane vprašanje za poskus.

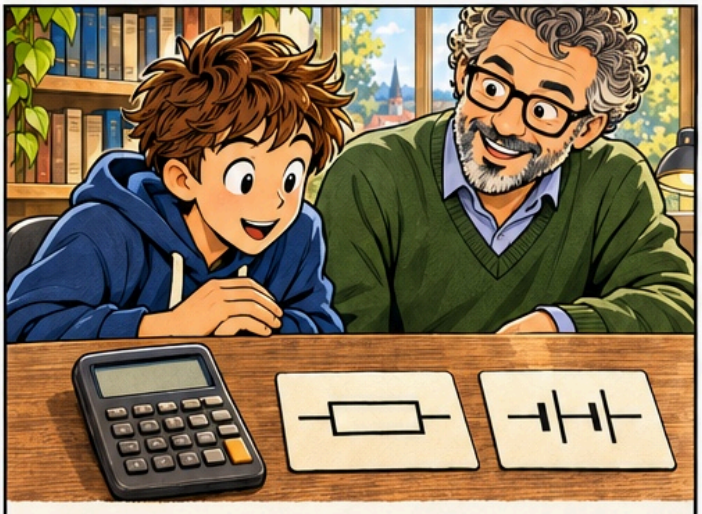
Izračun upornosti



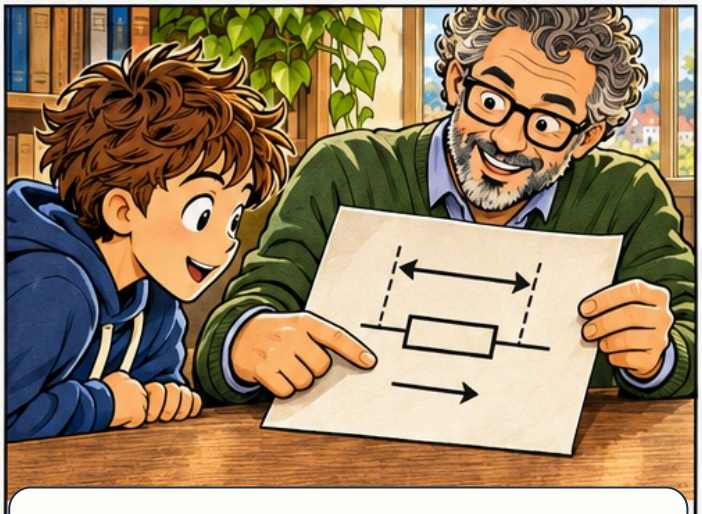
Drugo vprašanje izhaja iz U in I.



Zveza postane R = U/I.



Na primer, 3 V in 0,015 A dasta 200 Ω.



Napetost in tok morata pripadati istemu dvopolnemu elementu v istem trenutku.



Samo razmerje še ne dokazuje ohmskega obnašanja.



Treba je preveriti več delovnih točk.

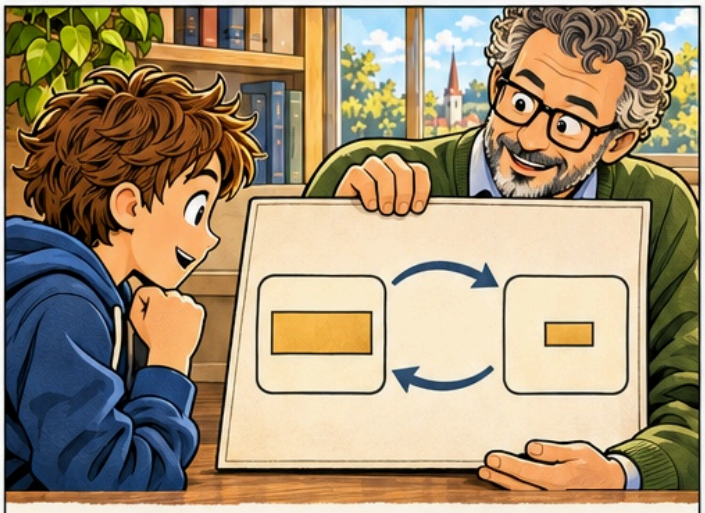
Pozor na miliampere



Mladenič prepiše 30 mA in se ustavi pri računalu.



Miliamper je tisočinka ampera.



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



Vnos 30 namesto 0,030 spremeni rezultat tisočkrat.



Najprej pretvori enote, nato računa.



Na koncu preveri še velikostni red rezultata.

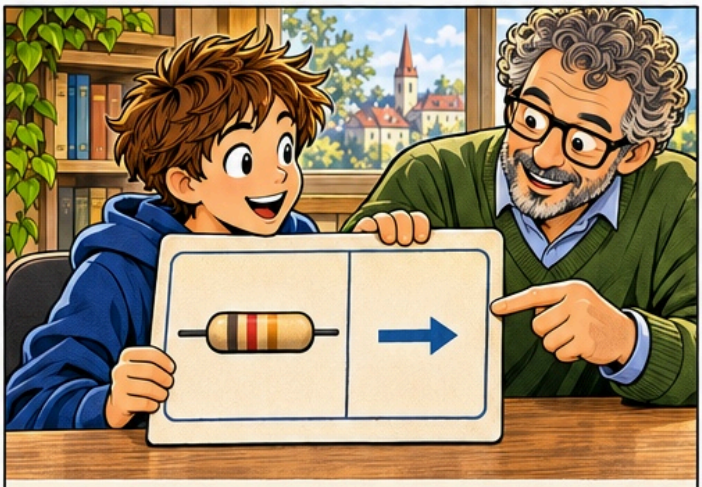
Napoved pred zamenjavo



Želita primerjati dva upora pri isti napetosti.



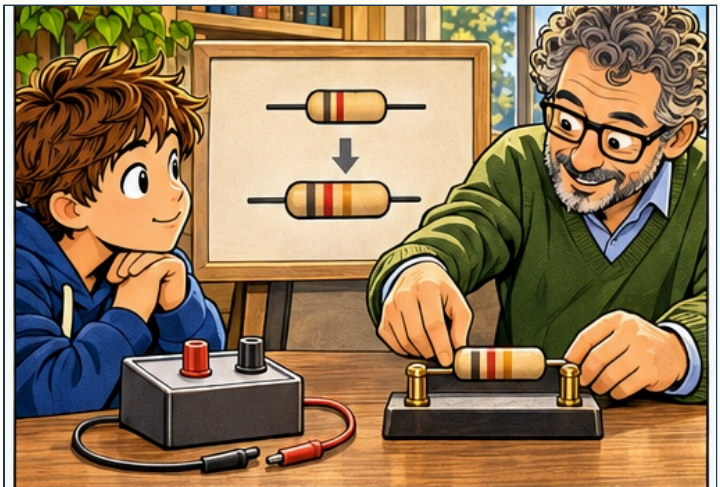
Pri 3 V in 100 Ω je idealni tok 30 mA.



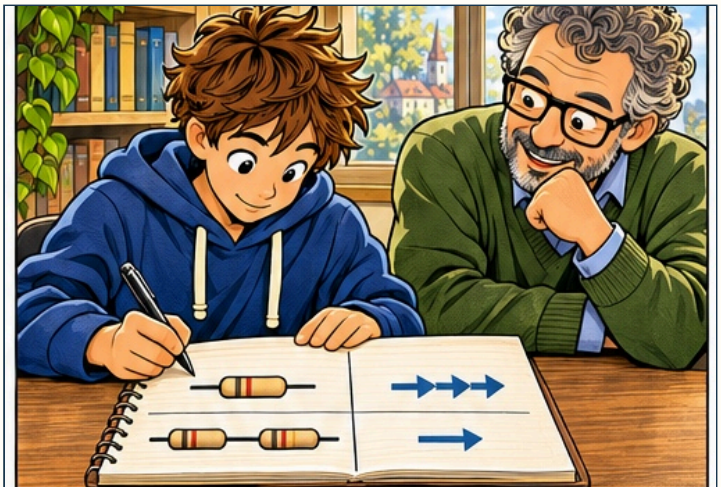
Pri 3 V in 200 Ω bo 15 mA.



Podvojeni R torej pri stalnem U prepolovi I.

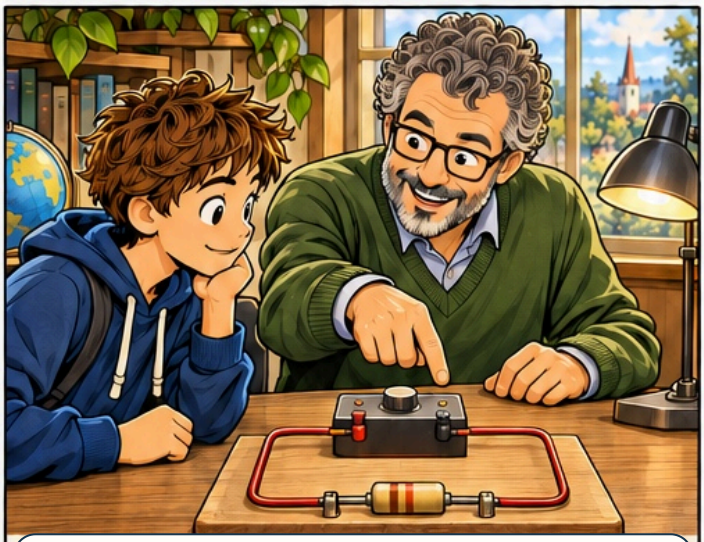


Pred zamenjavo elementa odklopita vir.



Najprej zapišeta napoved, nato meritve.

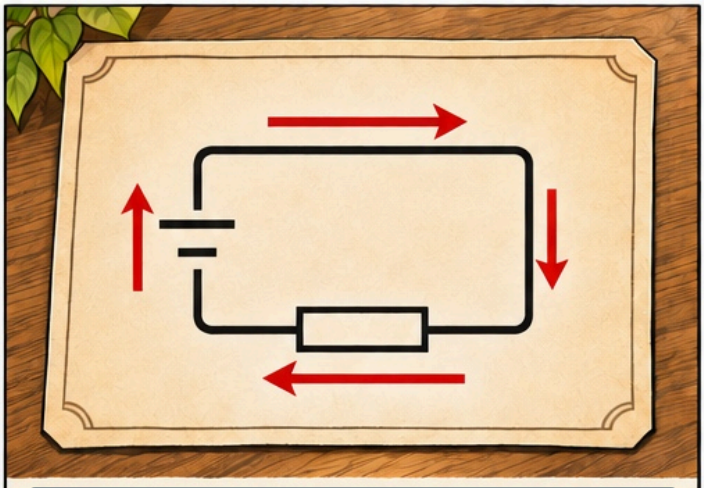
Ni zapora niti zaloga



Tok se v uporu ne shranjuje za pozneje.



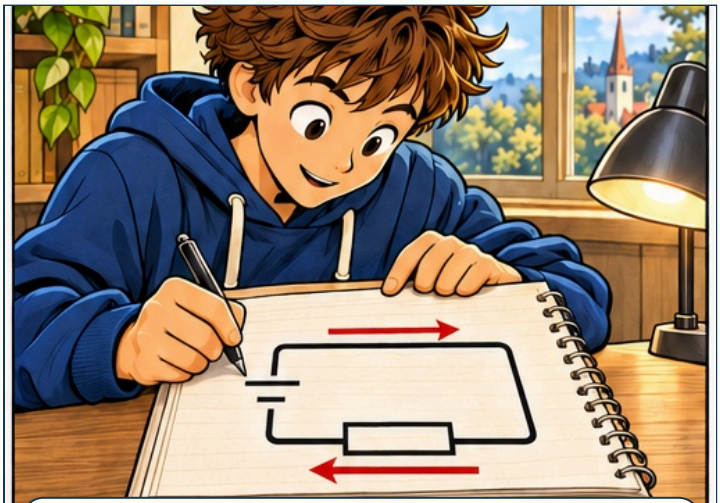
Upor v tej zanki ne porablja postopoma jakosti toka.



V ustaljenem stanju je tok pred njim in za njim enak.



Pretvarja se električna energija, predvsem v toploto.

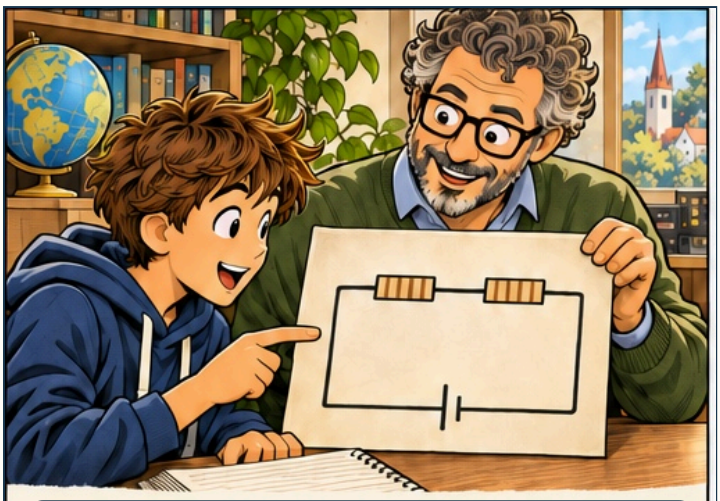


Mladenič popravi sliko s pojemajočimi puščicami za uporom.



Njegov model bolje ustreza opažanju.

Dva upora zaporedno



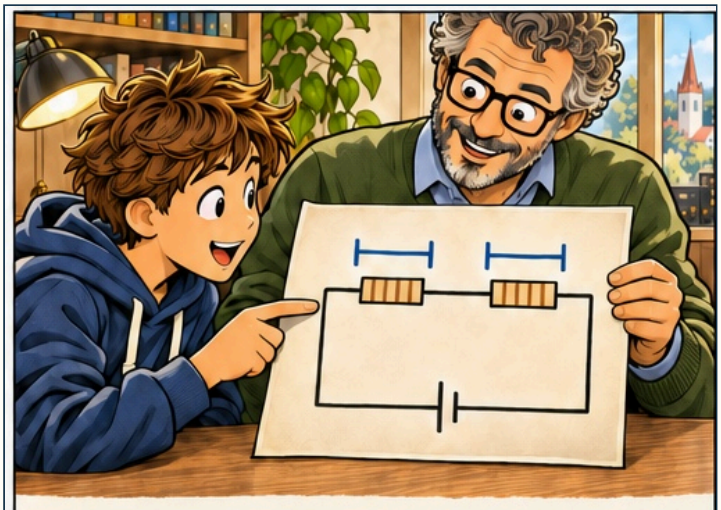
Na papirju postavita dva upora 100 Ω drugega za drugim.



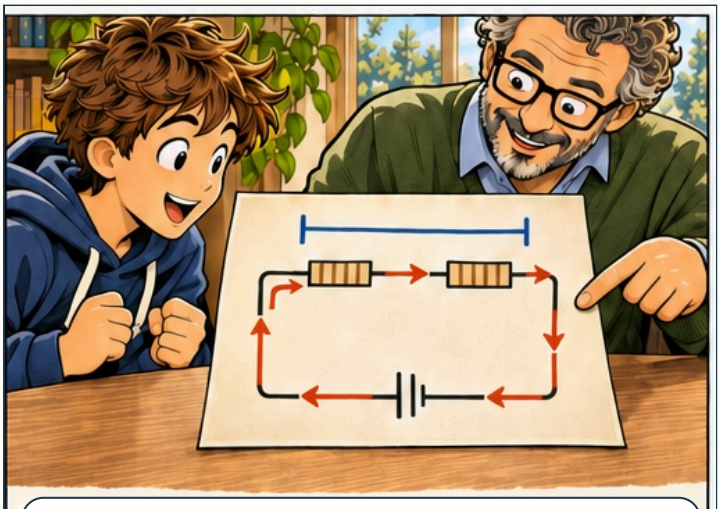
Skupna zaporedna upornost je 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



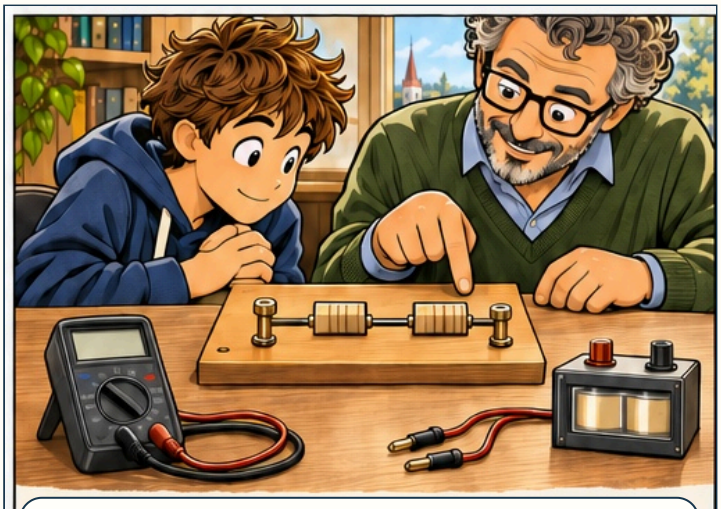
Pri 3 V je idealni tok zanke 15 mA.



Na vsakem uporu je tedaj napetost 1,5 V.

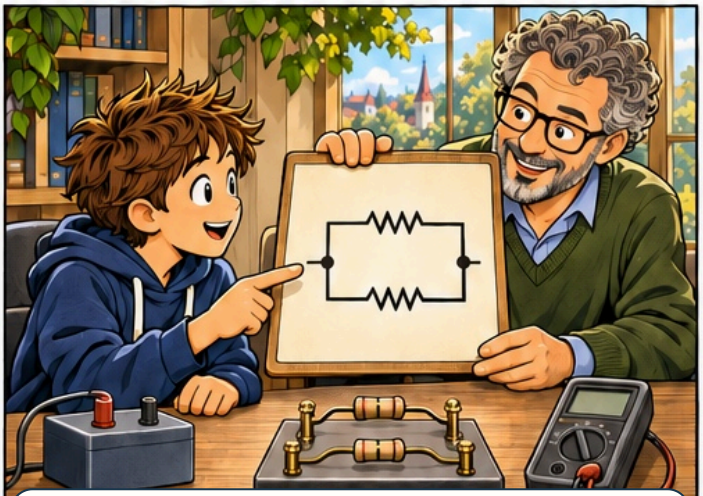


Napetosti se seštevajo; skozi oba teče enak tok.

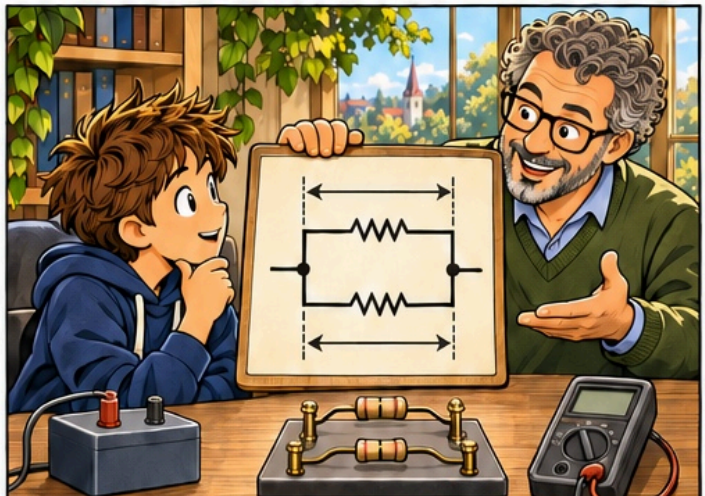


Razmislek preverita s primerno vezavo, spremenjeno brez napajanja.

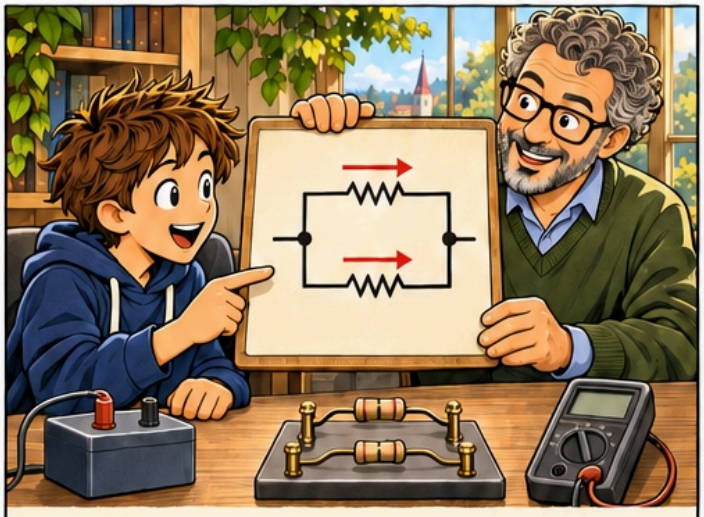
Dve vzporedni poti



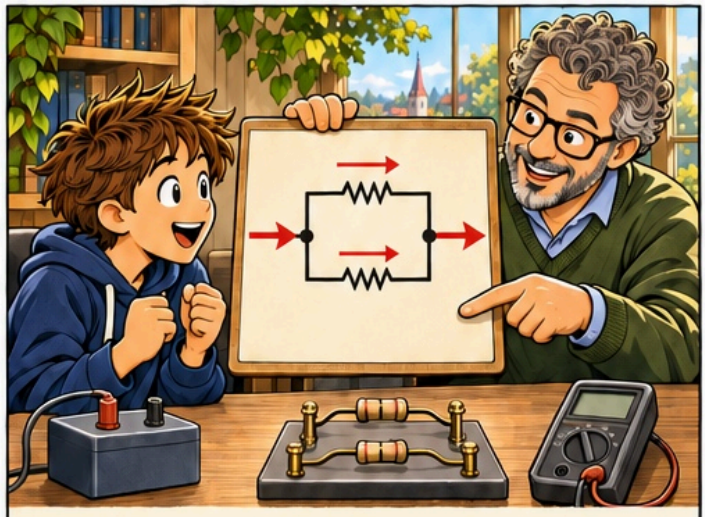
Druga risba postavi dva upora 100 Ω v vzporedni veji.



Vsaka veja ima enako napetost 3 V.



Skozi vsak upor idealno teče 30 mA.



Skupni tok je 60 mA: tokovi vej se seštejejo.

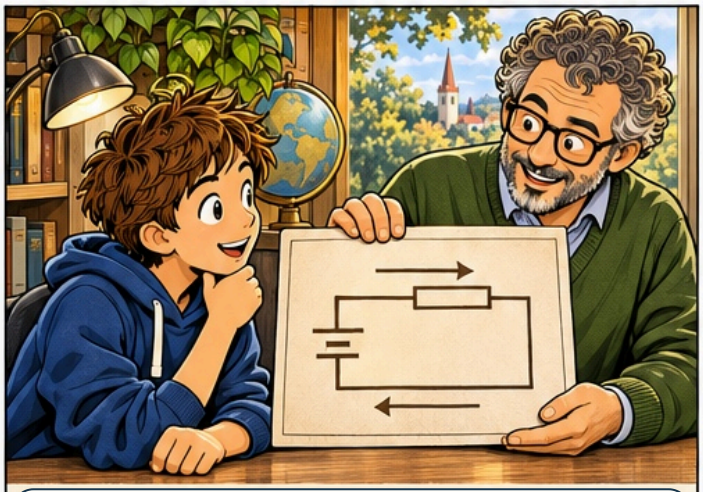


Nadomestna upornost je 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.



Tega rezultata ne dobimo s seštevanjem upornosti.

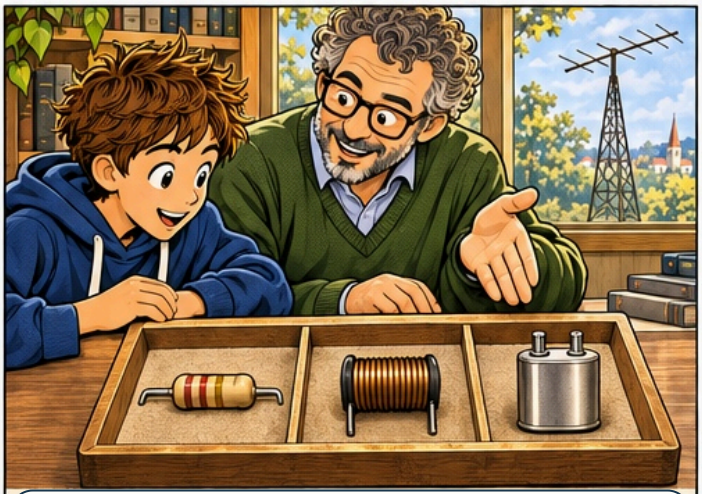
Področje njihovega modela



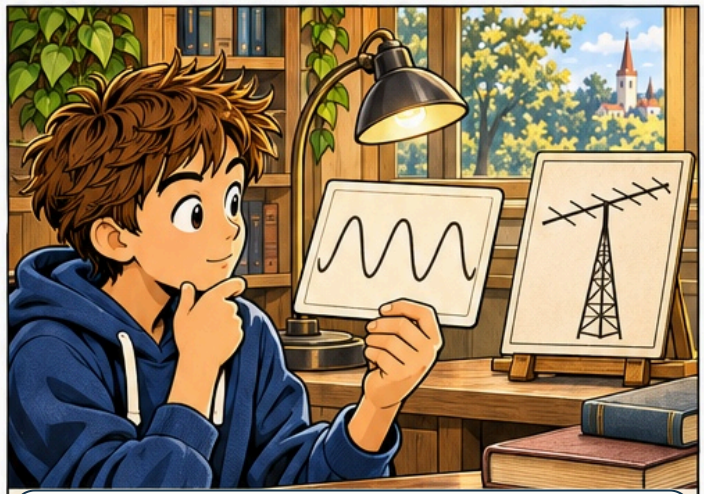
Izračuni veljajo tu za ohmske upore pri enosmernem toku.



Upoštevati je treba temperaturo in lastnosti elementov.



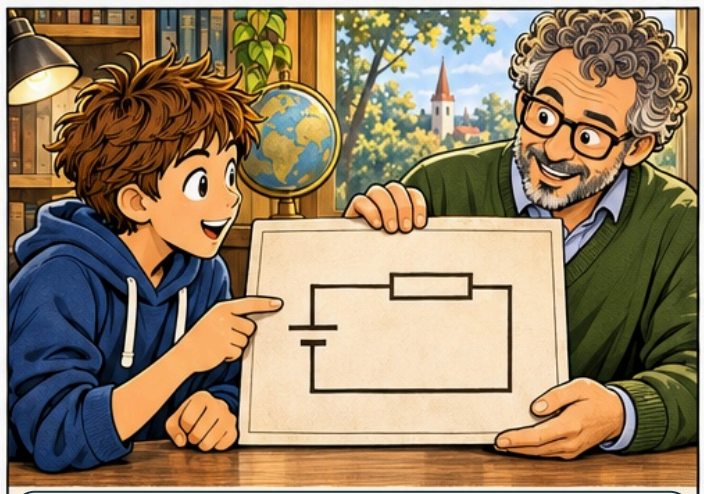
Tuljava, kondenzator ali antena ni vedno zgolj tak upor.



Pri radijskih frekvencah drugi pojavi vodijo k impedanci.



Mladenič to novo vprašanje prihrani za drugo zgodbo.



Razumeti model pomeni poznati tudi njegove meje.

Tudi energija ima izračun



Prikaz mora upoštevati tudi disipirano moč.



Pri enosmernem toku velja P = U × I, moč P v vatih W.



Za 3 V in 0,030 A je P = 0,090 W.



V uporu se energija pretvarja predvsem v toploto.



Dovoljene moči elementa ne smemo preseči.



Tudi majhno vezje zahteva to preverjanje.

Izbira z rezervo



Pri največ 4,5 V da 100 Ω idealno 45 mA.



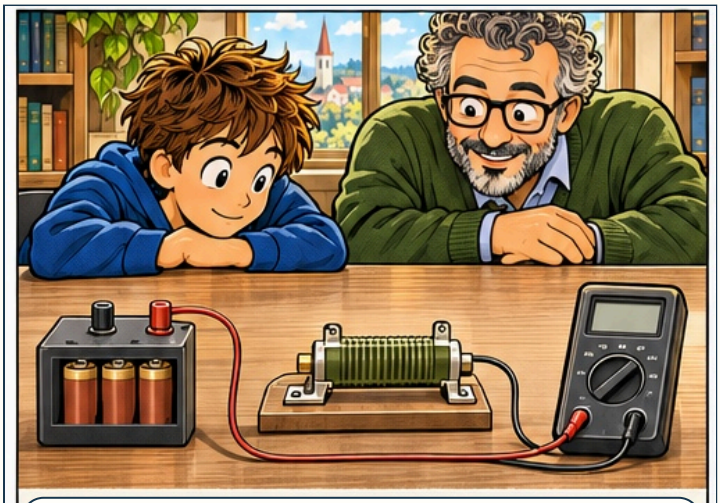
Izračunana moč je 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



Upor 1 W pušča rezervo za pripravljeni poskus.



To je odvisno tudi od pogojev uporabe proizvajalca.



Segrevanja nikoli ne preverjata z dotikom pod napetostjo.



Henri izbira po obratovalnih mejah opreme.

Skrivnostni upor



Mentor ponudi zadnjo uganko na kartici s primerom.



Na ohmskem uporu so 3 V, skozenj teče 0,020 A.



Mladenič izračuna R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Nato preveri P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Razloži korake, ne ugiba pričakovanega odgovora.



Uganka pokaže njegovo metodo.

Ko meritev malo odstopa



Izmerjeni rezultat lahko malo odstopa od idealnega.



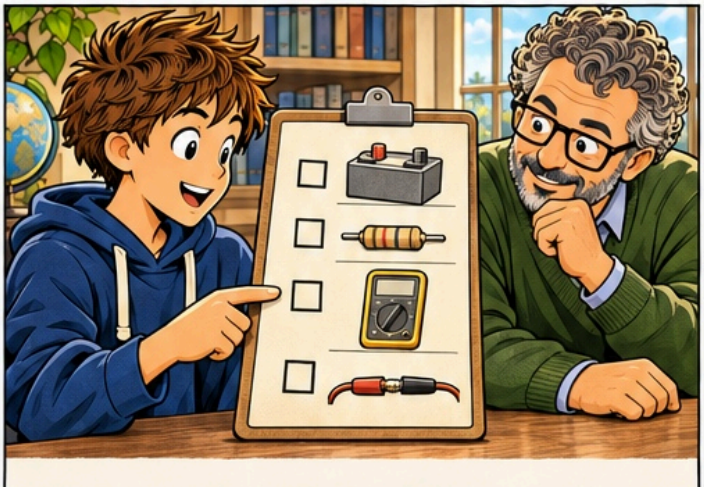
Upor ima toleranco, vir pa dejansko napetost.



Tudi merilnik ima omejitve in lahko vpliva na vezje.



Slabi stiki lahko dodatno spremenijo opažanje.



Pred dvomom o zakonu primerjata pogoje.



Mladenič zapiše pojasnljivo odstopanje, ne popravlja umetno odčitka.

Napaka, ki uči



V osnutku mladenič najde tisočkrat prevelik tok.



Ne poskuša ga doseči s spreminjanjem vira.



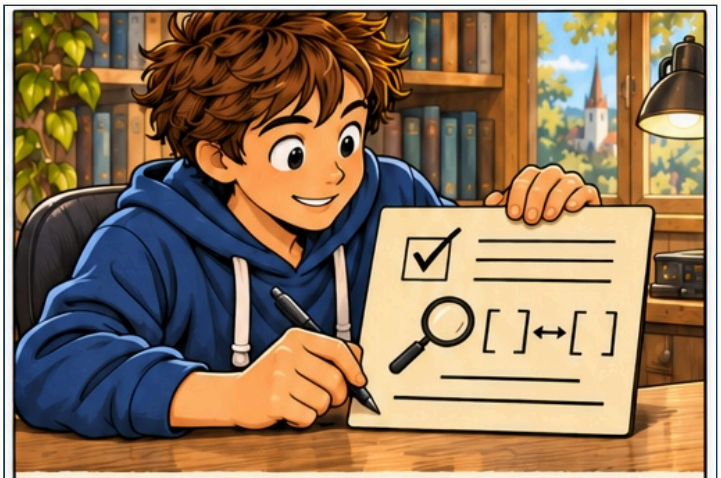
Pri preverjanju odkrije miliampere, obravnavane kot ampere.



Vezje med preverjanjem ostane odklopljeno.



Po pretvorbi so vrednosti razumnega velikostnega reda.

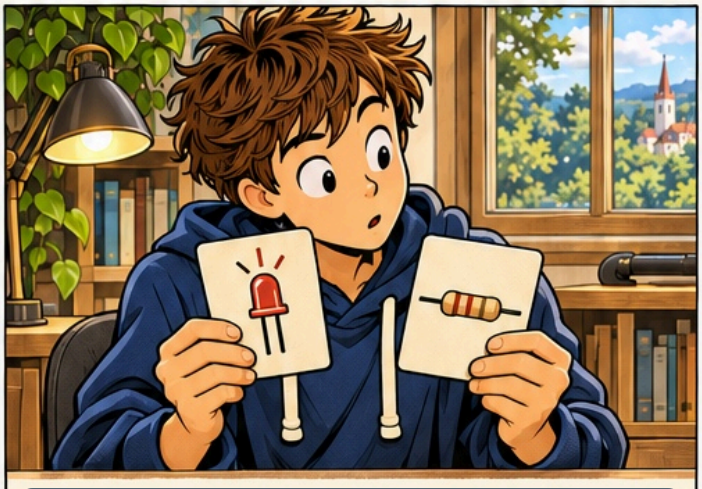


Prepoznana napaka postane pomoč za naprej.

Dioda odpre drugo vprašanje



V sosednji škatlici mladenič opazi svetlečo diodo.



Jo lahko obravnavamo kot upor s stalno vrednostjo?



Spremljevalec pojasni nelinearno zvezo napetosti in toka.



Preprosti U = R × I s stalnim R zato ne opisuje vsake diode.



Pustita jo v škatlici; potrebuje primeren raziskovalni tokokrog.



Razumevanje zakona prepreči nepremišljeno uporabo.

Temperatura je lahko pomembna



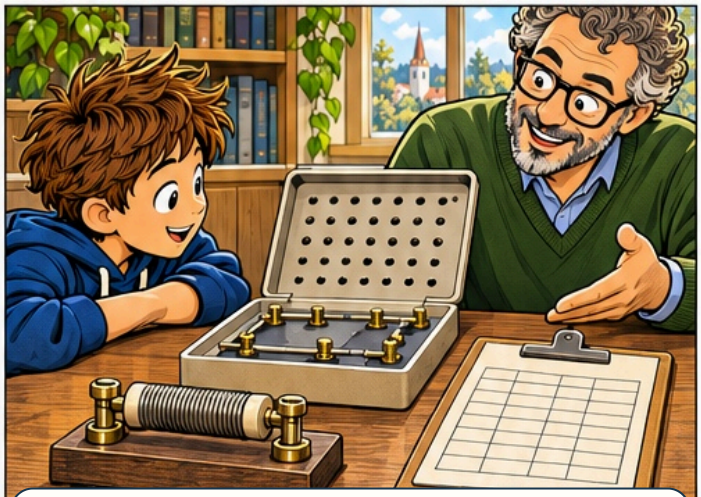
Žarnica z žarilno nitko je še en drugačen primer.



Ko se njena temperatura spremeni, se spremeni tudi upornost.



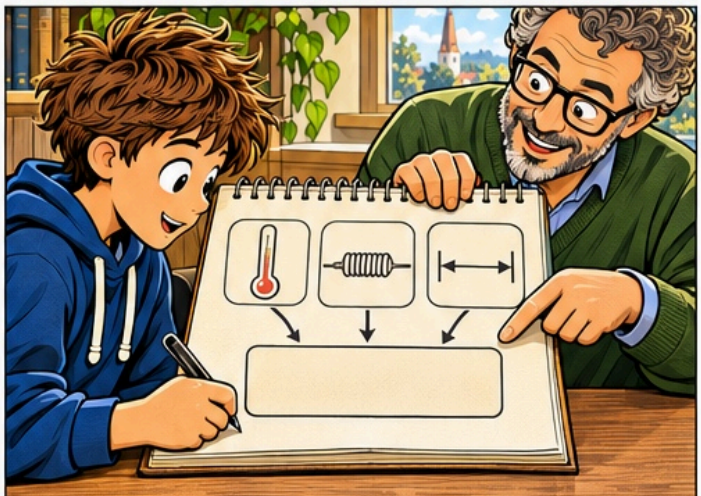
Vrednost v nekem trenutku ni univerzalna konstanta.



Tudi njun upor mora ostati v običajnih pogojih uporabe.



Za dokaz ne izvajata poskusa segrevanja.



Mladenič ob formulo doda pogoje veljavnosti.

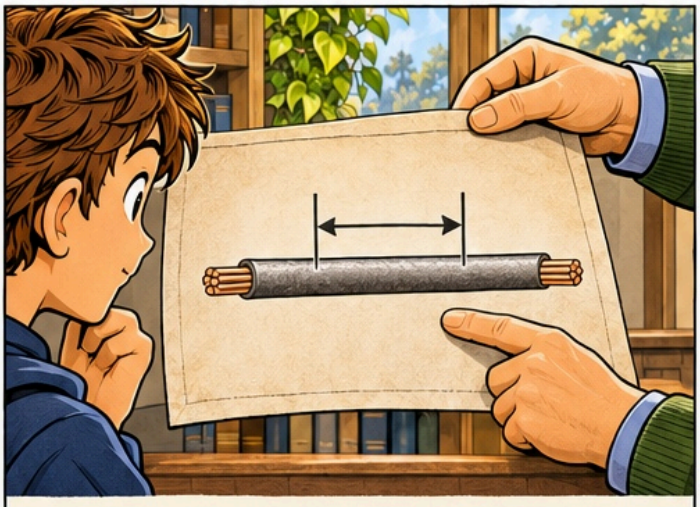
Do žic radijske postaje



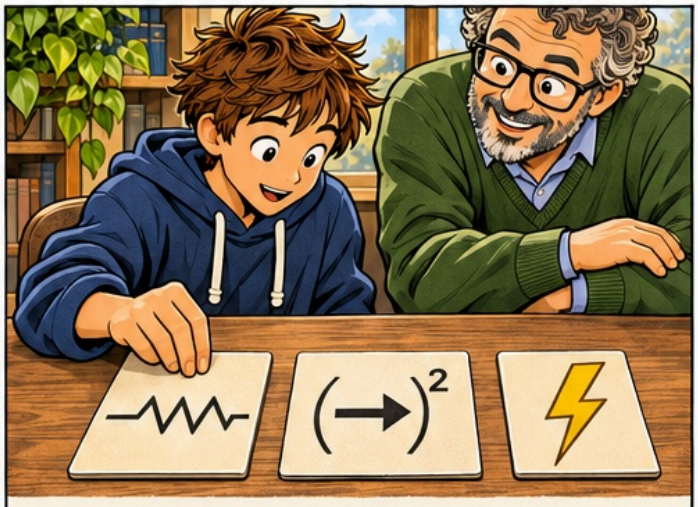
Mladenič zdaj opazuje žice svojega vezja.



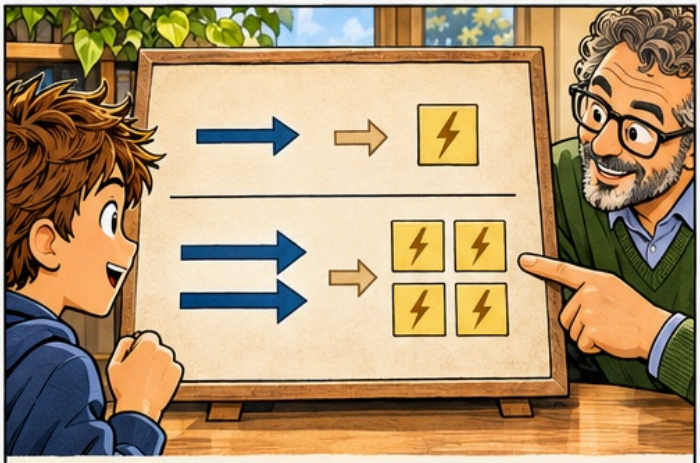
Tudi pravi prevodnik ima lahko upornost.



Tok skozenj povzroči padec napetosti.



Moč na uporu lahko zapišemo $P = R \times I^2$.



Pri istem R podvojeni I poveča moč štirikrat.



Bolje razume pomen primernih kablov in spojev, brez poseganja v postajo.

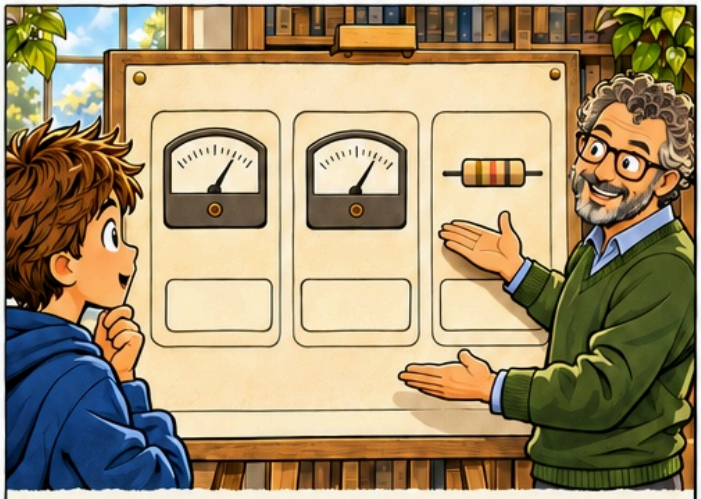
Priprava prikaza



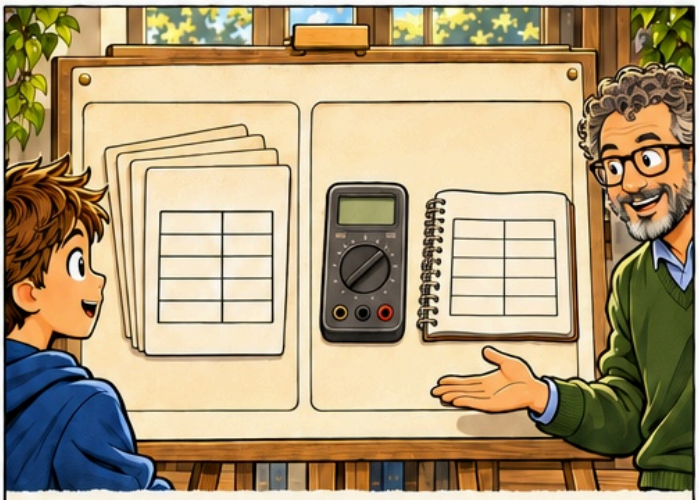
Dejavnost za obiskovalce se bliža.



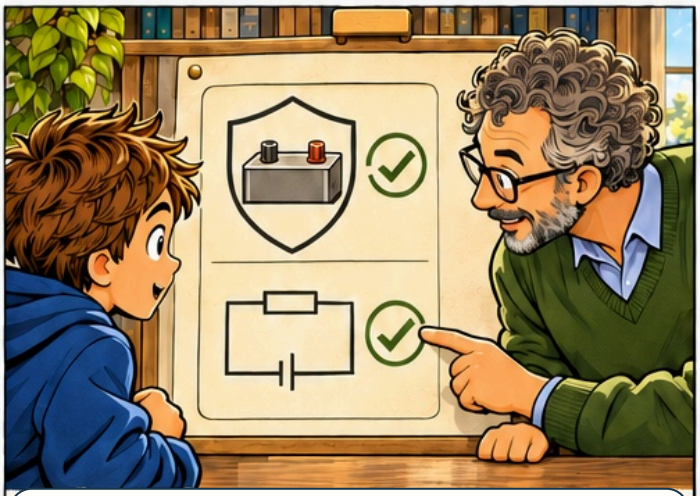
Mladenič izbere en sam tokokrog za razlago osnov.



Predstavi U, I in R z enotami.



Idealni primer loči od prostora za meritve.



Navodila priklapljanja in meje modela ostanejo vidni.



Začne z vprašanjem, tako kot Ohmovo raziskovanje.

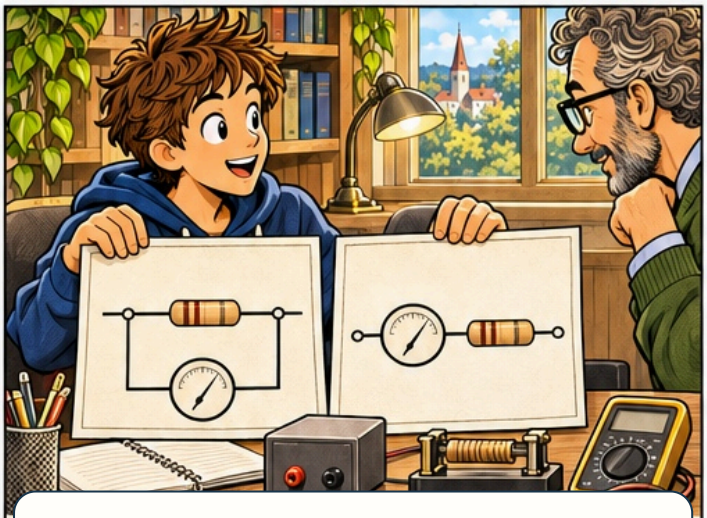
Skupni pregled



Henri igra radovednega obiskovalca.



Lucas pojasni merjenje napetosti med dvema točkama.



Loči priklop voltmetra od priklopa ampermetra.



Spomni, da vezavo vedno spreminjajo ob odklopljenem viru.



Nato utemelji izbiro upora in njegove dovoljene moči.



Težko vprašanje mu pomaga pojasnilo izboljšati.

Napovedati, meriti, razumeti



Vajo končata s preizkusom znotraj pripravljenih mej.



Mladenič iz napetosti in upornosti napove tok.



Spremljevalec pregleda vezavo in nadzoruje meritve.



Nato mladenič primerja napoved in opažanje z enotami.



Majhno razliko zna pojasniti brez izmišljenega rezultata.



Po preizkusu odklopita vir in pospravita opremo.

Odkritje, ki potuje



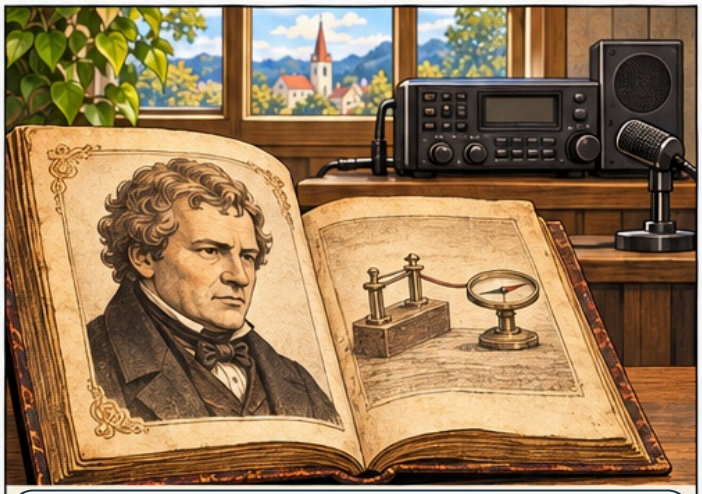
Lucas spet odpre knjigo pri Georgu Simonu Ohmu.



Od stare delavnice do kluba so se instrumenti spremenili.



Potrpežljivo opazovanje pa ostaja domače.



Ohm ni zgradil njune postaje, vendar jo njegovo delo pomaga razumeti.



Sodobna beležnica se navezuje na zamišljeno znanstvenikovo.



Zamisel dolgo potuje, če jo še naprej sprašujemo.

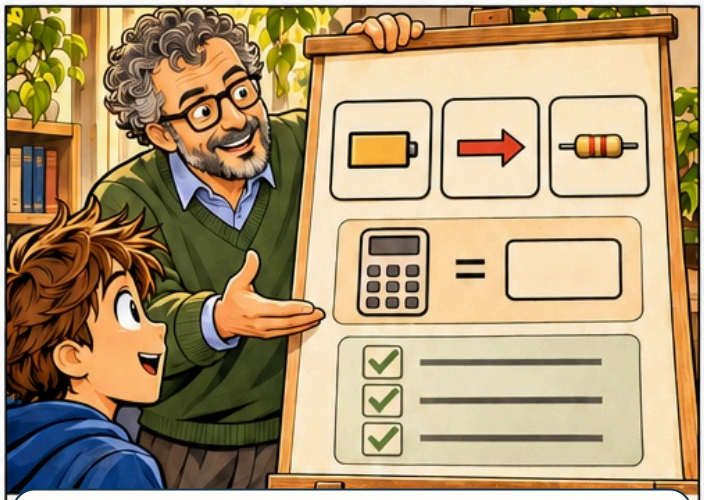
Formula postane orodje



Upor se vrne v škatlico, nič več skrivnosten.



U = R × I zdaj povezuje veličine, ki jih mladenič razlikuje.



Zna pretvarjati, napovedovati, meriti in preveriti pogoje modela.



Ve, da formula ne nadomesti metode ali mej opreme.



Henri se smehlja ob pripravljenem prikazu.



V klubu novo vprašanje že čaka naslednjo beležnico.