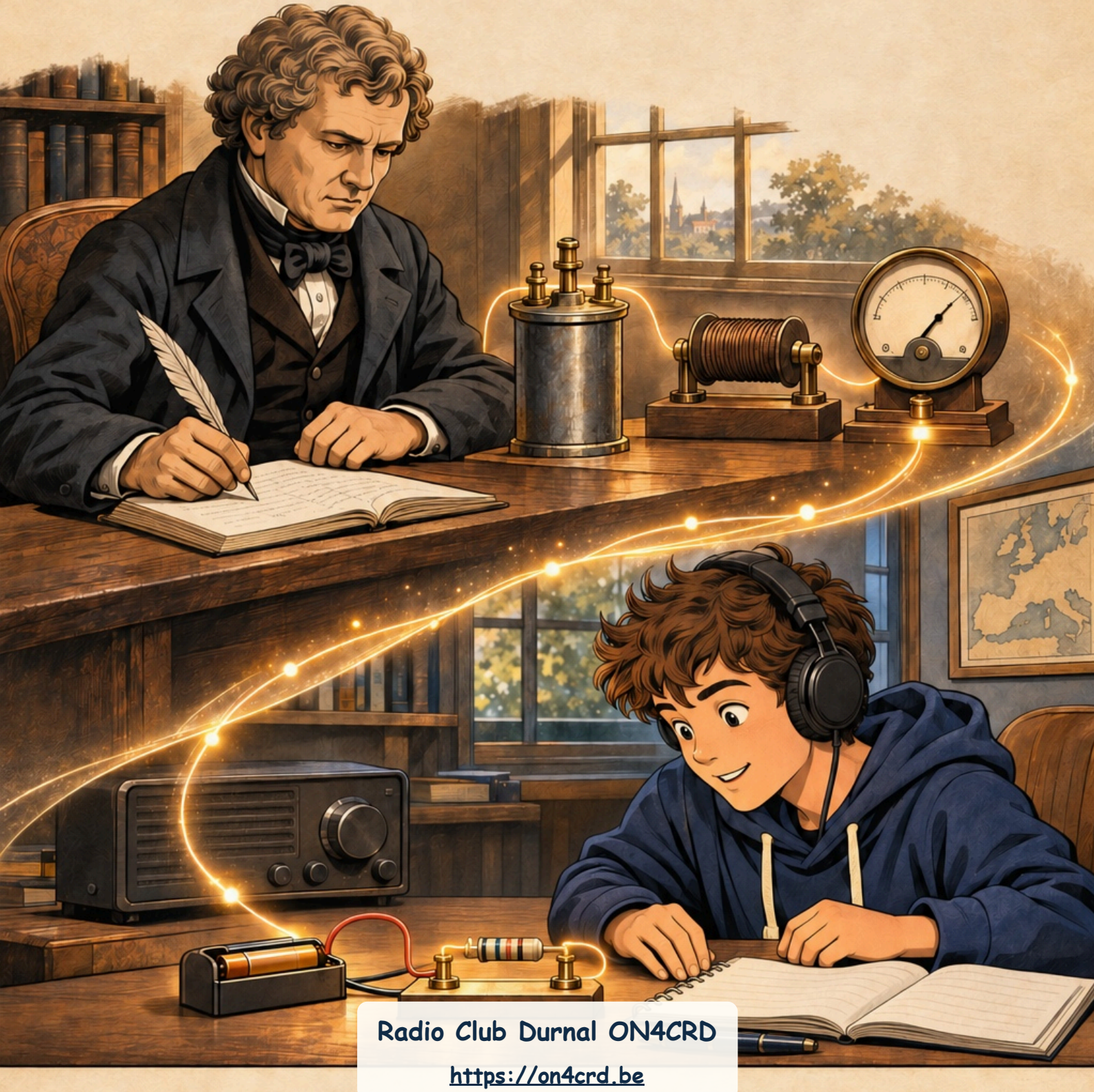
ON4CRD

Svezak 04

Otkriće Ohmova zakona



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pravne obavijesti

Svezak 04 · Otkriće Ohmova zakona

Izdavač web stranice : Radio Club Durnal ON4CRD

Voditelj publikacije : Odbor Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Pravne obavijesti

Intelektualno vlasništvo

Tekstovi, slike, dokumenti, logotipi i materijali objavljeni na stranici ostaju vlasništvo njihovih autora ili kluba. Svaka reprodukcija ili ponovna uporaba mora poštivati izvor, primjenjiva prava i sva autorska dopuštenja.

Odgovornost

Klub radi na objavljivanju korisnih i provjerenih informacija, ali ne jamči nepostojanje pogrešaka, propusta ili prekida. Tehničke ili regulatorne informacije moraju se provjeriti u službenim izvorima kada podupiru odluku.

Ilustracije izrađene uz pomoć umjetne inteligencije.

Pitanje u klubu



Nakon prvog QSO-a Lucas se vraća u klupsku radionicu.



Mali otpornik čeka pokraj bilježnice.



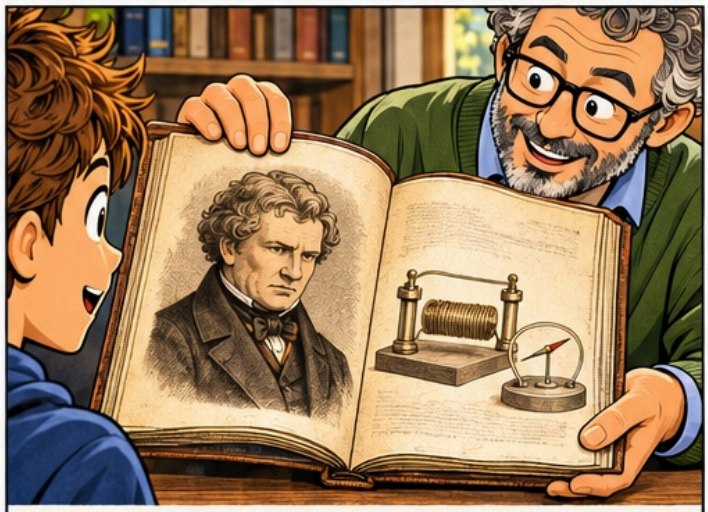
Kako tako skroman dio usmjerava toliko izračuna?



Henri predlaže istraživanje, a zatim pokus.



Zajedno će pripremiti demonstraciju za posjetitelje.

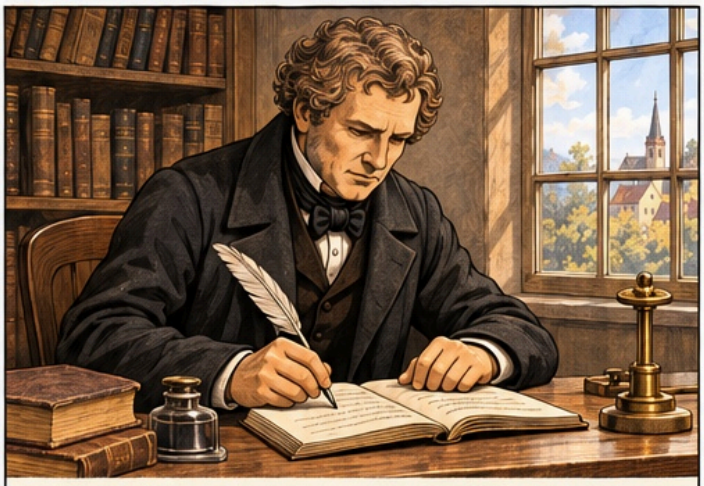


Prvi trag nosi ime: Georg Simon Ohm.

Lice iza imena



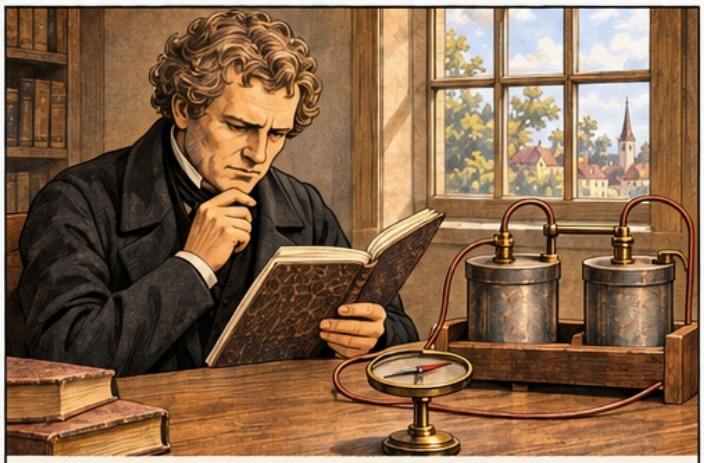
U knjizi se pojavljuje čovjek kovrčave kose.



Georg Simon Ohm predaje i proučava električne pojave.



U njegovo doba već postoje baterije i vodljive žice.



Povezivanje opažanja zakonom traži strpljiv rad.



Mladić zamišlja tišinu stare radionice.

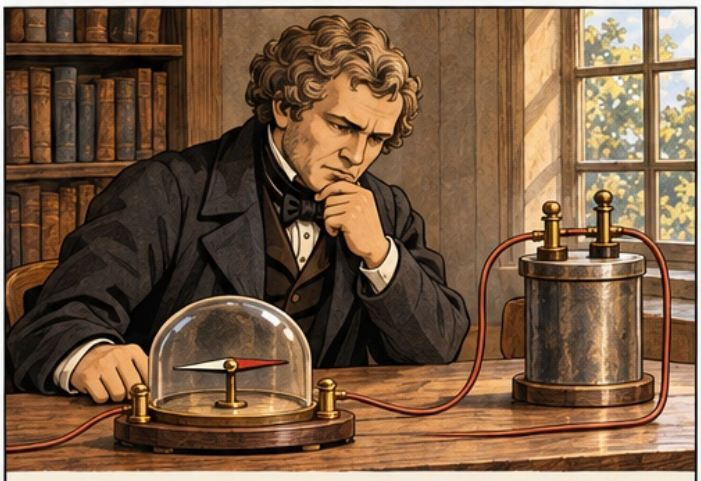


Priča ih vodi prema Ohmovim istraživanjima.

Prije radiopostaja



Nalazimo se u 1820-ima, davno prije radioamaterizma.



Ohm želi razumjeti tok elektriciteta.



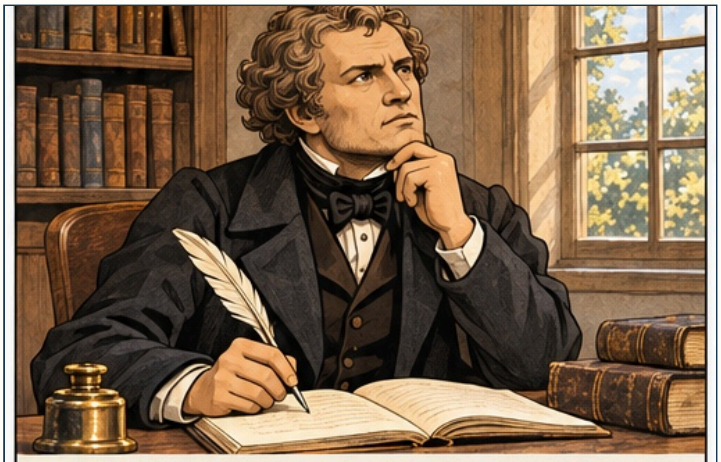
Ne priprema suvremeni odašiljač ni daleku vezu.



Pokusi s vodičima zauzimaju njegov stol.

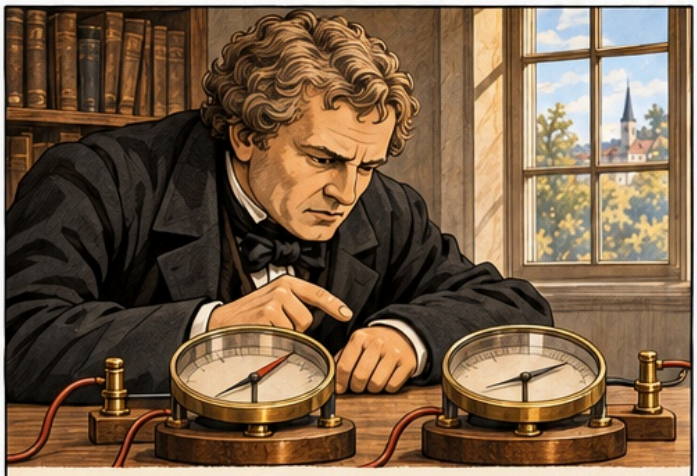


Traži odnos koji se može provjeriti.

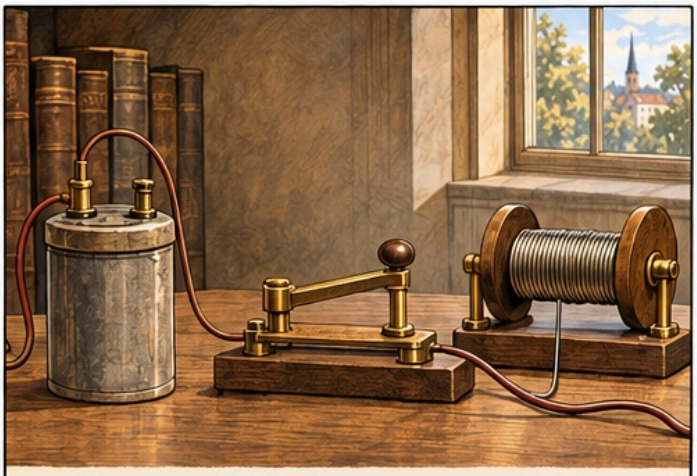


Točno pitanje vrijedi više od prebrzo prihvaćenog objašnjenja.

Kad rezultati variraju



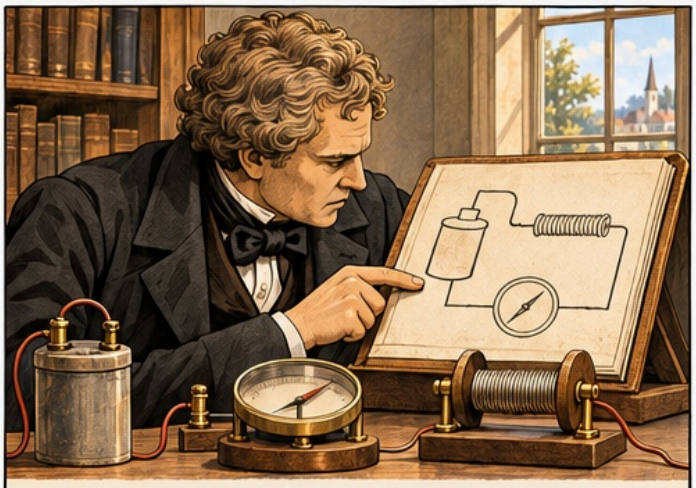
Pokus ne daje uvijek isti rezultat.



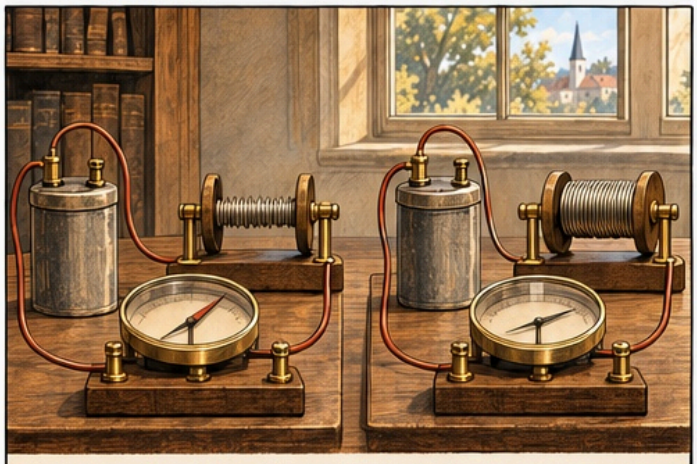
Izvor i kontakti također se mogu promijeniti.



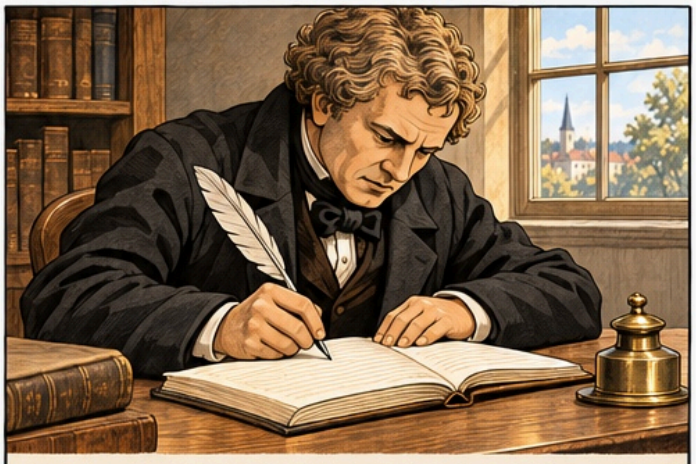
Odmah okriviti žicu ne objašnjava razlike.



Ohm ponovno provjerava uvjete opažanja.



Traži što se mijenja, a što mora ostati stabilno.



Otkriće počinje takvom pažnjom.

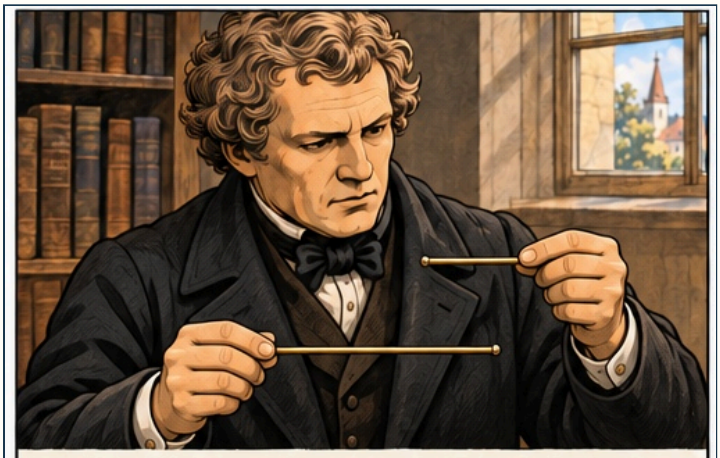
Jedno pitanje odjednom



Za usporedbu moramo znati što smo promijenili.



Promjena svega odjednom zamaglila bi odgovor.



Žice možemo usporediti prema odabranom kriteriju.



Ostali uvjeti trebaju ostati što sličniji.

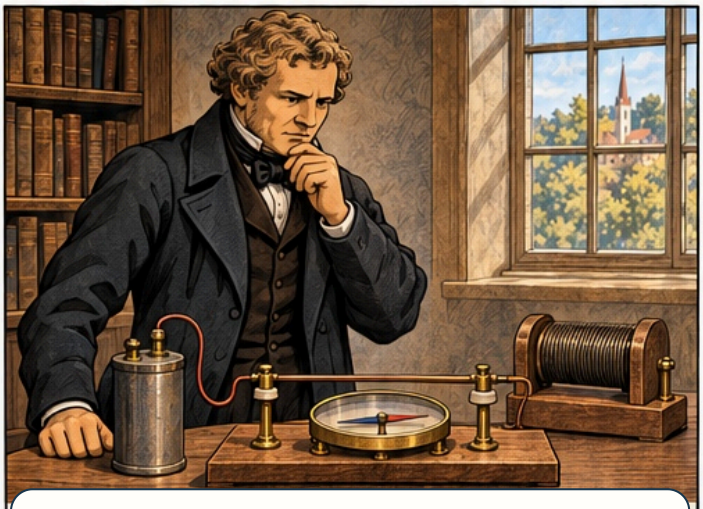


Bilješke čuvaju svaki pokus.

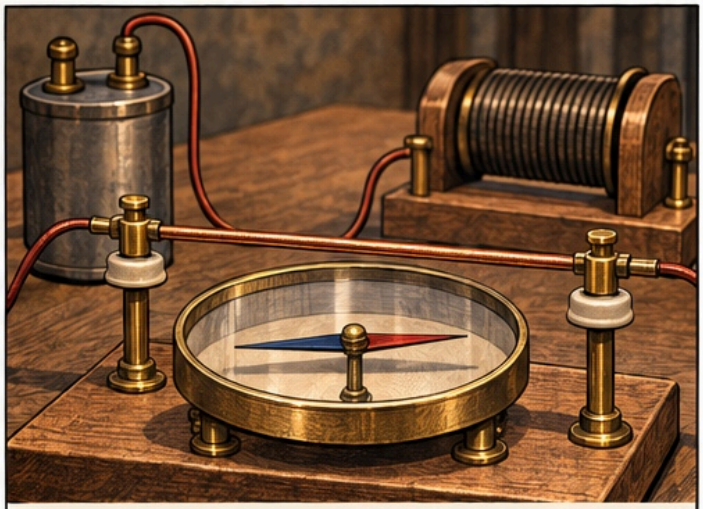


Mladić će prepoznati metodu u vlastitoj radionici.

Instrumenti svojega vremena



Ohmovi instrumenti ne izgledaju kao naši multimetri.



Magnetska igla pokazuje učinak struje.



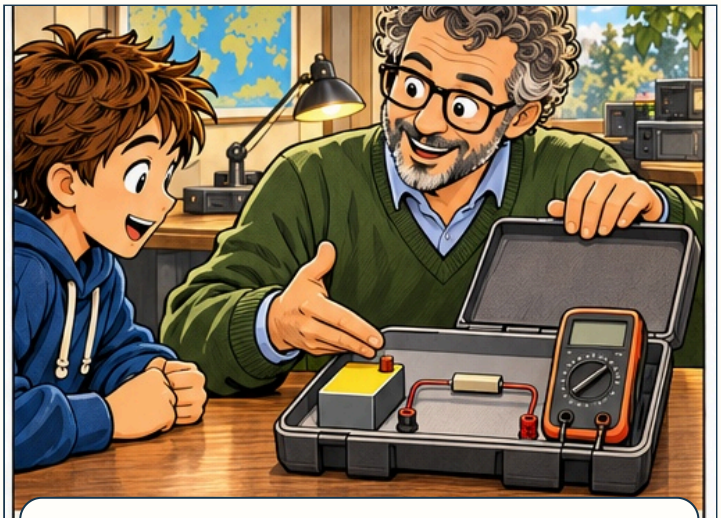
Pomak postaje trag za pažljivu usporedbu.



Instrument treba razumjeti da bismo protumačili odgovor.



Knjiga govori o istraživanju, nije kućna uputa.

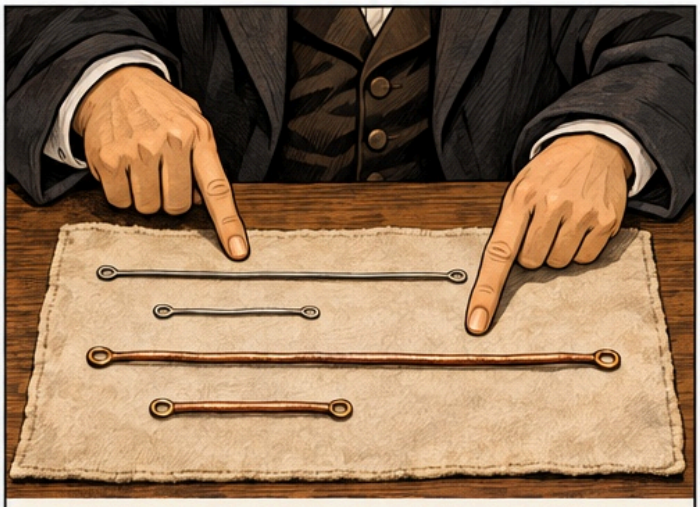


U klubu će koristiti prikladnu suvremenu nastavnu opremu.

Žica pruža otpor



Materijal i oblik vodiča utječu na struju.



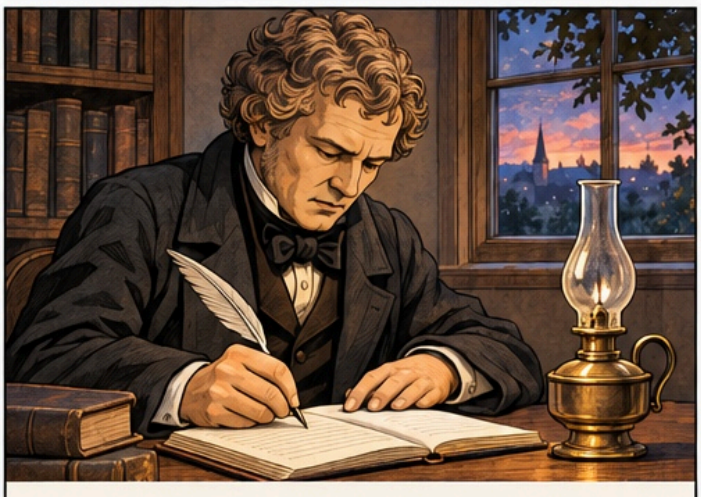
Za isti materijal važni su duljina i presjek.



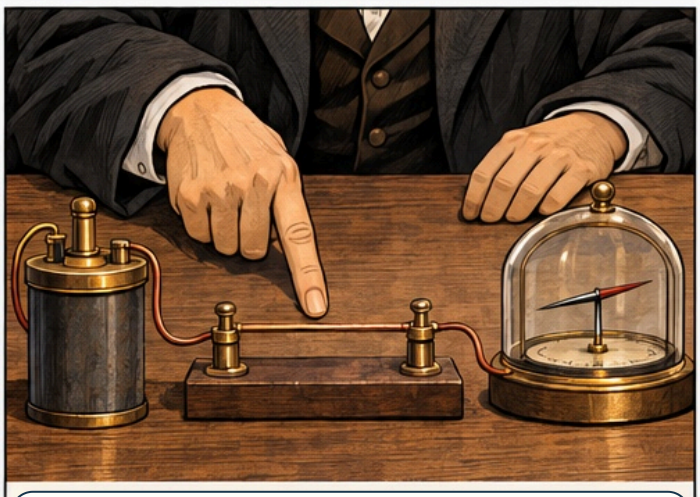
Jedno opažanje ne uspostavlja zakon.



Trebaju usporedbe i dosljedan opis.



Ohm nastavlja mjeriti i promišljati.

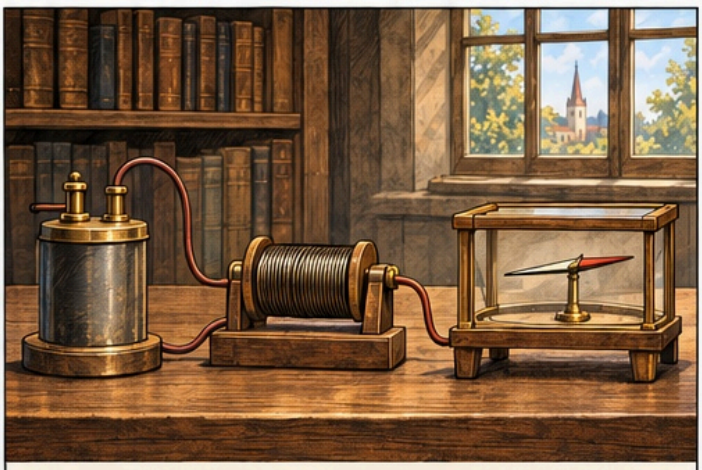


Otpor će naći mjesto među električnim veličinama.

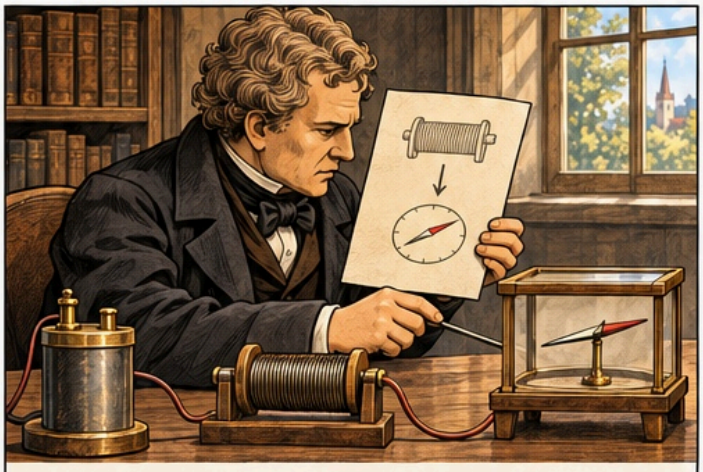
Od opažanja do odnosa



Znanstvenik ne želi samo skupljati brojeve.



Povezuje električni uzrok, struju i vodič.



Koristan odnos omogućuje predviđanje rezultata.



Treba navesti uvjete njegove primjene.



U klubu mladić zapisuje: opažati i predviđati.

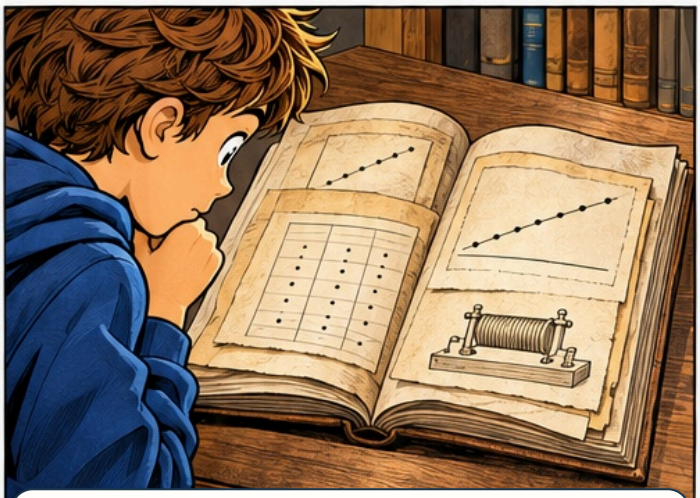


Istraživanje mu postaje metoda.

Bilježnica povezuje



Stara stranica može čuvati pokuse, dvojbe i ispravke.



Zadržimo li samo formulu, gubimo istraživački put.



Mladić priprema bilježnicu za vlastita opažanja.



Odvajat će izračunate i izmjerene vrijednosti.

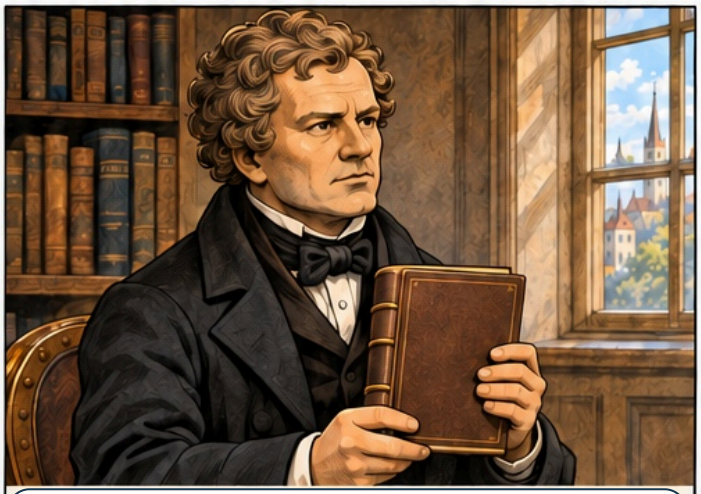


Bilježit će i spoj te jedinice.



Razumijevanje je korisnije od recitiranja.

Knjiga iz 1827.



Godine 1827. Ohm objavljuje matematički rad o galvanskom krugu.



Knjiga razrađuje njegova istraživanja.



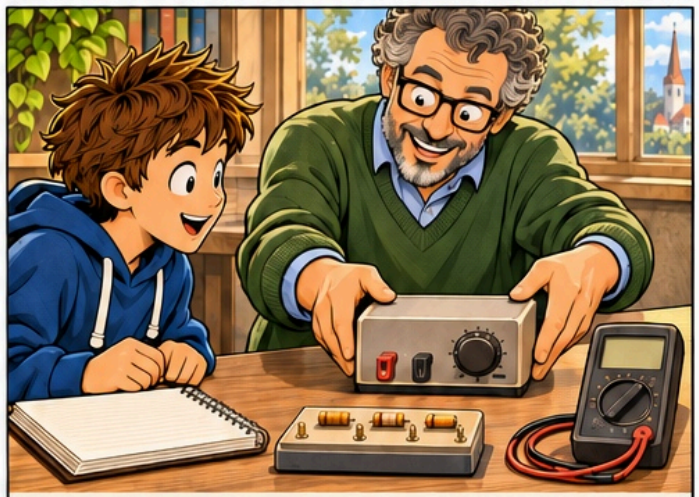
Znanost predlaže odnose koje drugi mogu ispitati.



Ohmovo ime postat će i jedinica otpora.



Mladić sada drukčije gleda mali dio.



I on će povezati ideju s opažanjima.

Klupski pokus



Biraju jednostavan istosmjerni krug.



Niskonaponski izvor napaja odgovarajući otpornik.



Nastavna oprema uključuje ograničenje struje.



Neće otvarati ni mijenjati uređaje spojene na mrežu.



Pratitelj provjerava opremu, upute i radna ograničenja.



Pitanje je: što se događa sa strujom kad mijenjamo napon?

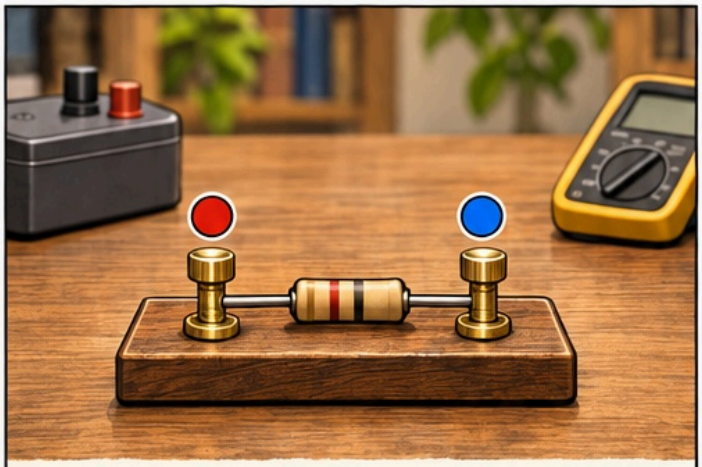
Napon između dviju točaka



Napon se definira između dviju točaka kruga.



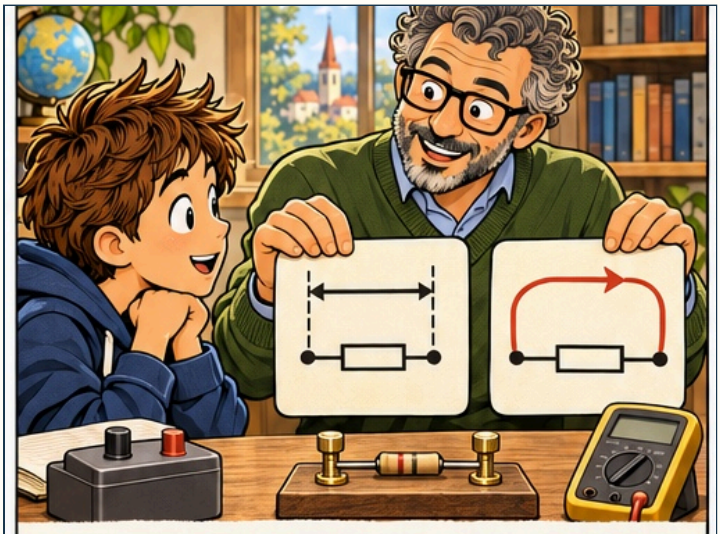
Označavamo ga U, u voltima, simbol V.



Zato treba navesti između kojih točaka.



Ovdje promatraju dva priključka otpornika.



Napon nije struja skrivena u žici.



Mladić crta obje točke u bilježnicu.

Struja u petlji



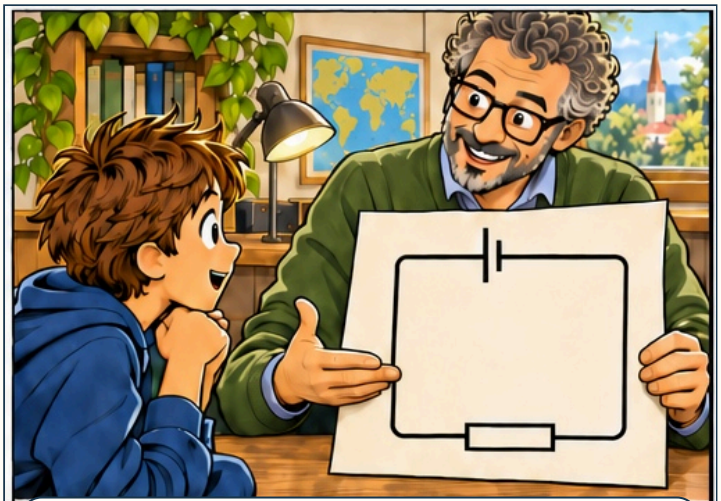
Jakost struje označava se I, u amperima, simbol A.



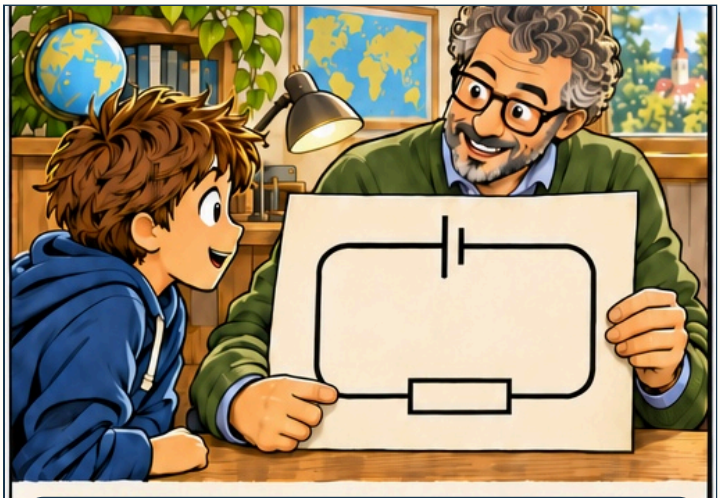
Trajna struja ovdje zahtijeva zatvorenu vodljivu petlju.



U otvorenoj petlji struja ne prolazi otpornikom.



U ovoj jednostavnoj petlji svaki dio vodi istu struju.



Izvan izvora dogovoreni smjer ide od plusa prema minusu.

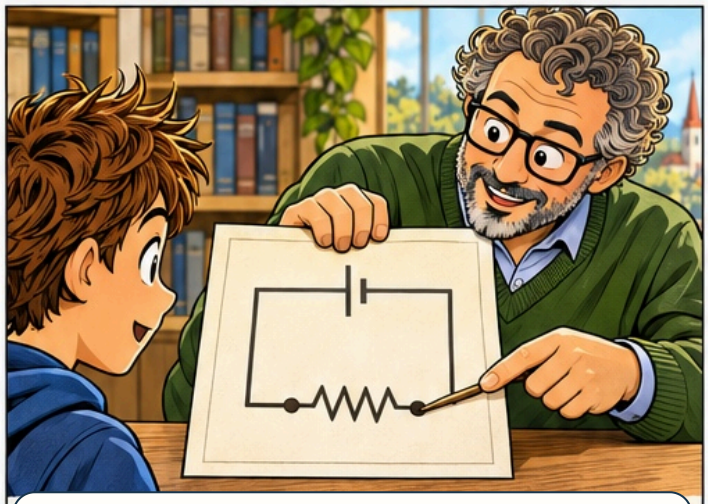


Mladić prati crtež, još ništa ne spaja.

Uloga otpora



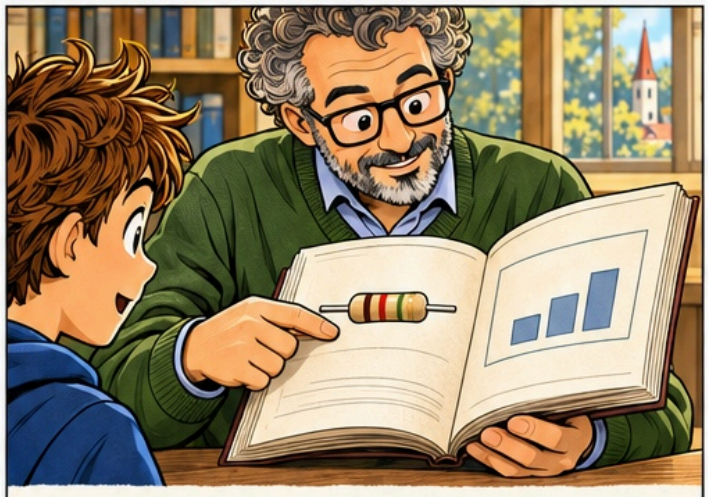
Otpor označavamo R, u omima, simbol Ω.



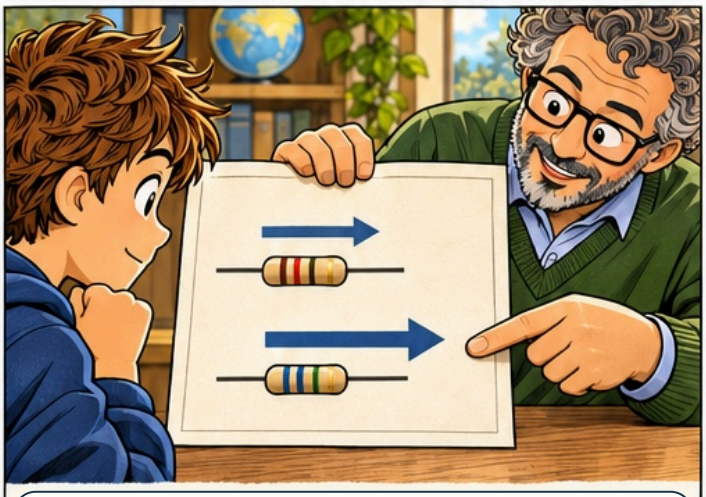
Ovdje povezuje napon na dijelu sa strujom kroz njega.



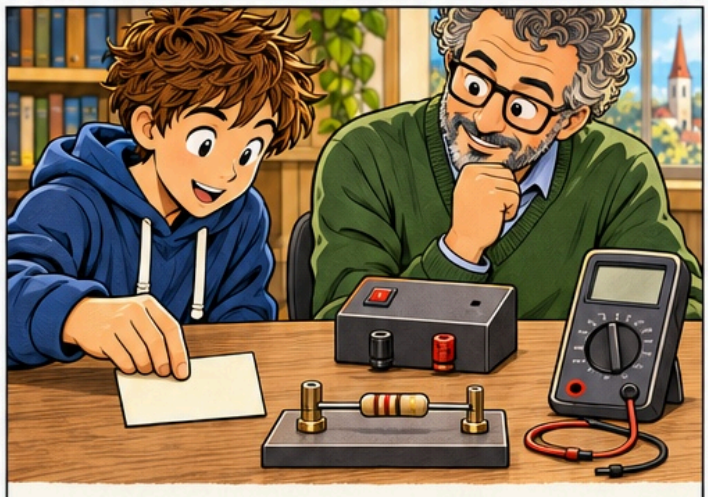
Biraju otpornik omskog ponašanja.



Temperatura mora ostati dovoljno stabilna.



Veći otpor daje manju struju pri istom naponu.

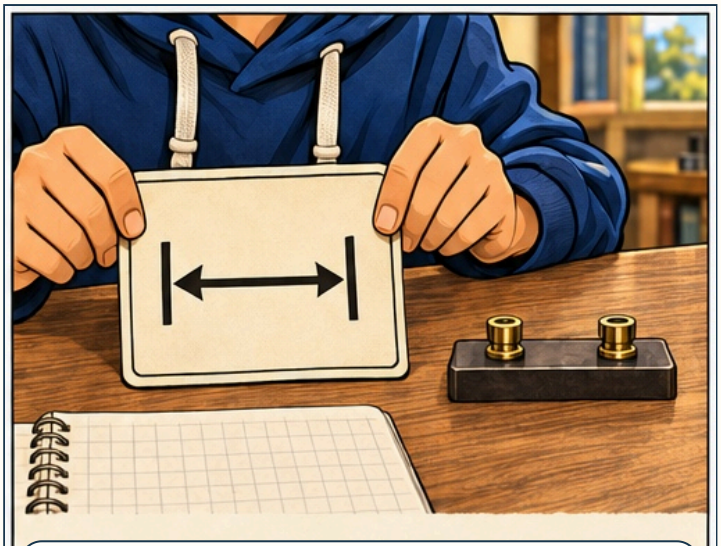


Tu tvrdnju još treba provjeriti.

Tri veličine, tri jedinice



Bilježnica razlikuje U, I i R.



Napon U izražava se u voltima V.



Jakost I izražava se u amperima A.



Otpor R izražava se u omima Ω.



Slovo veličine i simbol jedinice imaju različite uloge.



Svaki rezultat imat će jedinicu uz broj.

Priprema prije spajanja



Izvor tijekom pripreme ostaje odspojen.



Biraju otpornik 100 Ω, nazivne snage 1 W.



Demonstracija ostaje između 1,5 V i 4,5 V istosmjerno.



Pratitelj provjerava podnose li svi dijelovi pokus.



Vodovi su čitavi, spojevi dostupni bez improvizacije.



Mladić crta spoj prije uporabe.

Mjerenje izdvojenog otpornika



Prije pokusa provjeravaju otpornik multimetrom.



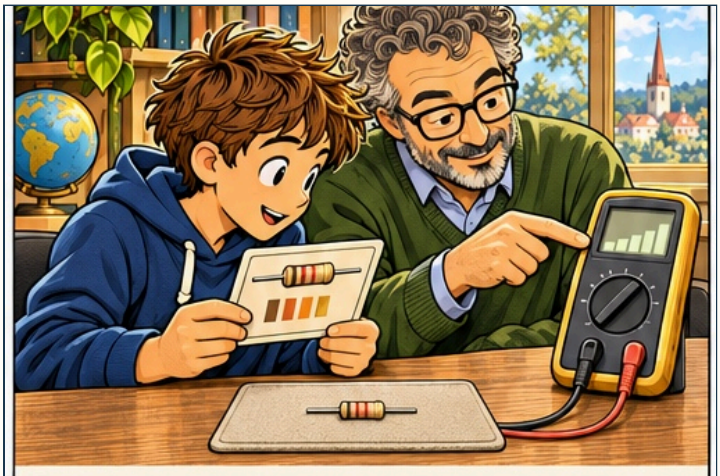
Dio je izdvojen, svi izvori odspojeni.



Instrument postavljaju kao ommetar prema uputama.



Očitanje blizu 100 Ω potvrđuje odabrani dio.



Tolerancija objašnjava odstupanje od nazivne vrijednosti.

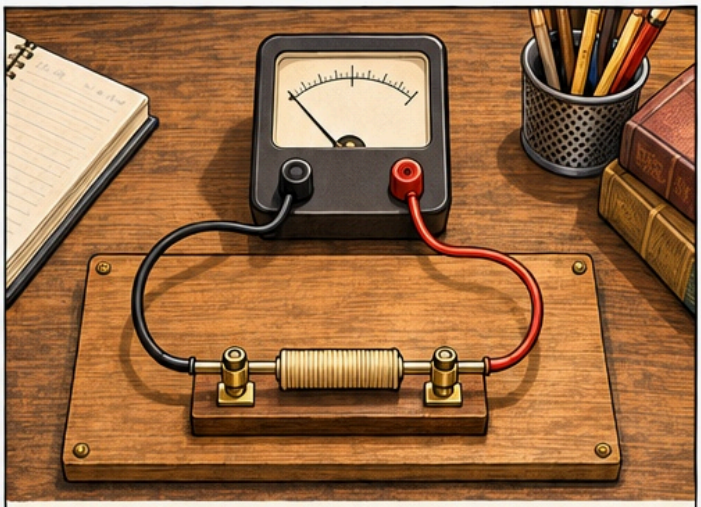


Bilježe očitanje i uklanjaju mjerne vrhove.

Napon se mjeri paralelno



Za U voltmetar se spaja na oba priključka otpornika.



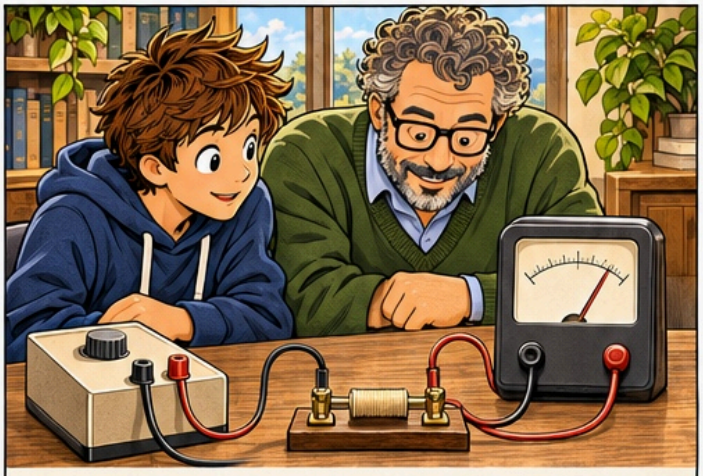
Tvori paralelnu granu s njim.



Dok postavljaju vodove, izvor je odspojen.



Pratitelj provjerava utičnice, istosmjerni napon i raspon.



Zatim napajaju krug i čitaju napon.



Vrijednost zapisuju prije isključivanja.

Struja se mjeri serijski



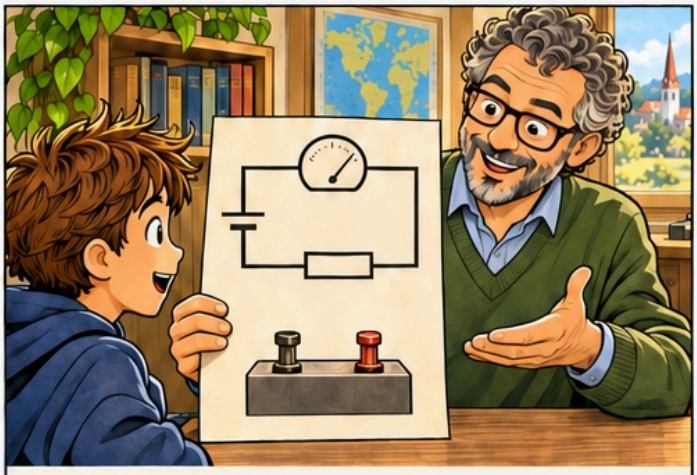
Za I potreban je drukčiji raspored.



Uz odspojen izvor pratitelj otvara petlju i umeće ampermetar serijski.



Provjerava strujnu utičnicu, osigurač, istosmjerni rad i raspon.



Ampermetar se nikad ne spaja izravno na priključke izvora.



Nakon provjere napajaju krug i čitaju struju.

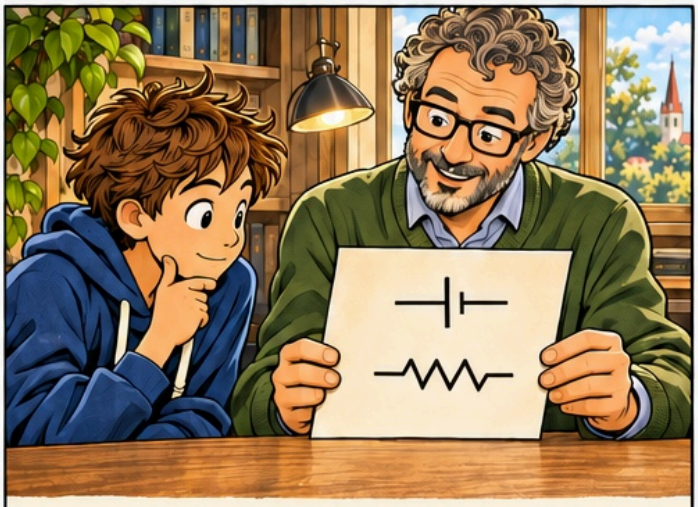


Isključuju prije promjena, potom vraćaju vodove za napon.

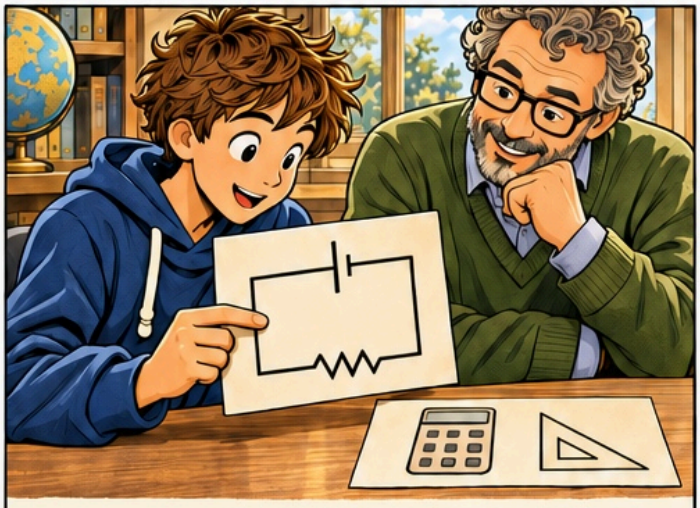
Prva točka usporedbe



Počinju najnižim planiranim naponom.



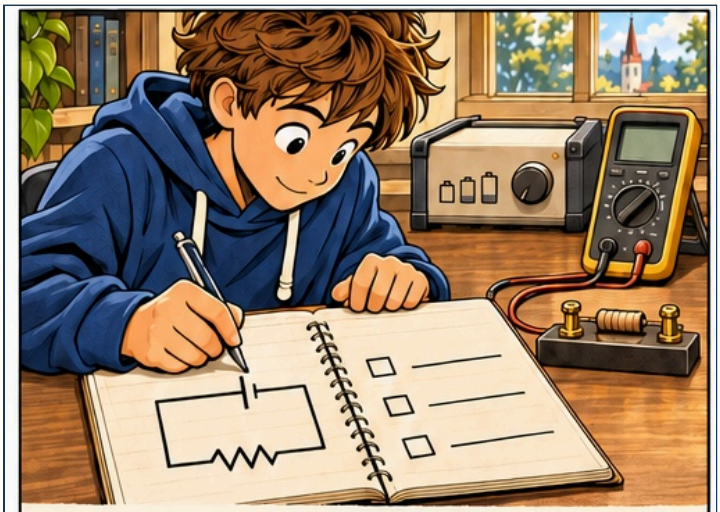
Idealni primjer povezuje 1,5 V i 100 Ω.



Očekivana struja je 0,015 A, odnosno 15 mA.



Stvarna mjerenja odvajaju od idealnih vrijednosti.



Lucas zapisuje spoj i jedinice.



Prvi redak tek je polazište.

Dvostruki napon



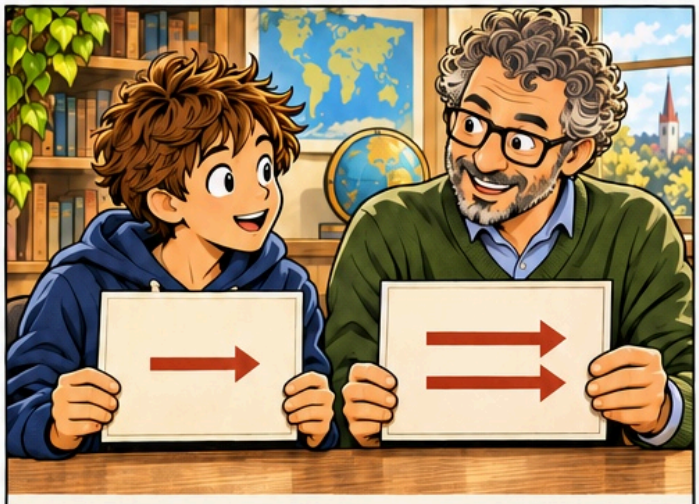
Odspajaju izvor prije promjene postavke.



Zadržavaju isti otpornik i uvjete mjerenja.



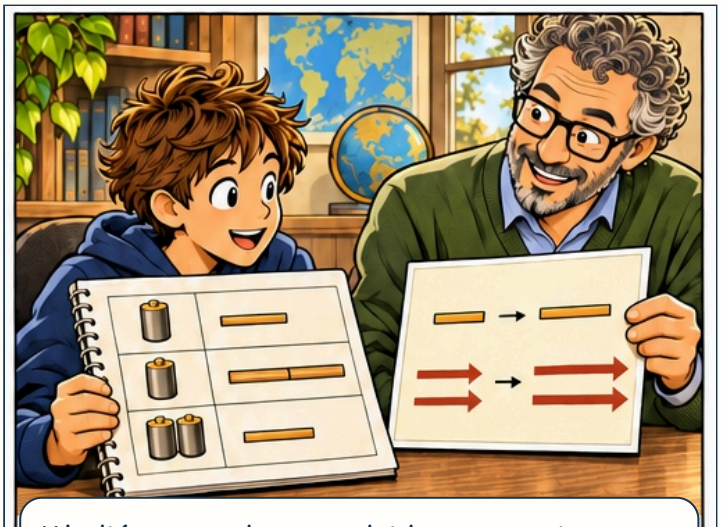
U idealnom primjeru napon raste s 1,5 V na 3 V.



Struja raste s 15 mA na 30 mA.



Napon se udvostručio; struja također.



Mladić uspoređuje predviđanje s novim opažanjima.

Treći pokus



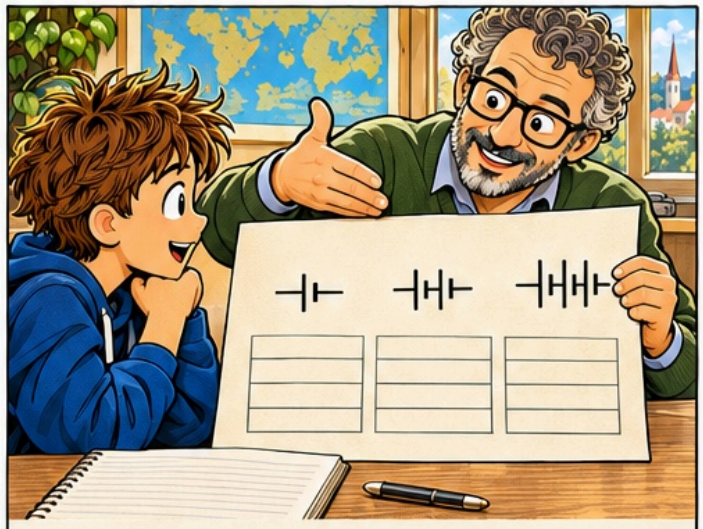
Novi pokus mora stvarno potvrditi trend.



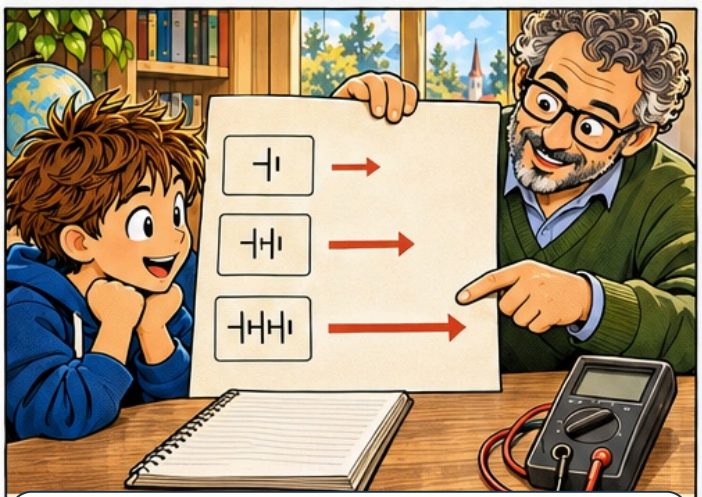
Slijede isti postupak do 4,5 V.



Uz 100 Ω idealni model predviđa 0,045 A, odnosno 45 mA.



Primjer sada sadrži 1,5 V, 3 V i 4,5 V.



Odgovarajuće struje su 15 mA, 30 mA i 45 mA.



Nakon očitanja opet odspajaju izvor.

Što ostaje stalno



Mladić dijeli svaki napon pripadnom strujom u amperima.



1,5 V ÷ 0,015 A daje 100 Ω.



3 V ÷ 0,030 A opet daje 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A također daje 100 Ω.



U idealnom primjeru omjer U/I ostaje stalan.



Ta konstanta predstavlja otpor R.

Odnos dobiva oblik



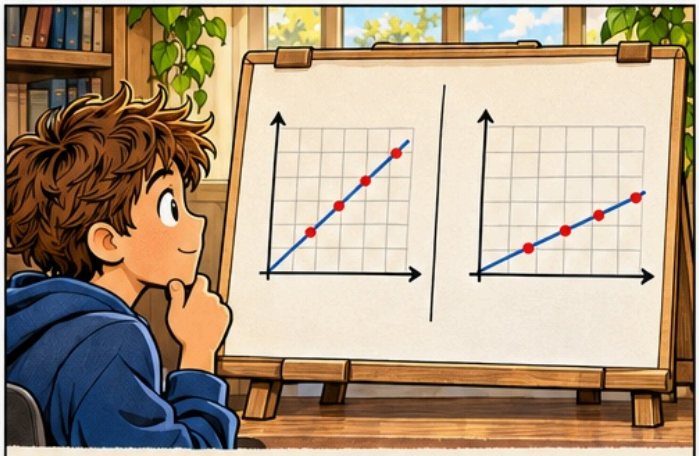
Graf pokazuje proporcionalnost.



Za idealni otpornik točke leže na pravcu kroz ishodište.



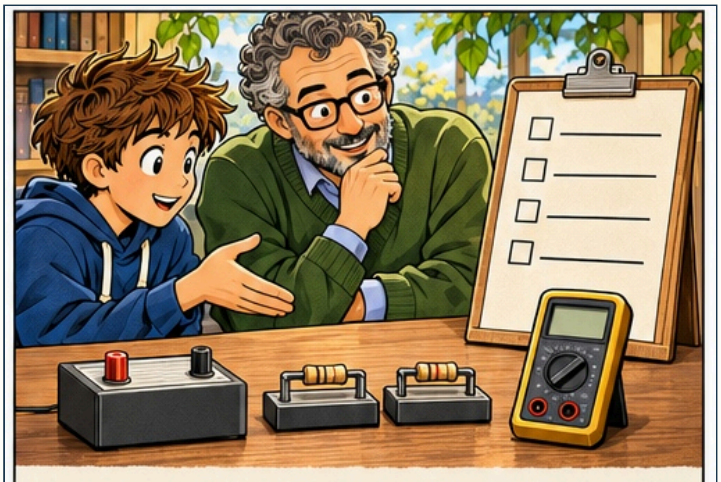
Uz U vodoravno i I okomito nagib je 1/R.



Zamjena osi mijenja tumačenje nagiba.



Stvarna mjerenja mogu malo odstupati od pravca.



Crtež pojašnjava brojeve, ali ne zamjenjuje uvjete pokusa.

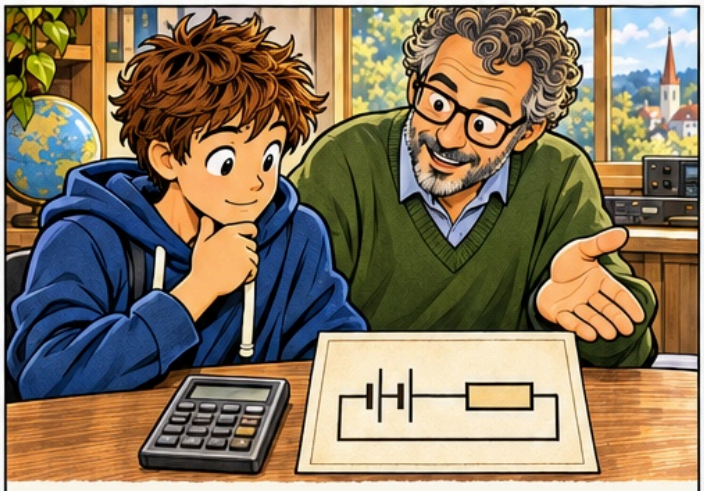
U = R × I



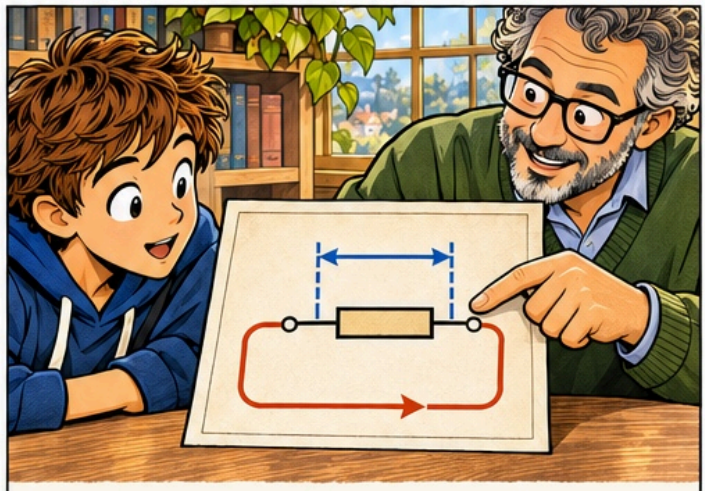
Odnos glasi U = R × I.



Napon na omskom otporniku jednak je R puta I.



Uz R = 100 Ω i I = 0,030 A dobivamo U = 3 V.



Veličine moraju pripadati istom dijelu.



Za ovaj izračun struja je u amperima.



Mladić napokon razumije što formula povezuje.

Pronaći struju



Ako zna U i R, mladić može predvidjeti I.



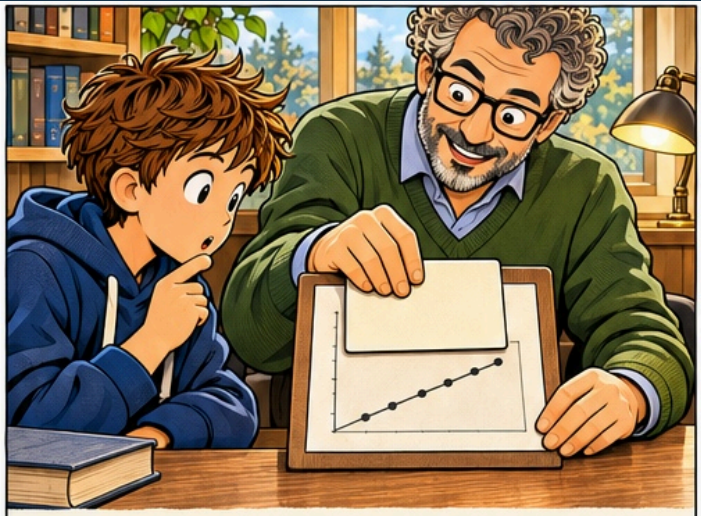
Preoblikuje odnos u I = U/R.



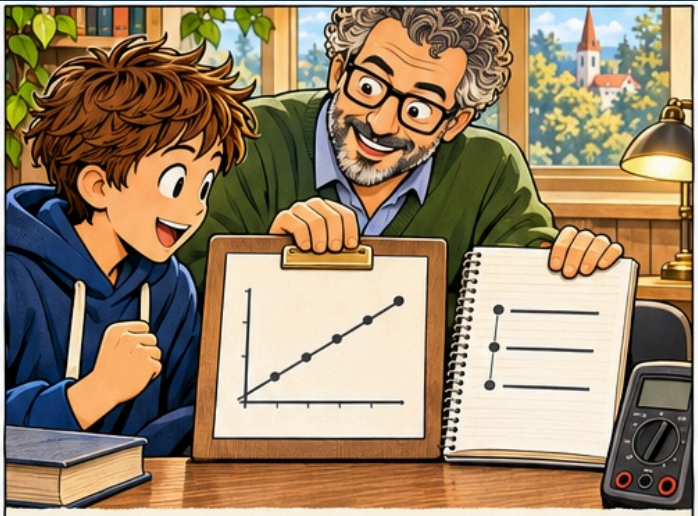
Za 3 V i 100 Ω računa 3 ÷ 100 = 0,030 A.



To odgovara 30 mA.



Predviđanje iznosi prije provjere mjerenja.



Račun postaje pitanje upućeno pokusu.

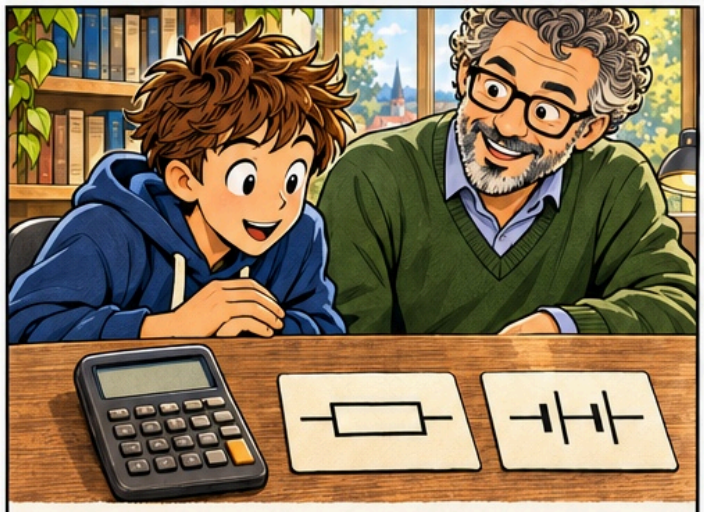
Pronaći otpor



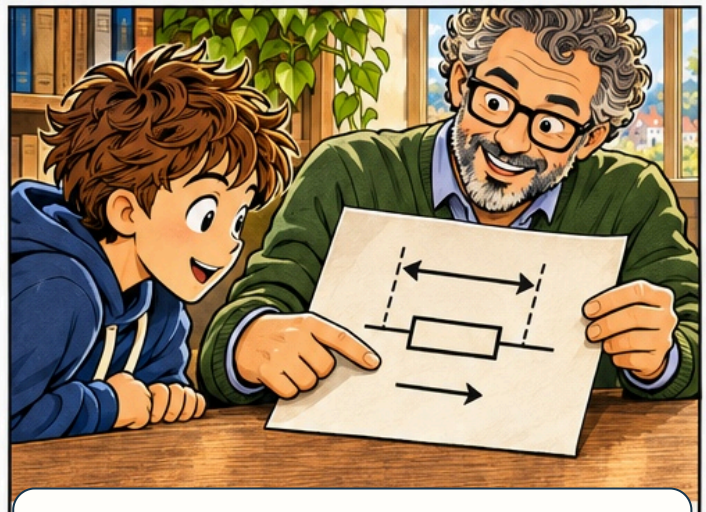
Drugo pitanje polazi od U i I.



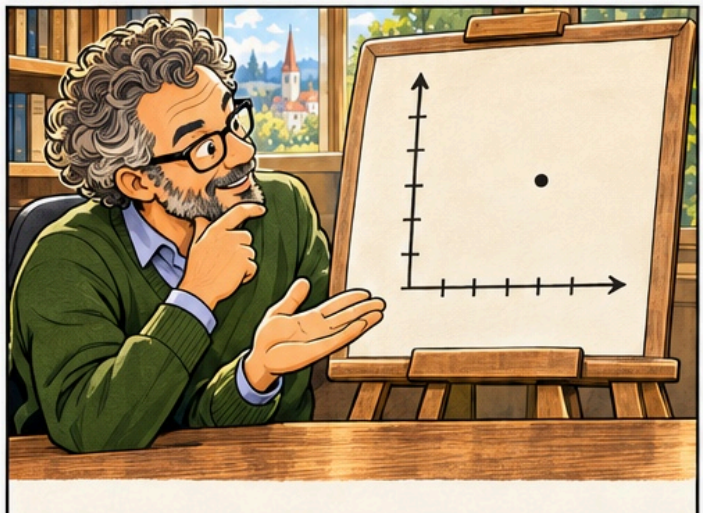
Odnos postaje R = U/I.



U primjeru 3 V i 0,015 A daju 200 Ω.



Napon i struja odnose se na isti dvopol u istom trenutku.



Sam omjer ne dokazuje omsko ponašanje.



Treba ga promatrati u više točaka.

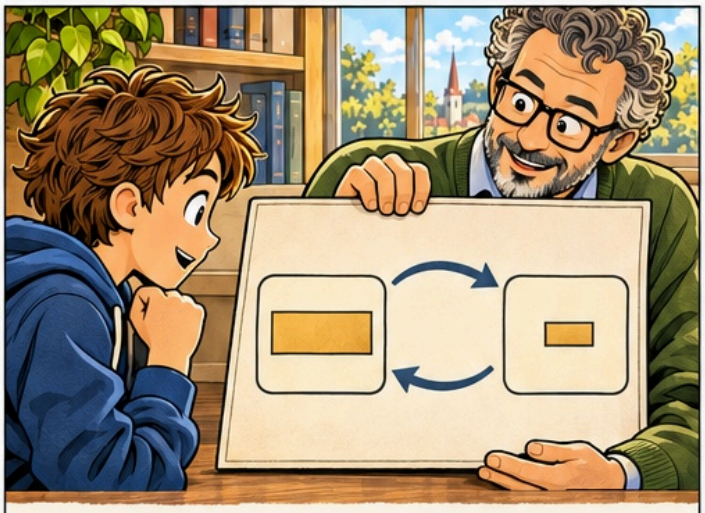
Pazite na miliampere



Mladić prepisuje 30 mA i zastaje pred kalkulatorom.



Miliamper je tisućinka ampera.



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



Unos 30 umjesto 0,030 mijenja rezultat tisuću puta.



Prvo pretvara pa računa usklađenim jedinicama.



Provjera reda veličine dopunjuje odgovor.

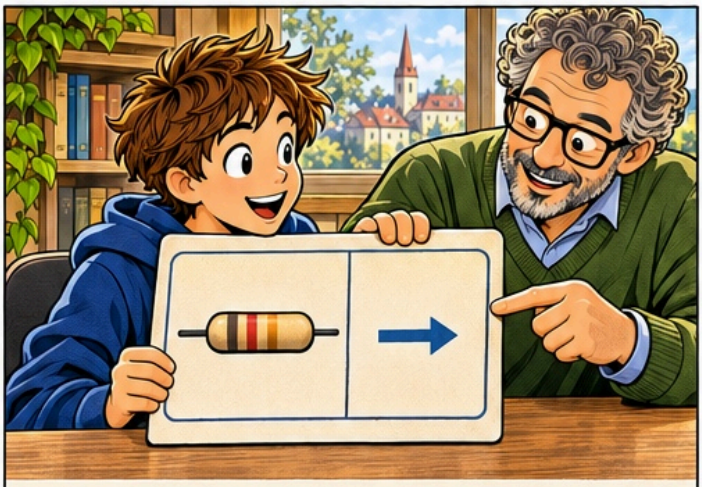
Predvidjeti prije promjene



Uspoređuju dva otpornika pri istom naponu.



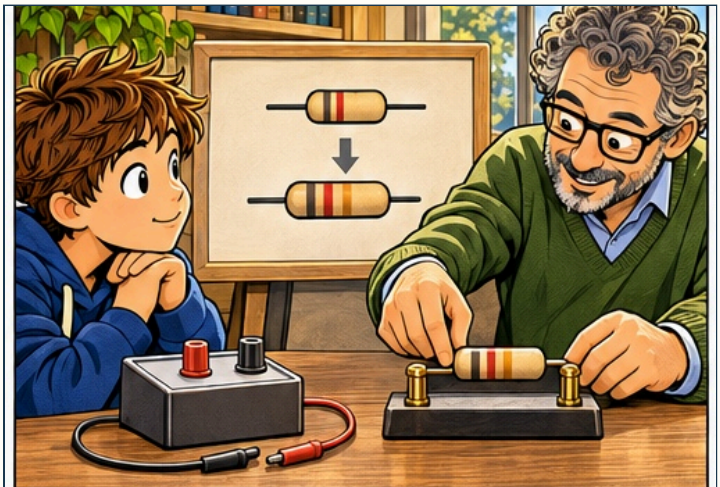
Uz 3 V i 100 Ω idealna struja je 30 mA.



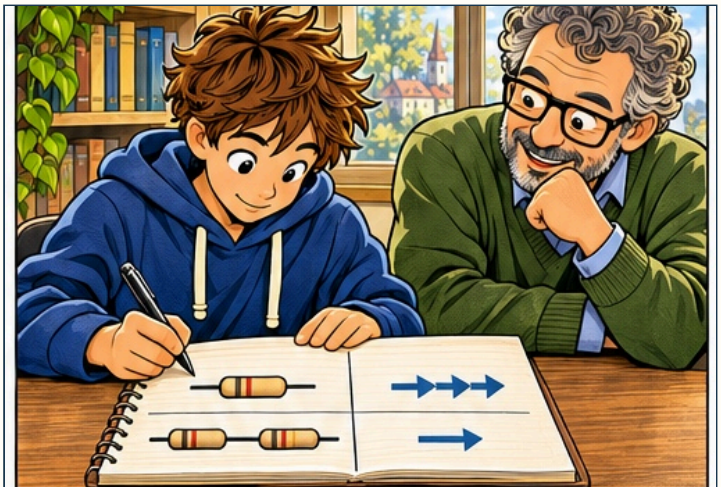
Uz 3 V i 200 Ω bit će 15 mA.



Dvostruki R prepolovi I ako je U stalan.

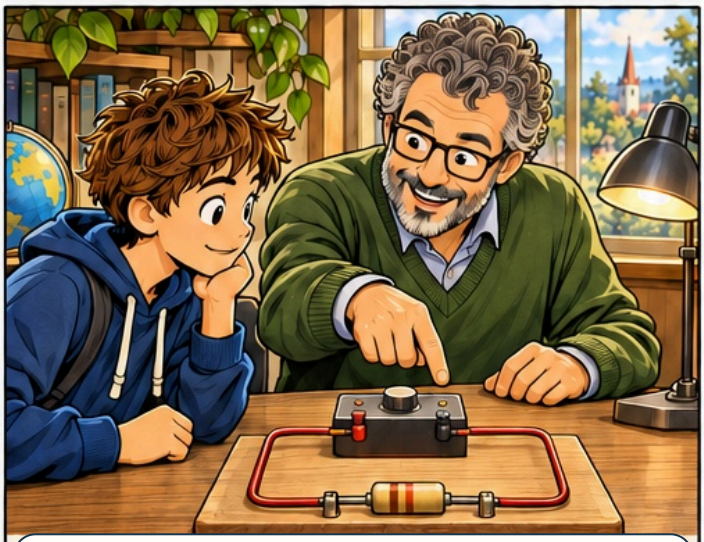


Odspajaju izvor prije zamjene dijela.



Mladić prvo zapisuje predviđanje, zatim mjerenja.

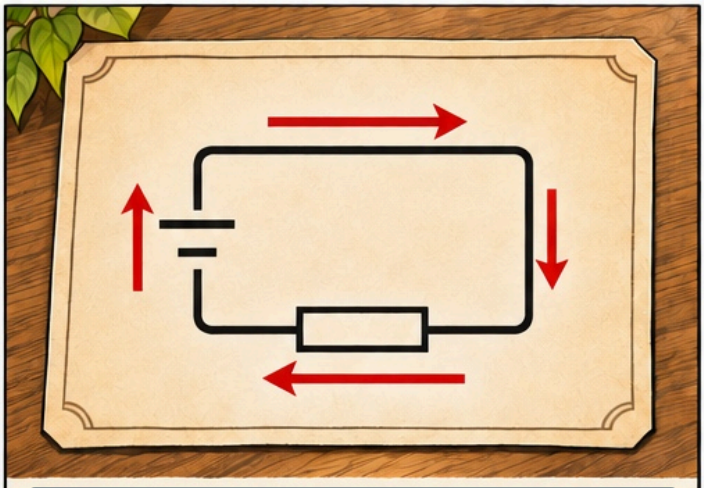
Ni zapreka ni spremnik



Struja se ne pohranjuje da bi poslije izašla.



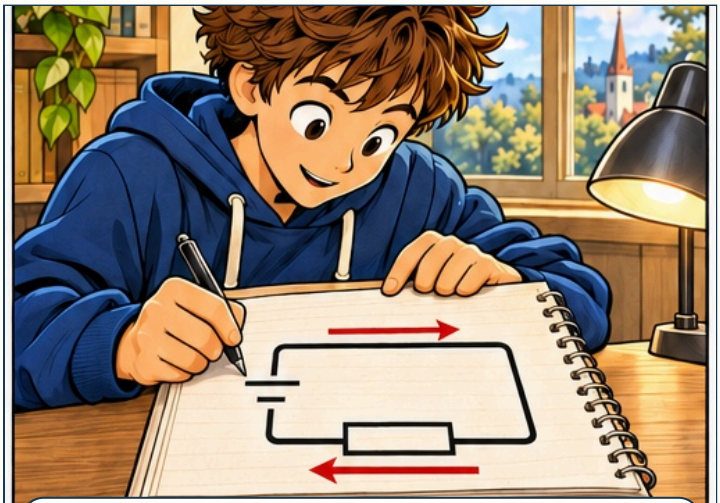
Otpornik ne troši postupno jakost struje u petlji.



U ustaljenom stanju struja prije i poslije jednaka je.



Pretvara se električna energija, osobito u toplinu.

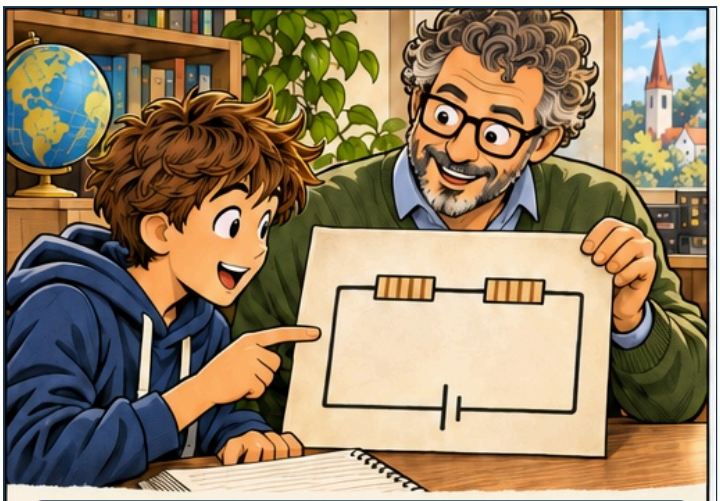


Mladić ispravlja crtež sa sve manjim strelicama iza dijela.



Model bolje odgovara opažanjima.

Dva otpornika serijski



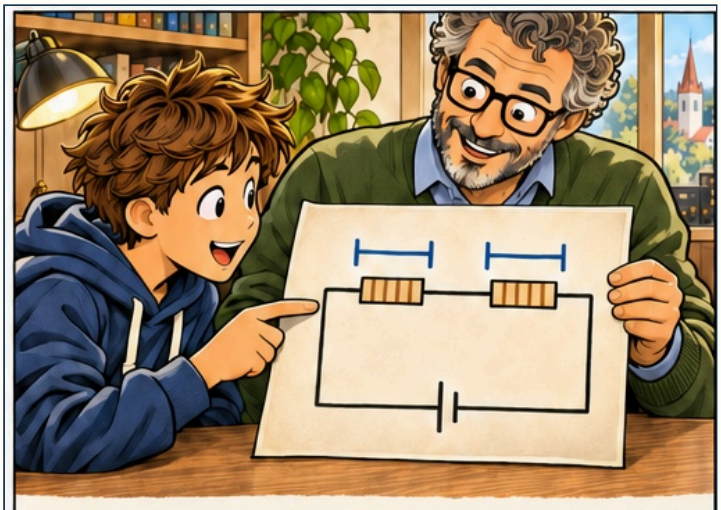
Na papiru dva otpornika 100 Ω slijede jedan drugi.



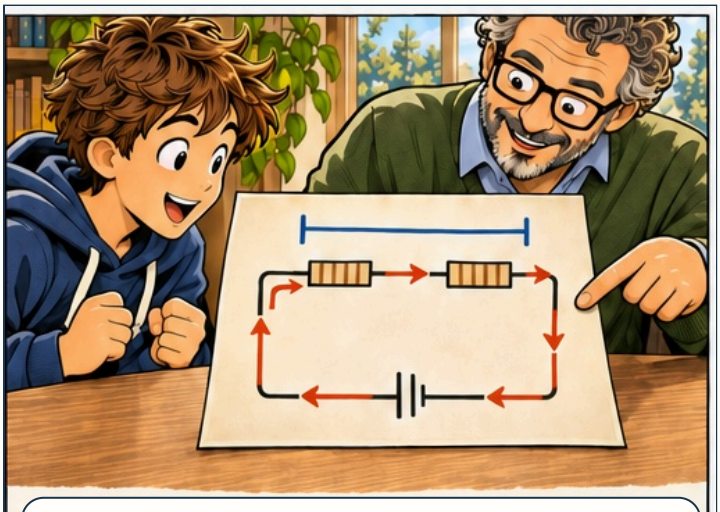
Serijski je ekvivalentni otpor 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



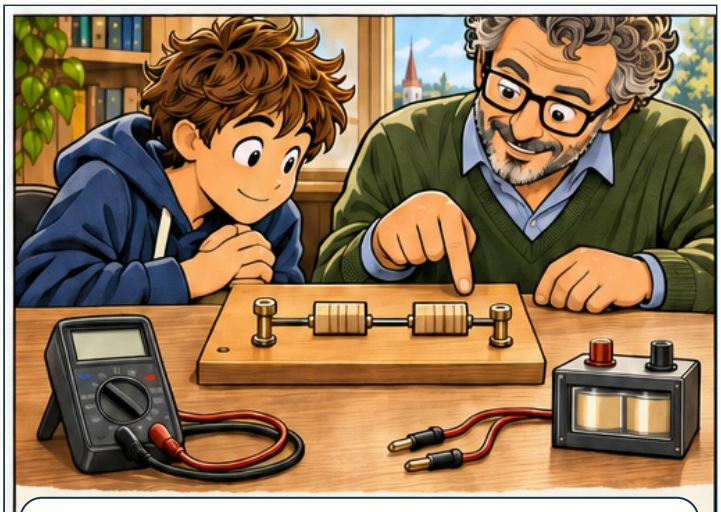
Pri 3 V idealna struja petlje je 15 mA.



Na svakom otporniku tada je 1,5 V.

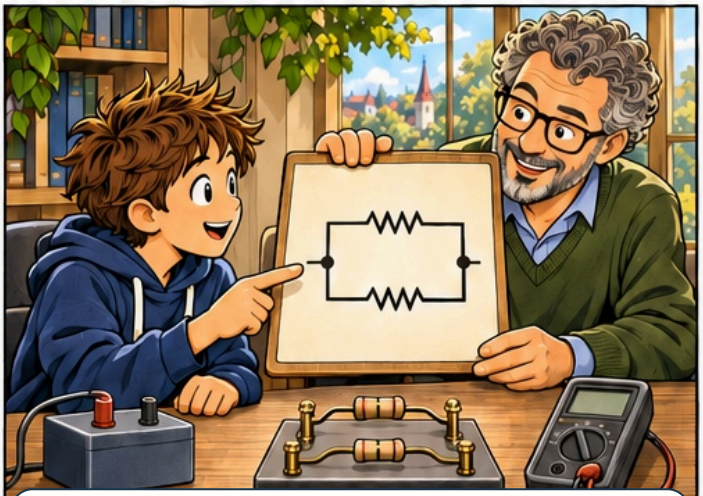


Naponi se zbrajaju; kroz oba teče ista struja.

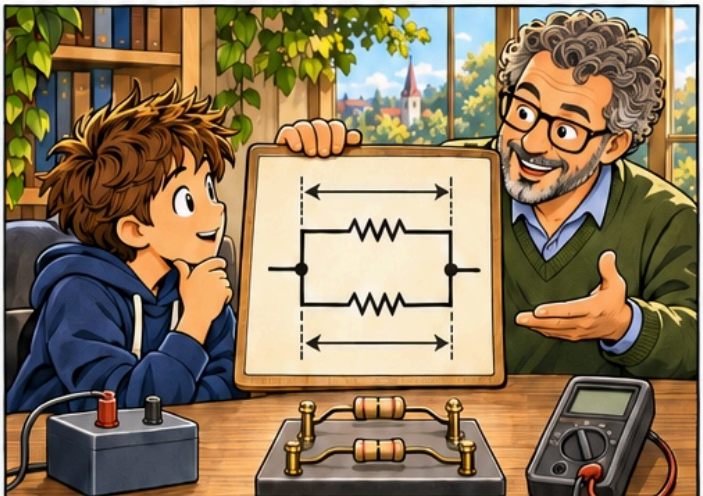


Provjeravaju prikladnom opremom, mijenjanom bez napajanja.

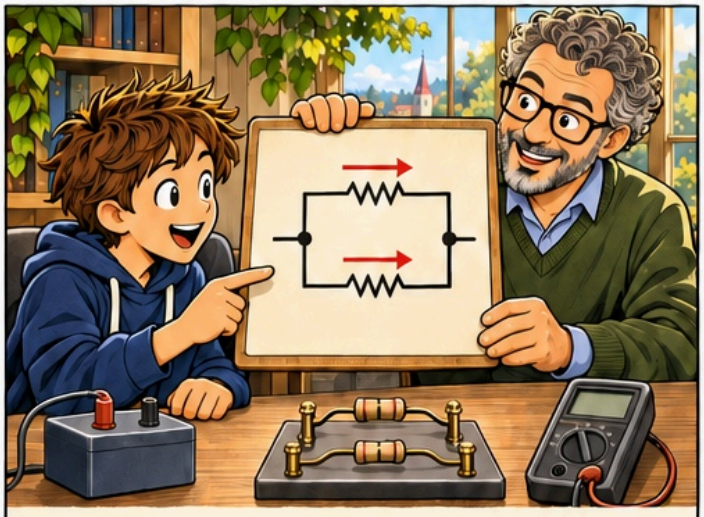
Dva paralelna puta



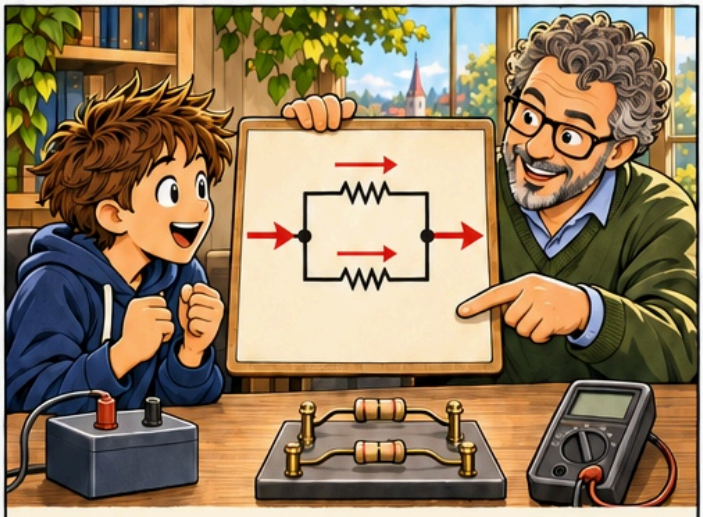
Drugi crtež stavlja dva otpornika 100 Ω u paralelne grane.



Svaka grana dobiva ista 3 V.



Svaki otpornik idealno vodi 30 mA.



Ukupno je 60 mA: struje grana se zbrajaju.

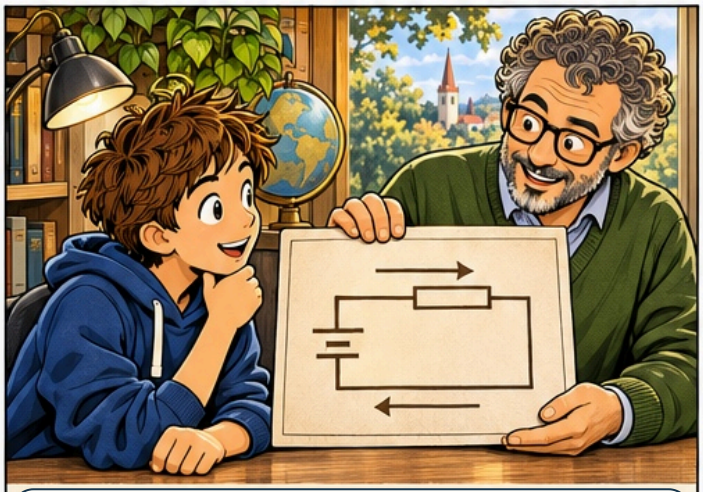


Ekvivalentni otpor je 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.



To vrijedi za ovaj spoj; ne dobiva se zbrajanjem otpora.

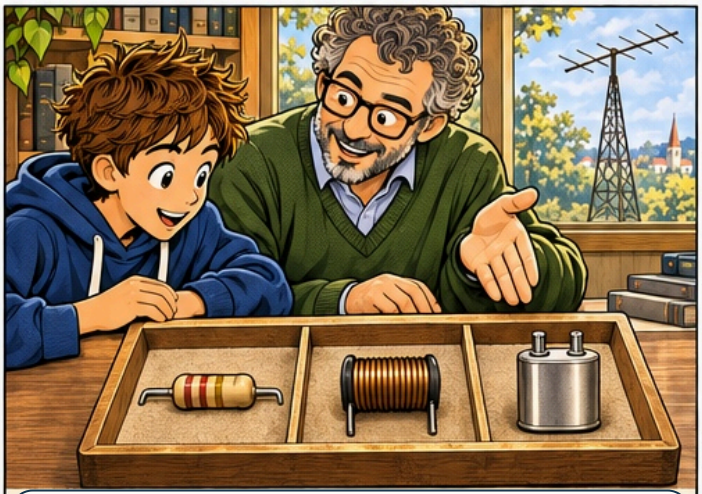
Područje njihova modela



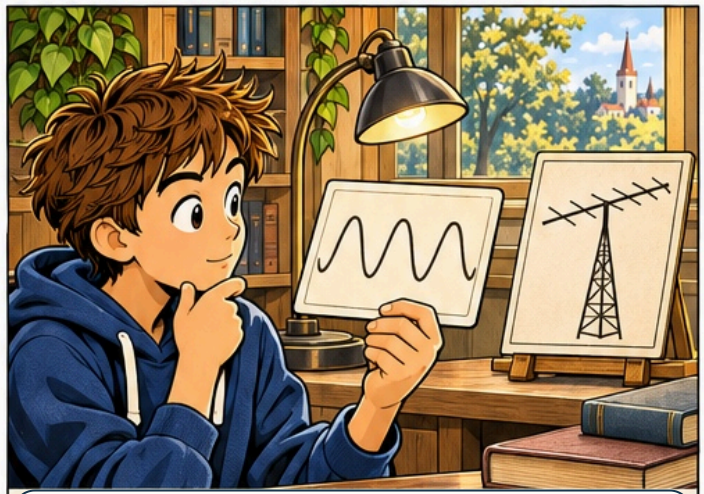
Računi vrijede za omske otpornike pri istosmjernoj struji.



Temperatura i svojstva dijelova ostaju važni.



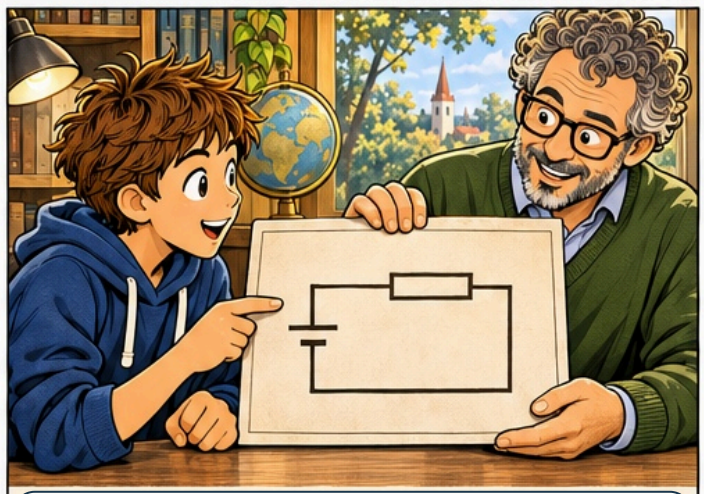
Zavojnica, kondenzator ili antena nisu uvijek samo takav otpor.



Pri radiofrekvencijama drugi učinci vode do impedancije.



Mladić čuva pitanje za drugo putovanje.



Razumjeti model znači poznavati i njegove granice.

I energija se računa



Demonstracija mora uzeti u obzir disipiranu snagu.



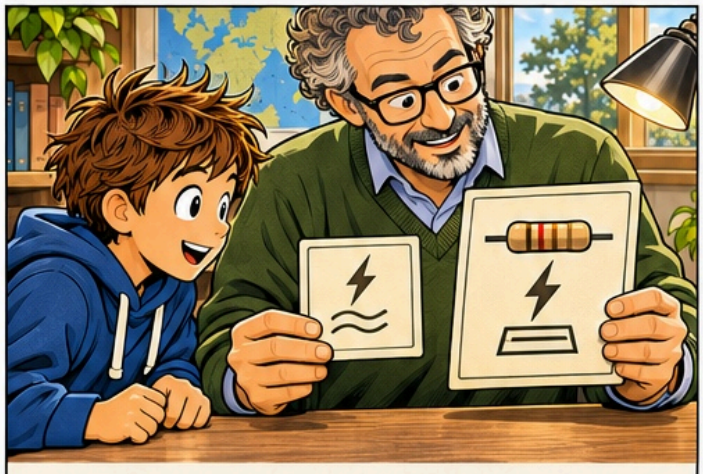
Istosmjerno vrijedi P = U × I, s P u vatima W.



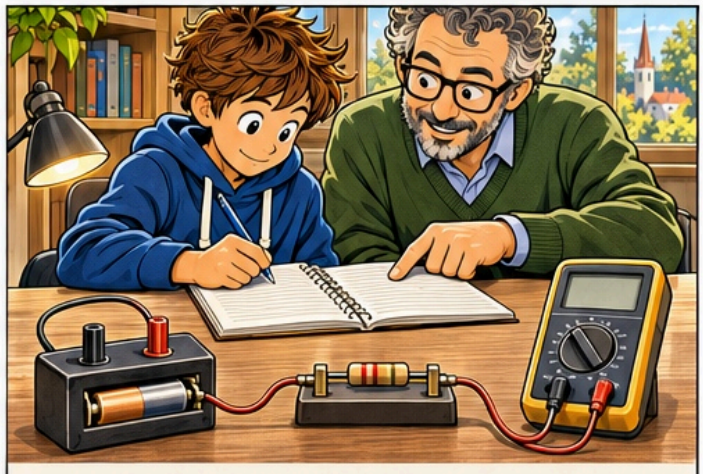
Za 3 V i 0,030 A vrijedi P = 0,090 W.



U otporniku ta energija postaje uglavnom toplina.



Dopuštena snaga dijela mora se poštovati.



I mali spoj zahtijeva tu provjeru.

Odabir s rezervom



Pri planiranih najviše 4,5 V, 100 Ω idealno daje 45 mA.



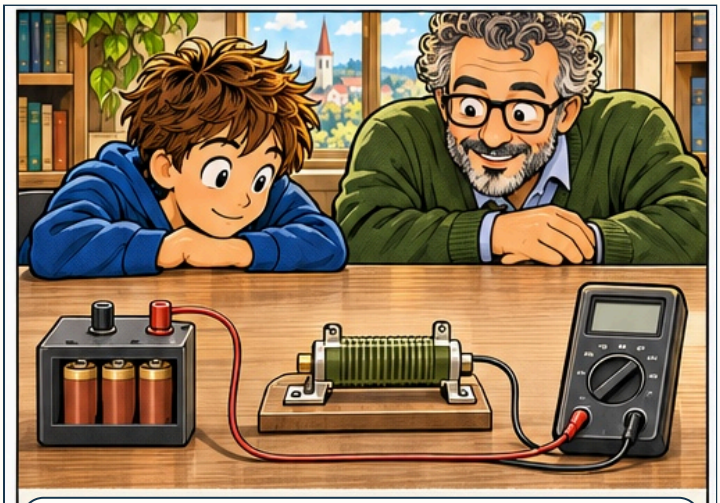
Izračunata snaga je 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



Otpornik 1 W ostavlja rezervu za pripremljeni pokus.



Podatak ovisi i o proizvođačevim uvjetima uporabe.



Zagrijavanje nikad ne provjeravaju dodirom pod naponom.



Henri pri izboru stalno pazi na granice opreme.

Tajanstveni otpor



Mentor daje posljednju zagonetku na kartici.



Omski otpornik ima 3 V pri 0,020 A.



Mladić računa R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Zatim provjerava P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Objašnjava korake bez pogađanja očekivanog odgovora.



Zagonetka pokazuje njegovu metodu.

Kad mjerenje malo odstupa



Izmjereno može malo odstupati od idealnog.



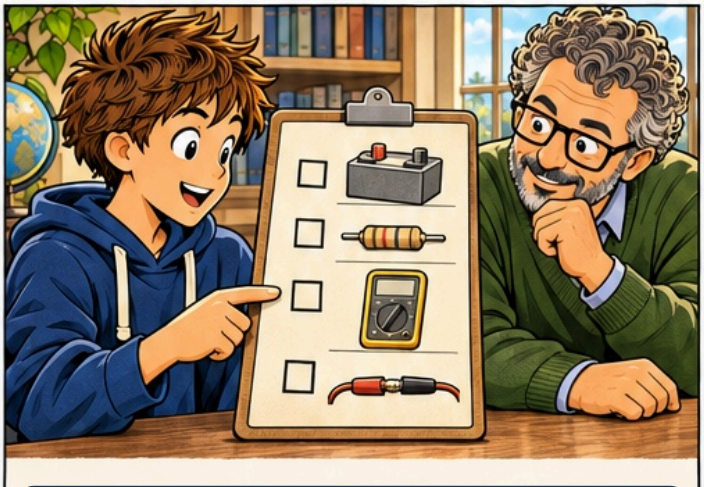
Otpornik ima toleranciju, izvor stvaran napon.



I mjerni instrument ima granice te može utjecati na krug.



Nesavršeni kontakti također mijenjaju opažanje.



Uspoređuju uvjete prije nego zakon proglase pogrešnim.



Mladić zapisuje objašnjivo odstupanje bez umjetnog popravljanja očitanja.

Pogreška koja uči



U nacrtu mladić nalazi tisuću puta preveliku struju.



Ne pokušava je postići promjenom izvora.



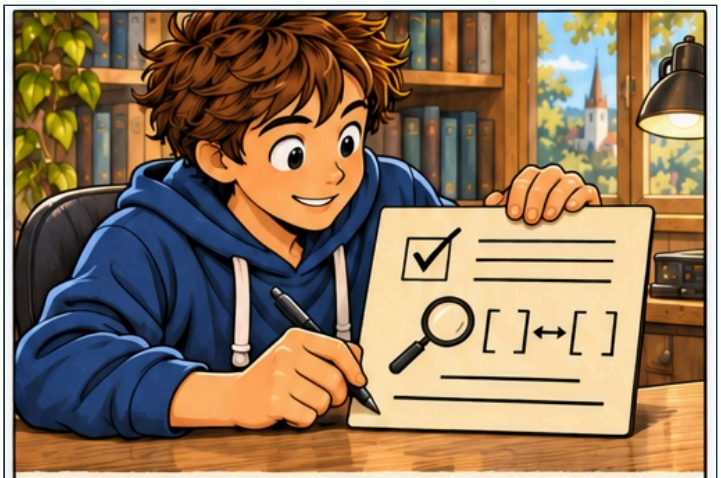
Provjerom jedinica otkriva miliampere upotrijebljene kao ampere.



Tijekom provjere spoj ostaje odspojen.



Nakon pretvorbe red veličine ponovno ima smisla.

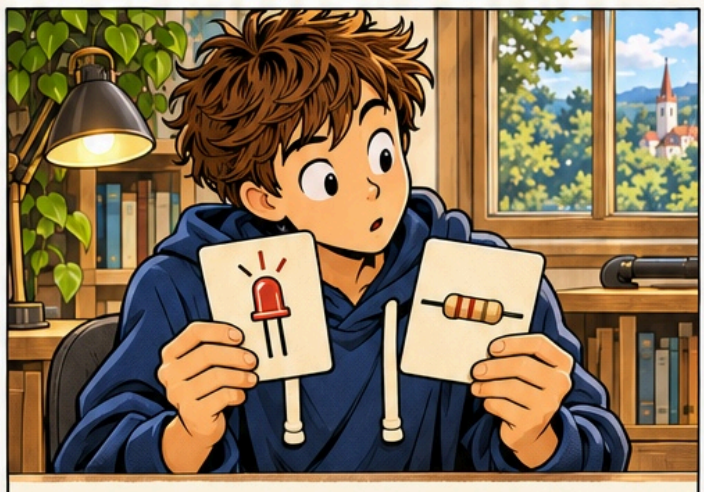


Prepoznata pogreška postaje koristan podsjetnik.

Dioda postavlja novo pitanje



U obližnjoj kutiji vidi svjetleću diodu.



Može li se tretirati kao stalan otpornik?



Pratitelj objašnjava nelinearan odnos napona i struje.



U = R × I s konstantnim R ne opisuje svaku diodu.



Ostavljaju je u kutiji: treba prikladan spoj.



Razumijevanje zakona sprječava nepromišljenu primjenu.

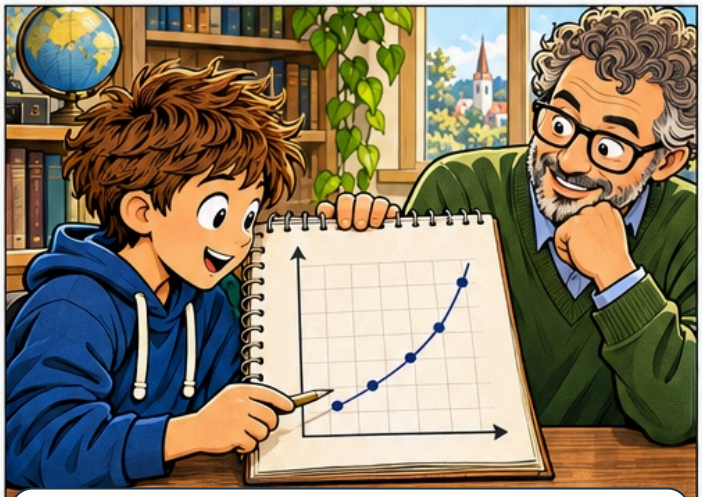
Temperatura može biti važna



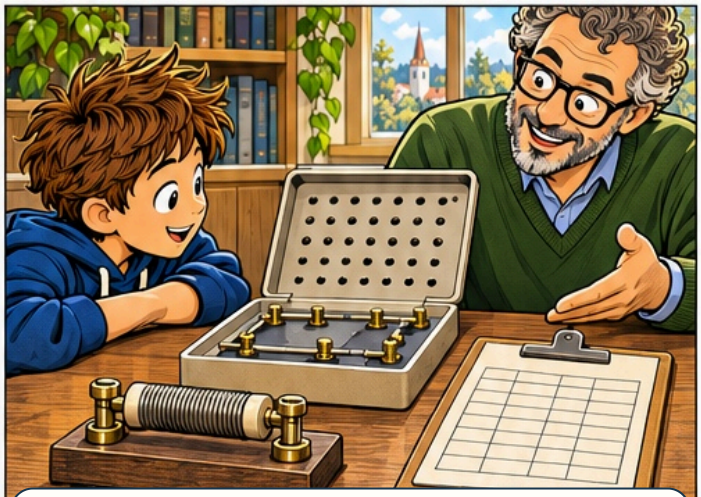
Žarulja sa žarnom niti pokazuje drugo ponašanje.



S temperaturom se mijenja njezin otpor.



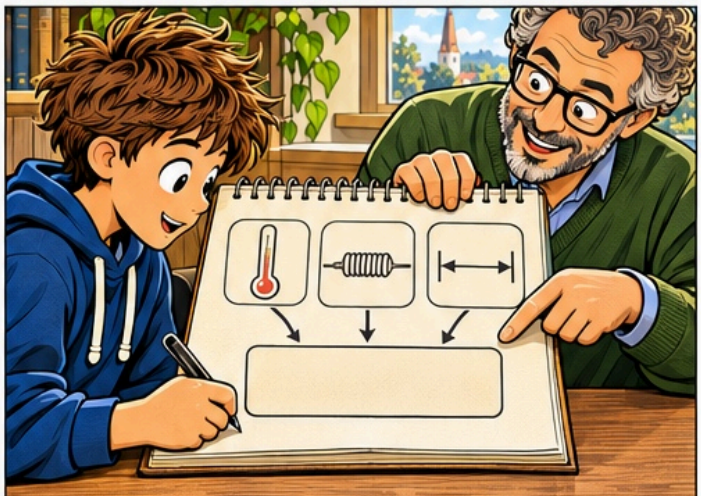
Trenutna vrijednost nije univerzalna konstanta.



I njihov otpornik treba normalne uvjete uporabe.



Ne izvode pokus zagrijavanja da bi to dokazali.



Mladić dodaje uvjete uz formulu.

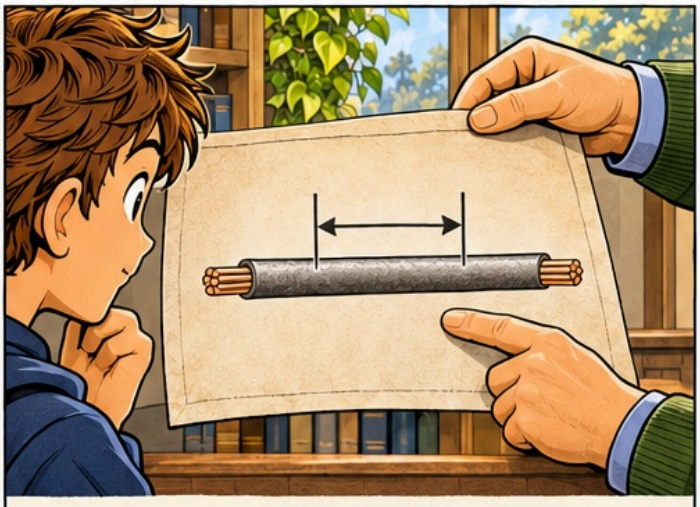
Sve do vodova postaje



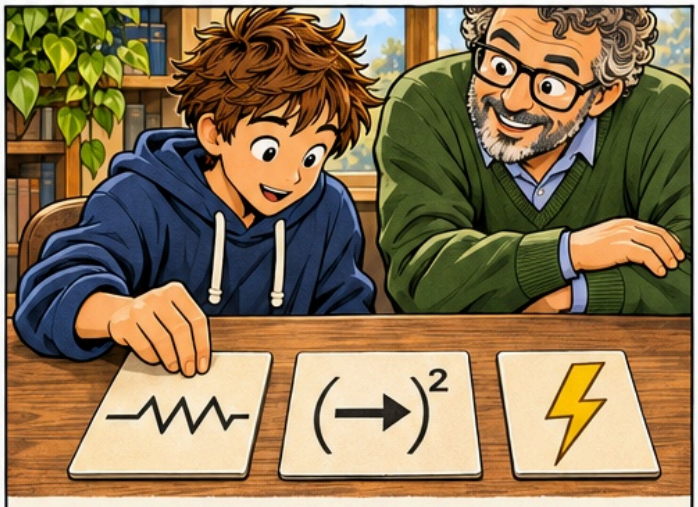
Mladić promatra žice svojega spoja.



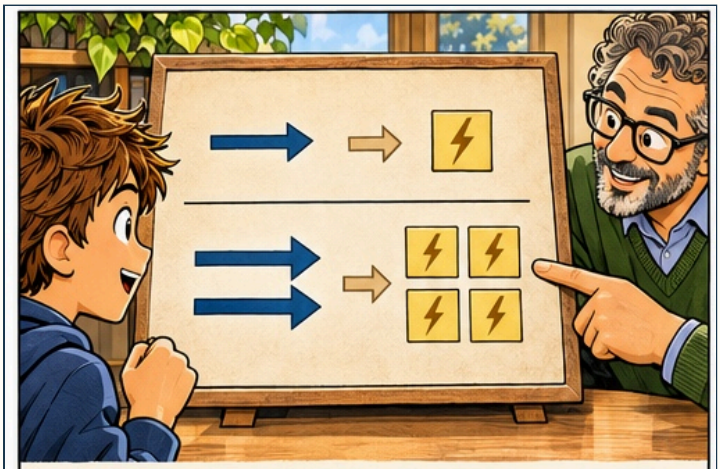
Stvaran vodič također može imati otpor.



Struja kroz njega uzrokuje pad napona.



Za otpor vrijedi i $P = R \times I^2$.



Uz isti R dvostruki I učetverostručuje snagu.



Bolje razumije prikladne vodove i spojeve, bez zahvata u postaju.

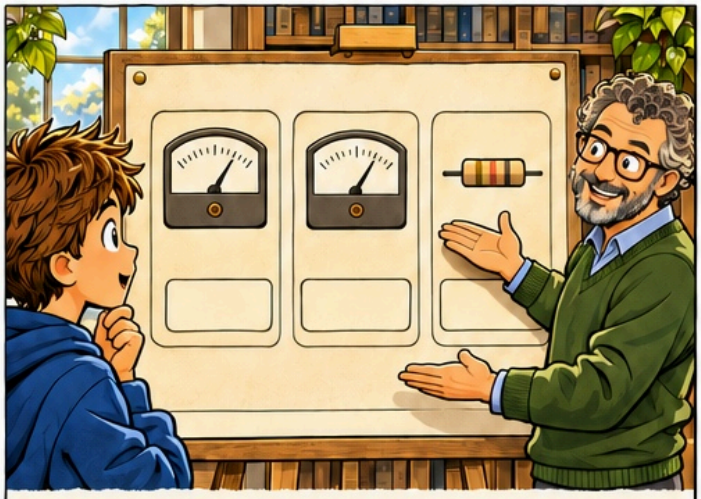
Priprema demonstracije



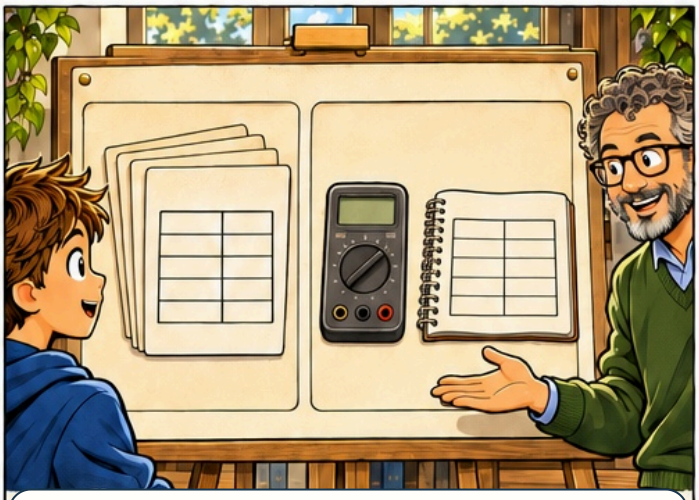
Aktivnost za posjetitelje približava se.



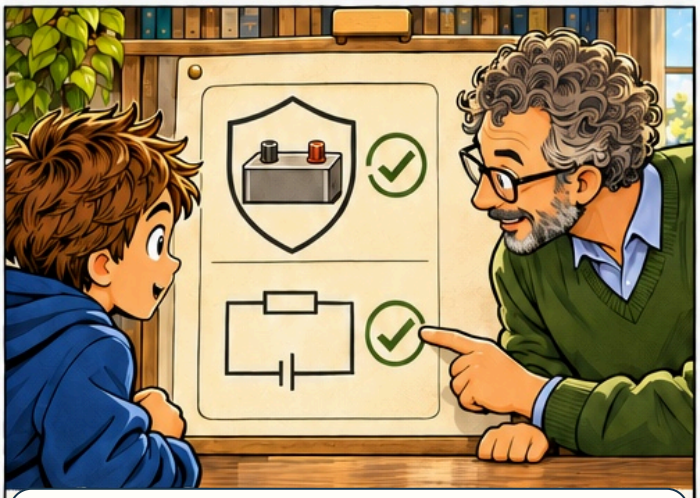
Mladić bira jedan krug za osnovno objašnjenje.



Predstavlja U, I i R s jedinicama.



Čuva idealan primjer i odvojeno mjesto za mjerenje.



Upute spajanja i granice modela ostaju vidljivi.



Priča počinje pitanjem, kao Ohmovo istraživanje.

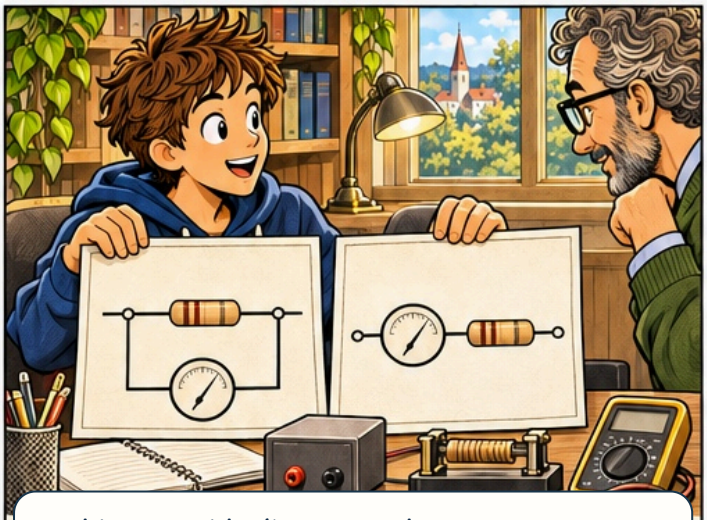
Zajednički pregled



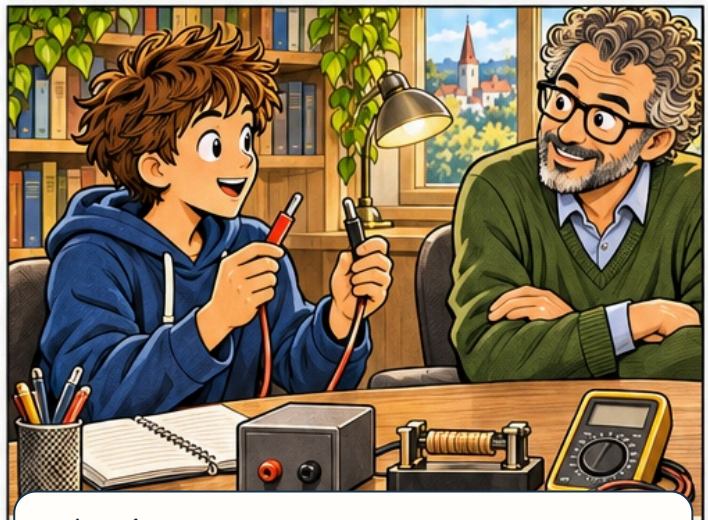
Henri glumi znatiželjnog posjetitelja.



Lucas objašnjava zašto se napon mjeri između dviju točaka.



Razlikuje priključivanje voltmetra i ampermetra.



Podsjeća: spojevi se mijenjaju samo uz odspojen izvor.



Zatim obrazlaže otpornik i dopuštenu snagu.



Teško pitanje pomaže precizirati objašnjenje.

Predvidjeti, mjeriti, razumjeti



Proba završava pokusom u pripremljenim granicama.



Mladić predviđa struju iz napona i otpora.



Pratitelj provjerava spoj i nadzire mjerenja.



Zatim uspoređuju predviđanje i opažanje s jedinicama.



Sada objašnjava mala odstupanja bez izmišljanja rezultata.



Nakon pokusa odspajaju izvor i spremaju opremu.

Otkriće koje putuje



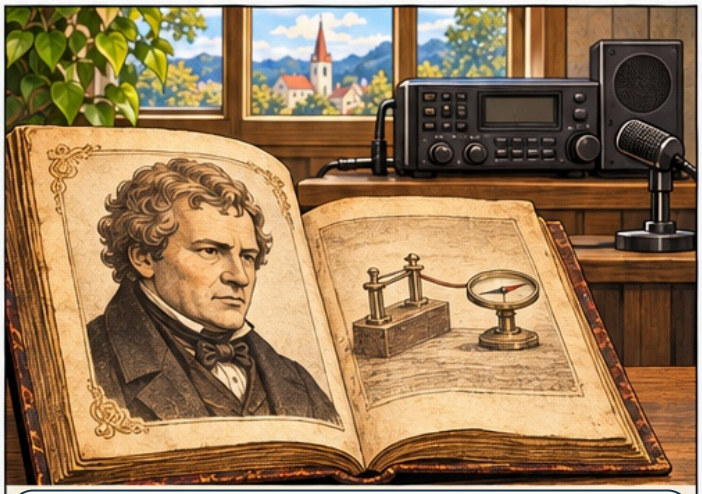
Lucas opet otvara knjigu kod Georga Simona Ohma.



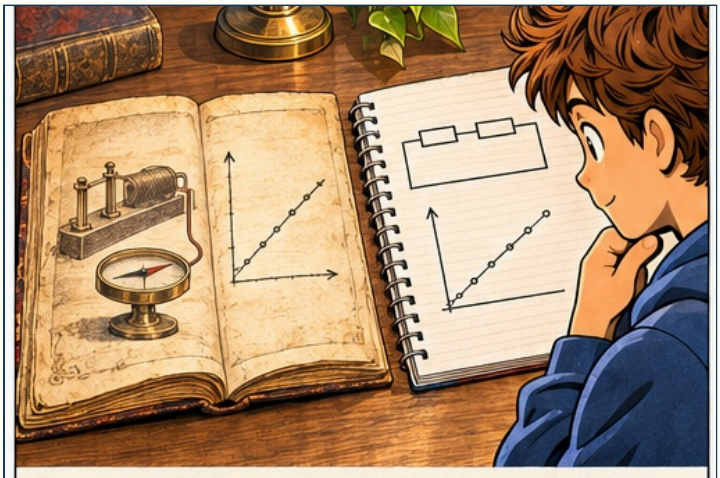
Od stare radionice do kluba instrumenti su se promijenili.



Strpljenje opažanja ipak ostaje poznato.



Ohm nije izgradio njihovu postaju, ali pomaže je razumjeti.



Suvremena bilježnica odgovara zamišljenoj znanstvenikovoj bilježnici.



Ideja dugo putuje ako je nastavimo propitivati.

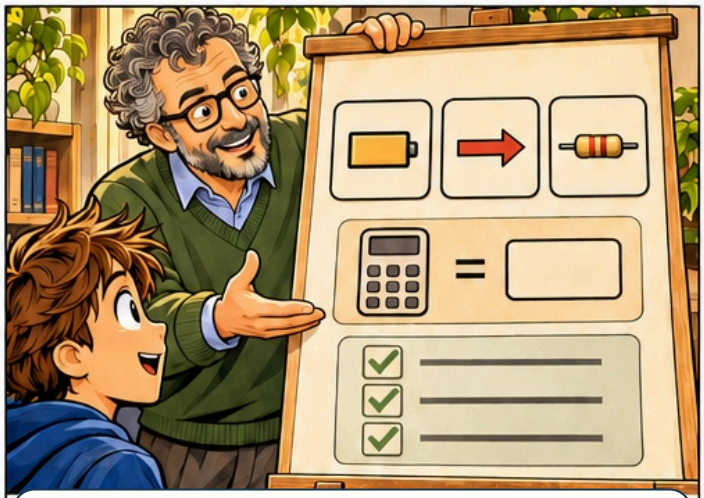
Formula postaje alat



Otpornik se vraća u kutiju, više nije tajanstven.



U = R × I povezuje veličine koje mladić razlikuje.



Zna pretvarati, predviđati, mjeriti i provjeravati uvjete modela.



Zna da formula ne zamjenjuje metodu ili granice opreme.



Henri se smiješi demonstraciji spremnoj za dijeljenje.



U klubu novo pitanje već čeka sljedeću bilježnicu.