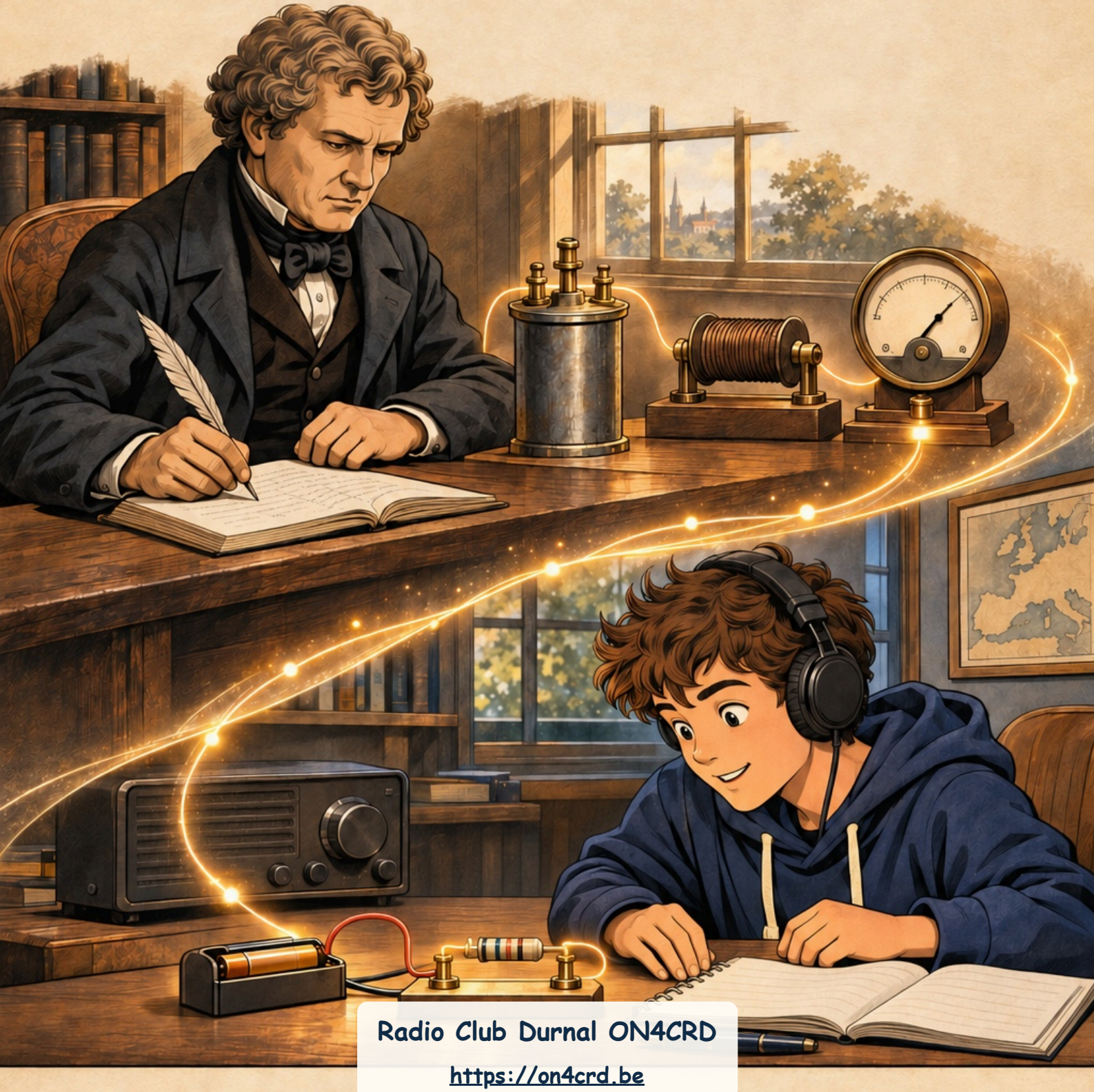
ON4CRD

Köide 04

Ohmi seaduse avastamine



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Õiguslikud teated

Köide 04 · Ohmi seaduse avastamine

Veebisaidi väljaandja : Radio Club Durnal ON4CRD

Väljaande juht : Radio Club Durnal ON4CRD juhatus

https://on4crd.be

Õiguslikud teated

Intellektuaalomand

Saidil avaldatud tekstid, pildid, dokumendid, logod ja materjalid jäävad nende vastavate autorite või klubi omandisse. Igasugune reprodutseerimine või taaskasutamine peab austama allikat, kehtivaid õigusi ja autori luba.

Vastutus

Klubi töötab selle nimel, et avaldada kasulikku ja kontrollitud teavet, kuid ei garanteeri vigade, väljajätmiste või katkestuste puudumist. Tehnilist või regulatiivset teavet tuleb kontrollida ametlike allikatega, kui see toetab otsust.

Illustratsioonid on loodud tehisintellekti abiga.

Küsimus klubis



Pärast esimest QSO-d naaseb Lucas klubi töökotta.



Laual ootavad väike takisti ja märkmik.



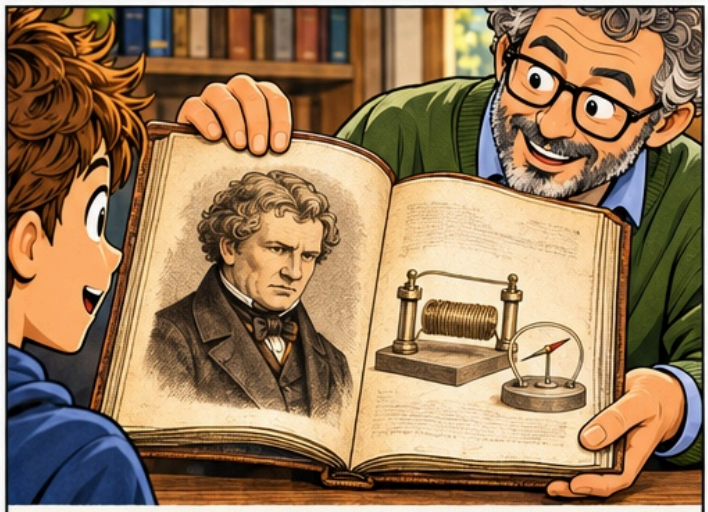
Kuidas juhib nii väike detail nii paljusid arvutusi?



Henri pakub uurimisretke ja katset.



Koos valmistavad nad külalistele demonstratsiooni.

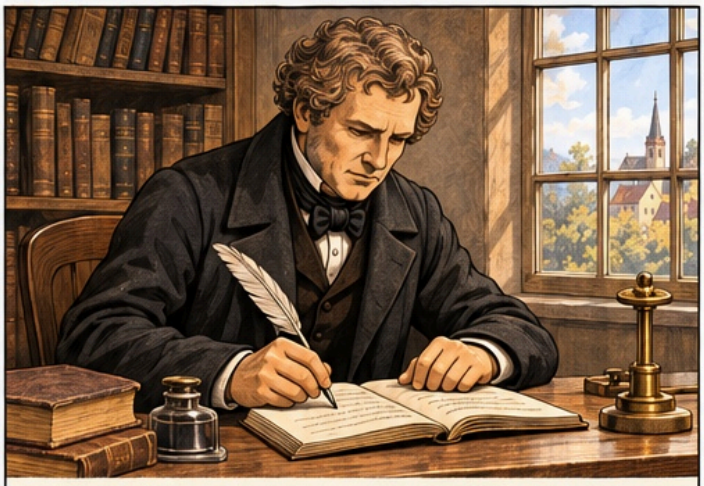


Esimene vihje: Georg Simon Ohm.

Nimi saab näo



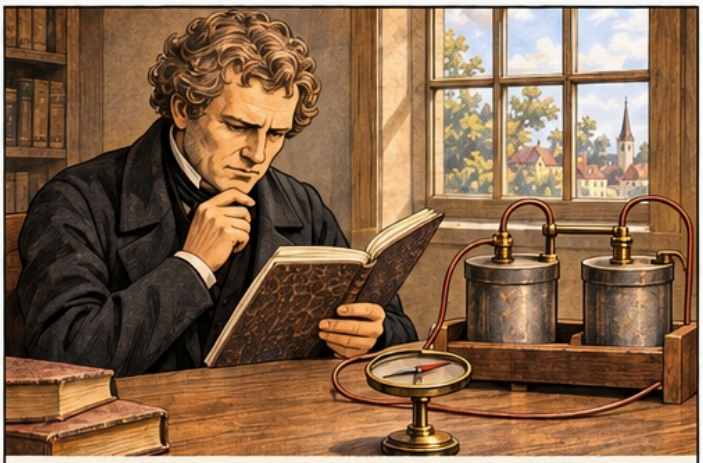
Raamatus ilmub lokkis juustega mees.



Georg Simon Ohm õpetab ja uurib elektrinähtusi.



Tema ajal tuntakse juba patareisid ja juhtmeid.



Vaatluste ühendamine seaduseks nõuab kannatlikkust.



Noor kujutleb vaikset vana töökoda.

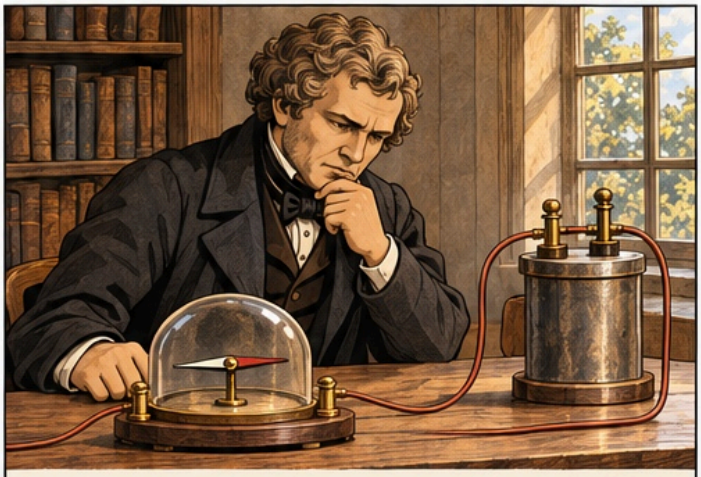


Lugu viib nad Ohmi uurimistöö juurde.

Enne raadiojaamu



On 1820. aastad, ammu enne amatöörraadiot.



Ohm uurib elektrivoolu kulgemist.



Ta ei ehita moodsat saatjat ega kaugühendust.



Töölaual ootavad katsed juhtidega.

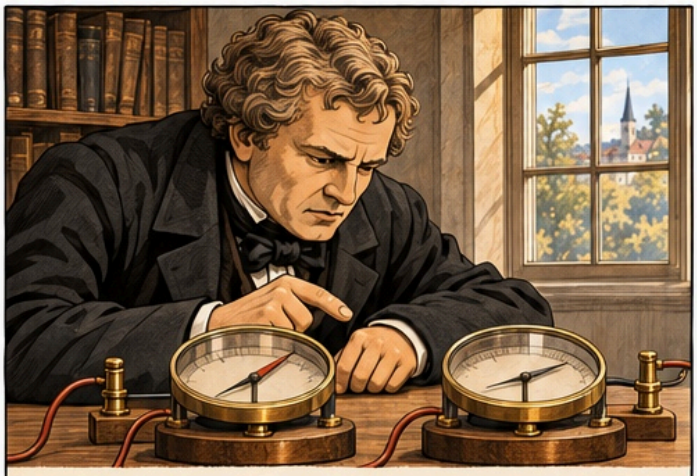


Ta otsib kontrollitavat seost.

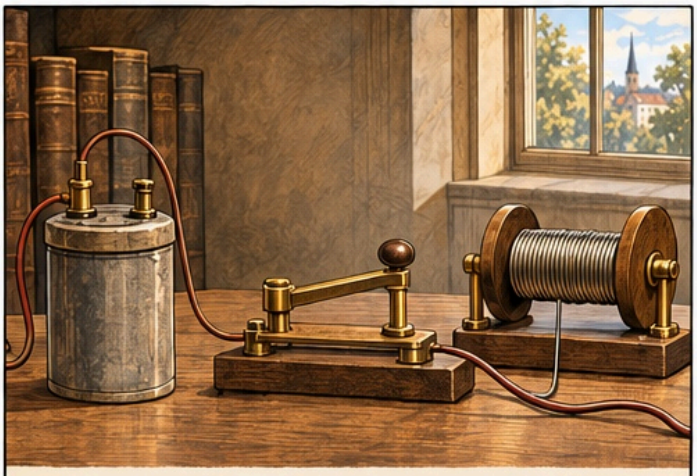


Täpne küsimus aitab rohkem kui rutakas seletus.

Kui tulemused kõiguvad



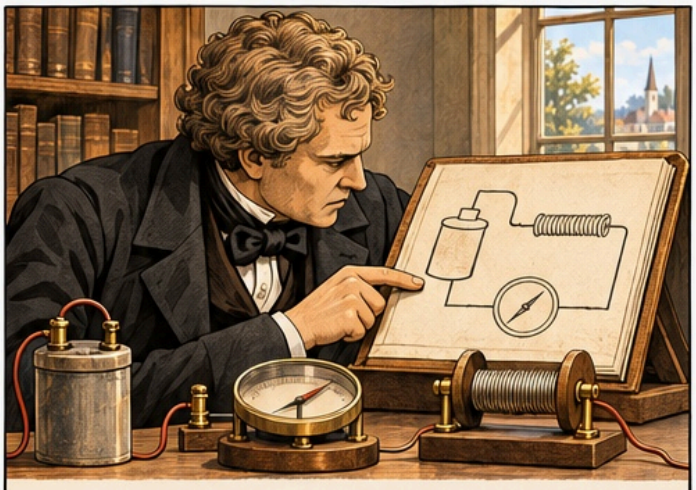
Katse ei anna alati sama tulemust.



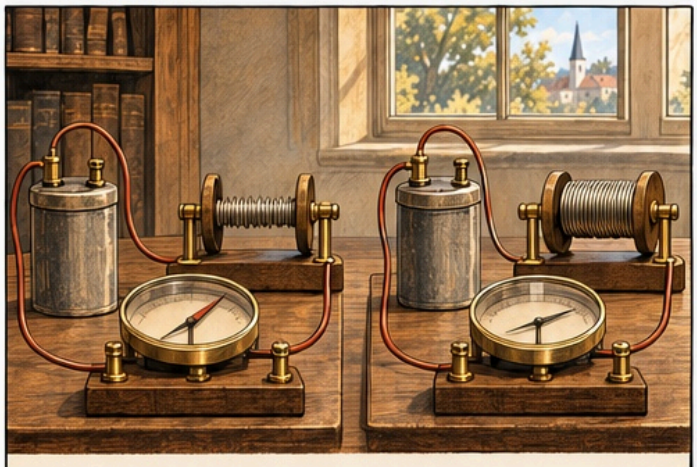
Muutuda võivad ka toiteallikas ja kontaktid.



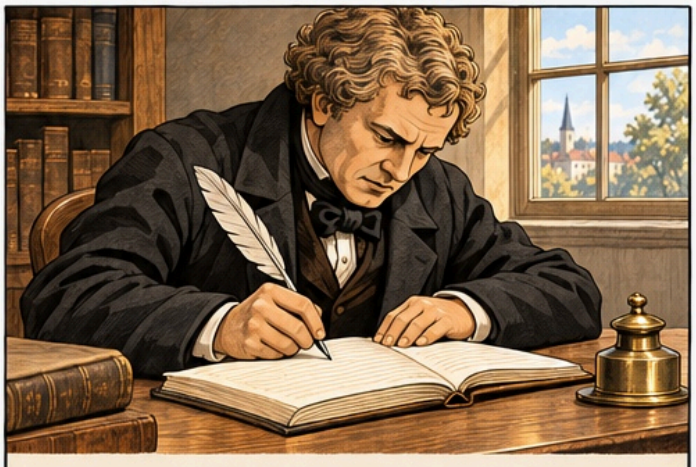
Ainult juhtme süüdistamine erinevusi ei selgita.



Ohm kontrollib vaatlustingimusi uuesti.



Ta eristab muutuva ja stabiilsena hoitava.



Avastus algab tähelepanelikust vaatlusest.

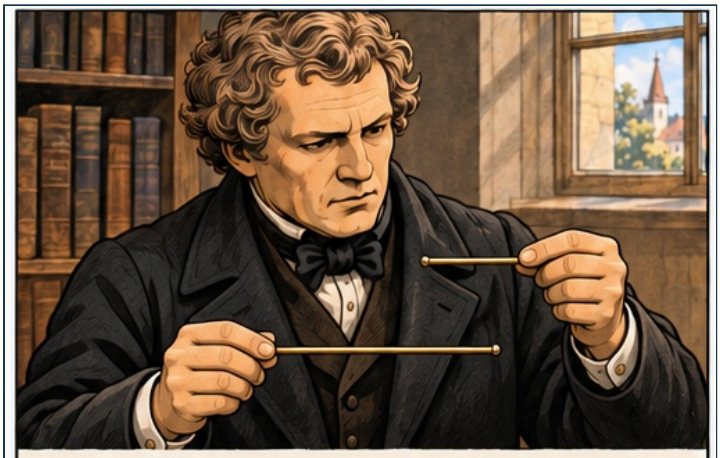
Üks küsimus korraga



Võrdlemiseks peab teadma, mida muudeti.



Kõige korraga muutmine segaks vastust.



Juhtmeid võrreldakse valitud omaduse järgi.



Muud tingimused hoitakse võimalikult sarnased.

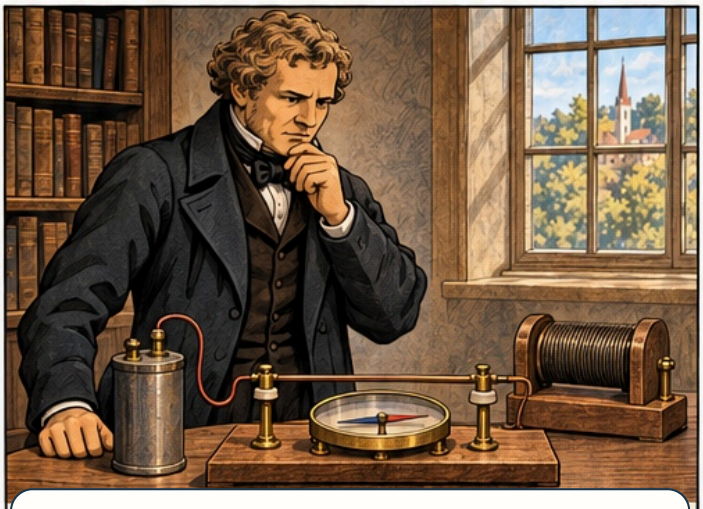


Märkmed säilitavad iga katse jälje.

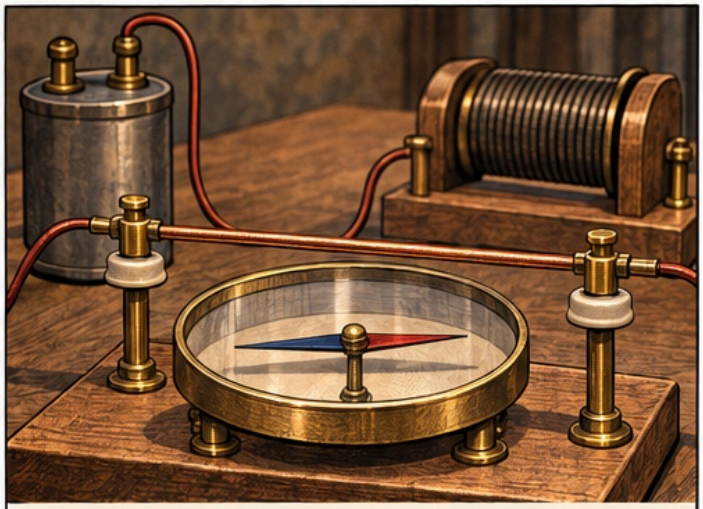


Noor kasutab hiljem sama meetodit.

Oma aja mõõteriistad



Ohmi riistad erinevad tänapäeva multimeetritest.



Voolu mõju võib näidata magnetnõel.



Nõela kõrvalekallet tuleb hoolikalt võrrelda.



Tulemust mõistab mõõteriista tundes.



Raamat jutustab uurimistööst, mitte kodusest katsejuhendist.

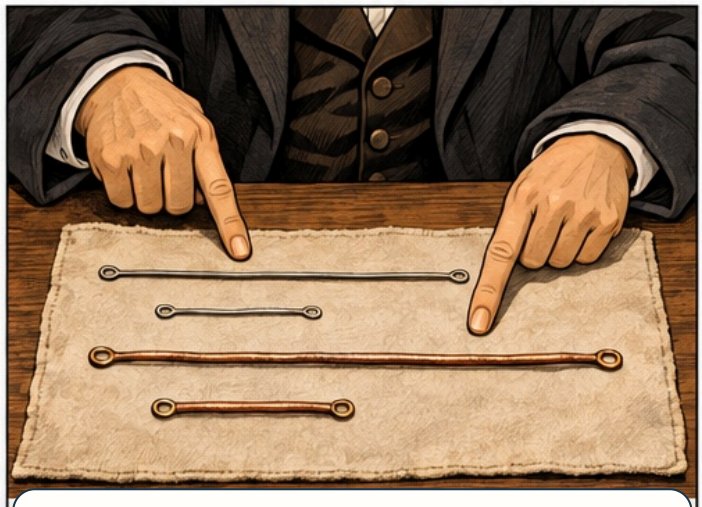


Klubis kasutatakse sobivaid nüüdisaegseid õppevahendeid.

Juhtme takistus



Juhi materjal ja kuju mõjutavad voolu.



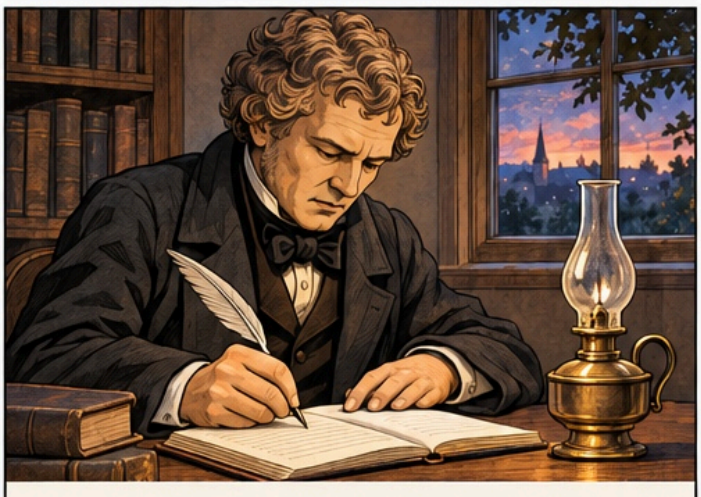
Sama materjali puhul loevad pikkus ja ristlõige.



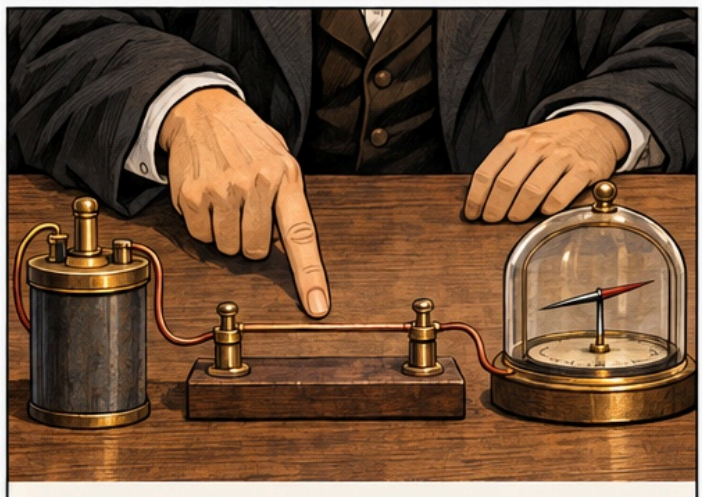
Üks vaatlus ei tõesta veel seadust.



Vaja on võrdlusi ja kooskõlalist kirjeldust.



Ohm ühendab mõõtmise ja arutlemise.

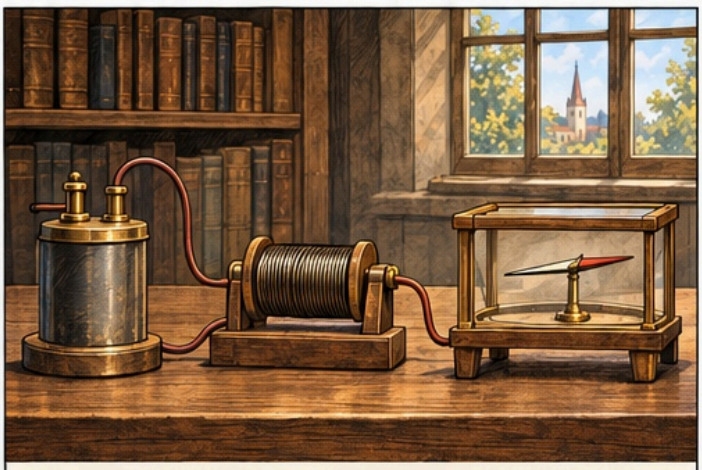


Takistus leiab koha elektrisuuruste seas.

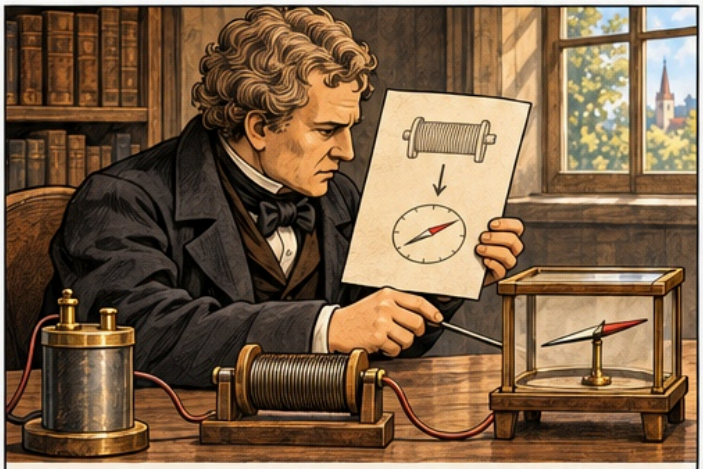
Vaatlustest seoseni



Teadlane ei kogu üksnes arve.



Ta seob elektrilise põhjuse, voolu ja juhi.



Kasulik seos võimaldab tulemust ennustada.



Tuleb täpsustada ka kehtivustingimused.



Noor kirjutab: vaatle ja ennusta.

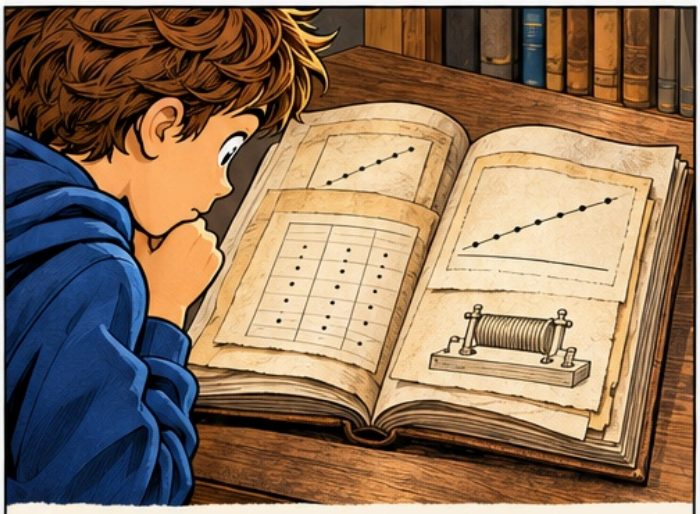


Uurimisretk muutub meetodiks.

Märkmik loob silla



Vanas märkmikus on katsed, kõhklused ja parandused.



Ainult valem peidaks uurimistöö teekonna.



Noor valmistab oma vaatlusteks märkmiku.



Arvutatud ja mõõdetud väärtused saavad eri kohad.

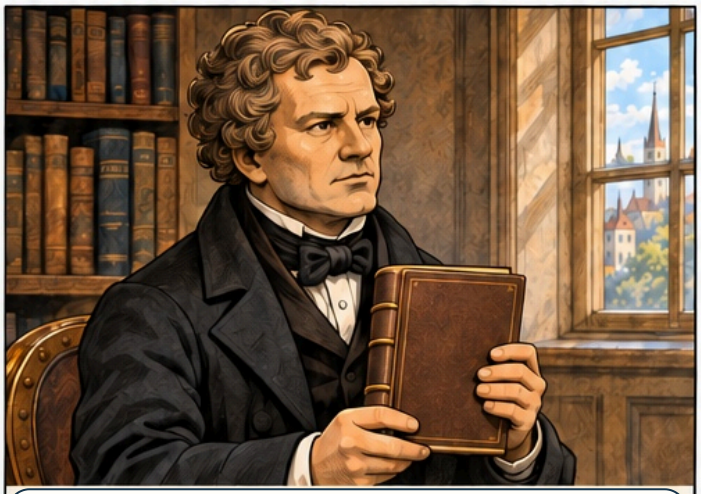


Ta märgib skeemi ning ühikud.



Mõistmine aitab rohkem kui päheõppimine.

Raamat aastal 1827



1827 avaldab Ohm matemaatilise töö galvaanilisest vooluringist.



Raamat esitab tema uurimused põhjalikult.



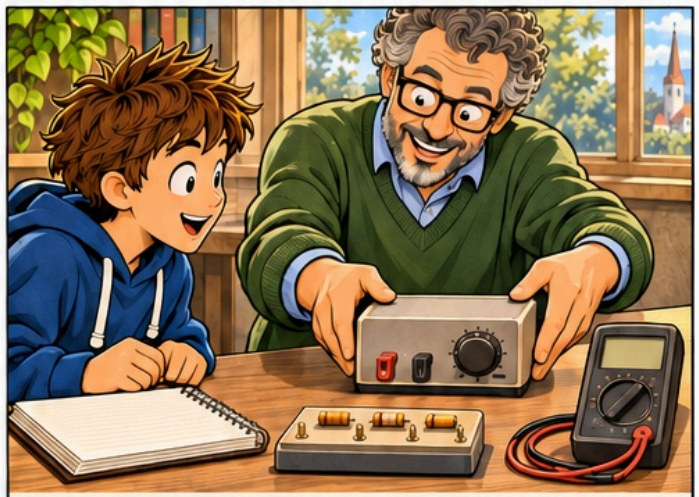
Teised saavad pakutud seoseid kontrollida.



Ohmi nimi jääb ka takistuse ühikule.



Noor vaatab takistit uue pilguga.



Nüüd seob tema idee vaatlustega.

Klubi katse



Nad valivad lihtsa alalisvooluringi.



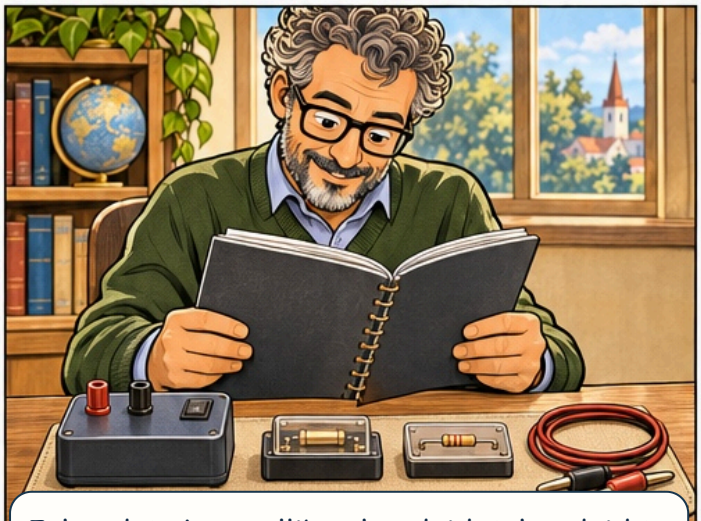
Madalpingeallikas toidab sobivat takistit.



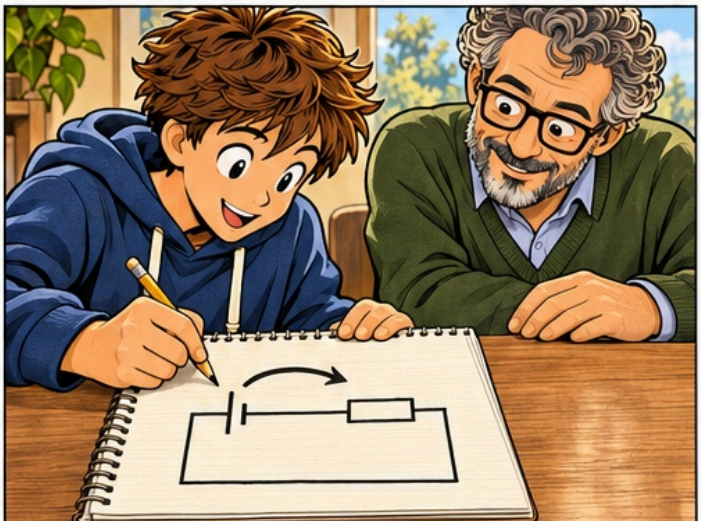
Õppevahendil on voolupiirang.



Võrgutoitega seadet ei avata ega muudeta.



Juhendaja kontrollib vahendeid, juhendeid ja kasutuspiire.



Mis juhtub vooluga pinge muutudes?

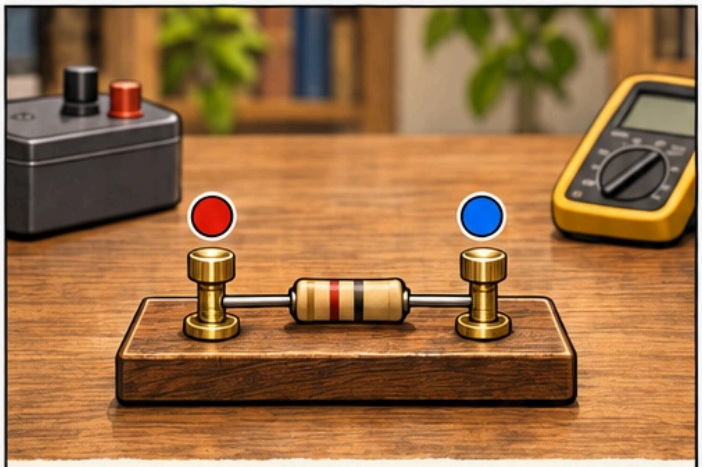
Pinge kahe punkti vahel



Pinge määratakse kahe punkti vahel.



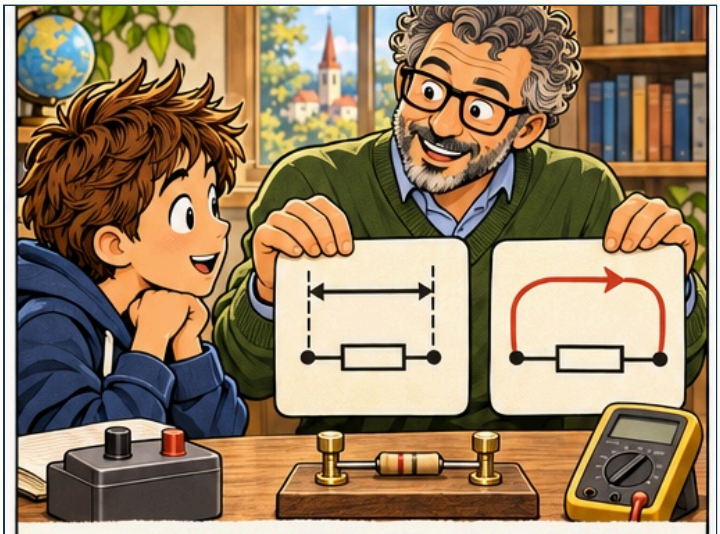
Tähis on U, ühik volt, sümbol V.



Pinge puhul tuleb nimetada need punktid.



Siin on need takisti kaks klemmi.



Pinge pole juhtmes peituv voolukogus.



Noor joonistab mõlemad punktid.

Vool suletud ringis



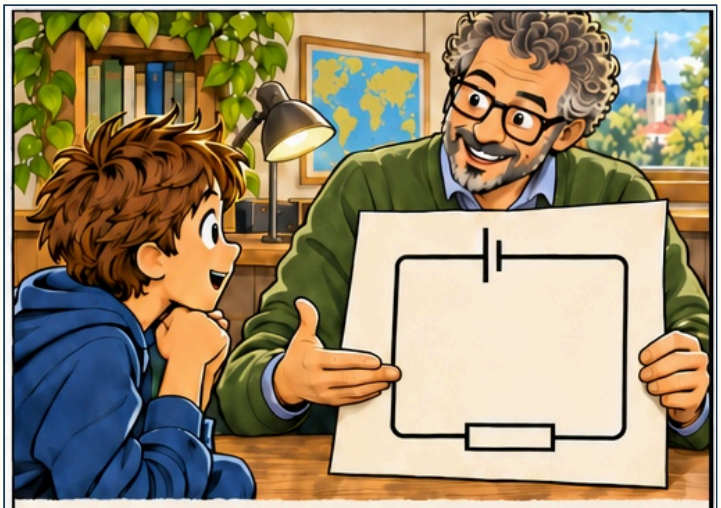
Voolutugevuse tähis on I, ühik amper A.



Püsiv vool vajab siin suletud juhtivat ringi.



Avatud ringis takistit vool ei läbi.



Lihtsas ringis läbib kõiki osi sama vool.



Kokkuleppeline suund on väljaspool allikat plussist miinusesse.

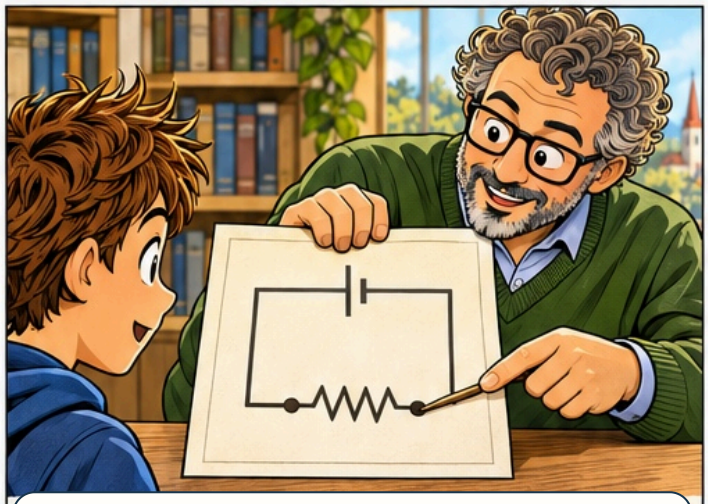


Noor jälgib joonist, ühendamata midagi.

Takisti ülesanne



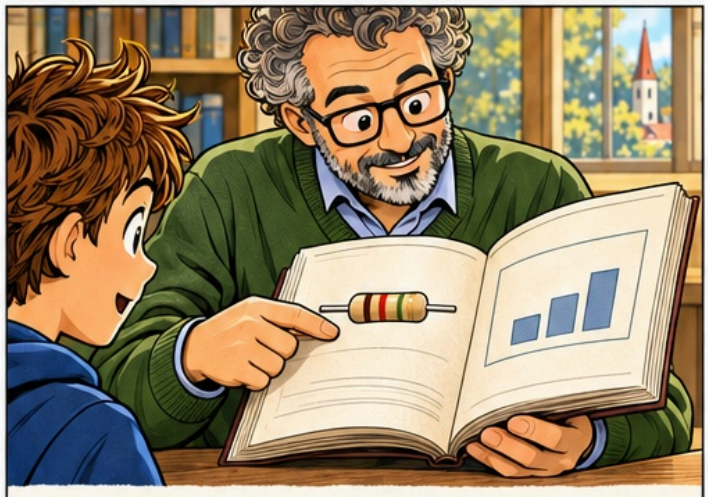
Takistuse tähis on R, ühik oom Ω.



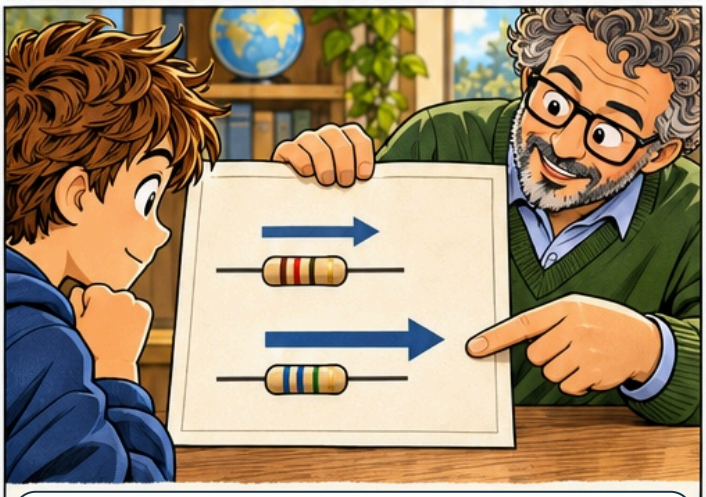
See seob takisti klemmipinge ja teda läbiva voolu.



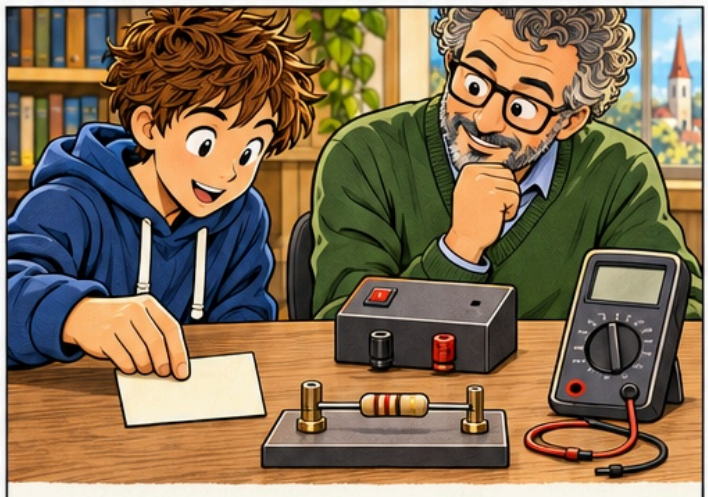
Katseks valitakse oomilise käitumisega takisti.



Temperatuur peab püsima piisavalt stabiilne.



Suurem takistus tähendab samal pingel väiksemat voolu.

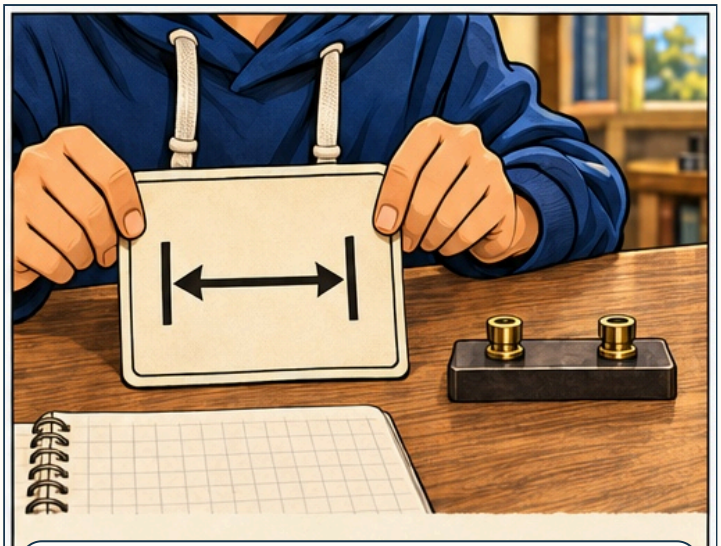


Seda ennustust tuleb veel kontrollida.

Kolm suurust ja ühikut



Märkmik eristab U, I ja R.



Pinge U ühik on volt V.



Voolutugevuse I ühik on amper A.



Takistuse R ühik on oom Ω.



Suuruse tähis erineb ühiku sümbolist.



Iga arvu kõrvale tuleb ühik.

Valmistu enne ühendamist



Ettevalmistuse ajal on allikas lahti ühendatud.



Valitakse 100 Ω takisti võimsustaluvusega 1 W.



Katse alalispinge jääb vahemikku 1,5–4,5 V.



Juhendaja kontrollib kõigi osade sobivust.



Juhtmed on terved ja ühendused läbimõeldud.



Noor joonistab enne kasutamist skeemi.

Eraldatud takisti mõõtmine



Kõigepealt kontrollitakse takistit multimeetriga.



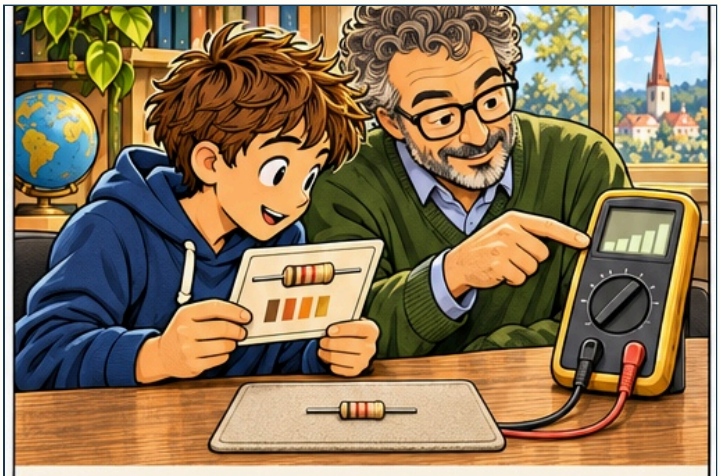
Takisti on ringist eraldatud, kõik allikad eemaldatud.



Oommeeter seadistatakse juhendi järgi.



Näidule ligikaudu 100 Ω vastab valitud takisti.

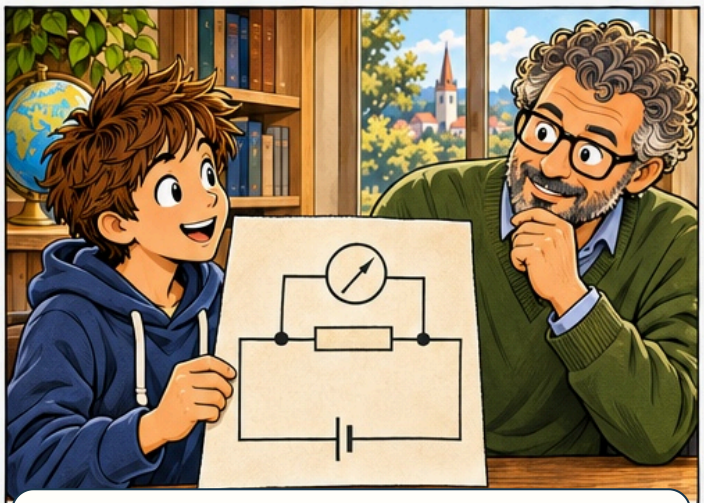


Tolerants selgitab erinevust nimiväärtusest.

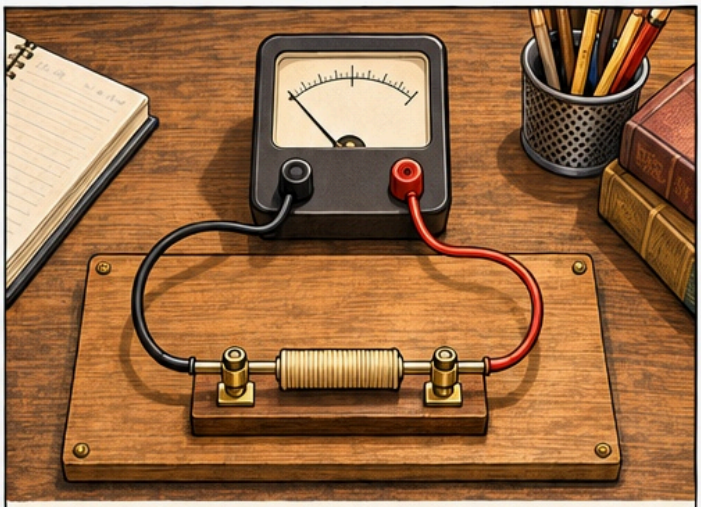


Näidu märkimise järel eemaldatakse mõõteotsad.

Pinget mõõdetakse rööbiti



Voltmeeter ühendatakse takisti mõlema klemmi külge.



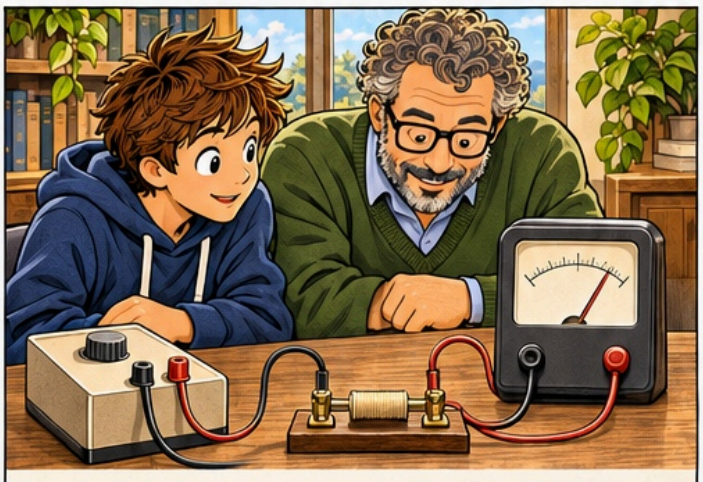
Nii moodustub takistiga rööpharu.



Juhtmete ühendamisel on allikas eemaldatud.



Juhendaja kontrollib pesi, alalispingefunktsiooni ja piirkonda.



Seejärel lülitatakse toide ning loetakse pinge.



Näidu järel lülitatakse toide välja.

Voolu mõõdetakse jadamisi



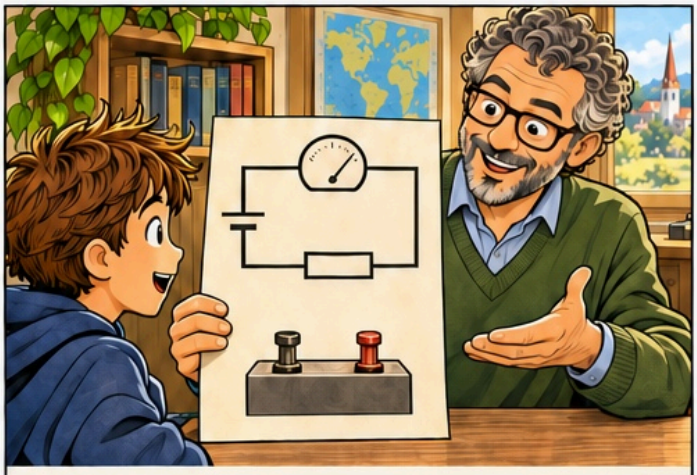
Voolu I mõõtmiseks tuleb ühendust muuta.



Allikas eemaldatud, juhendaja lisab ampermeetri jadamisi.



Ta kontrollib voolupesa, kaitset, alalisvoolufunktsiooni ja piirkonda.



Ampermeetrit ei ühendata kunagi otse allika klemmidele.



Kontrollitud ring pingestatakse ja loetakse vool.

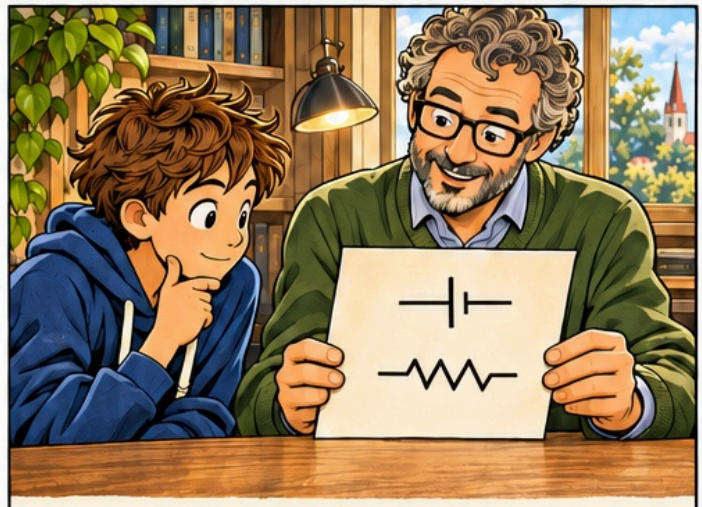


Enne muudatusi katkestatakse toide; juhtmed seatakse tagasi pingemõõtmiseks.

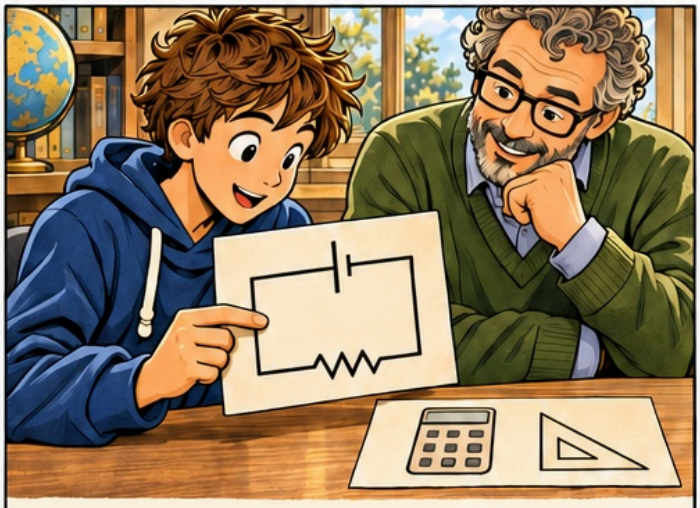
Esimene võrdluspunkt



Alustatakse kavandatud väikseimast pingest.



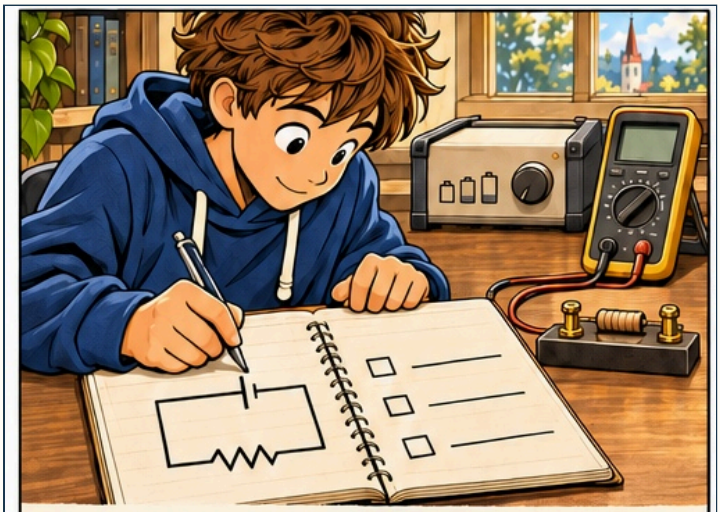
Ideaalses näites on 1,5 V ja 100 Ω.



Oodatav vool on 0,015 A ehk 15 mA.



Tegelikud mõõtmised märgitakse ideaalväärtustest eraldi.



Lucas lisab skeemi ja ühikud.



Esimene rida on alles algus.

Kahekordne pinge



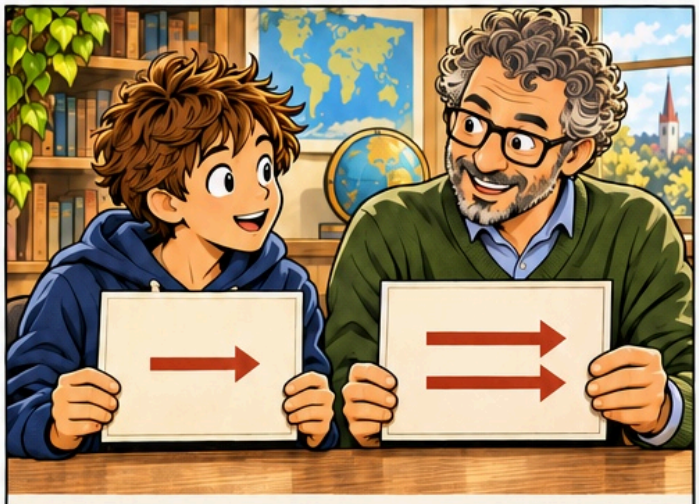
Enne seadistuse muutmist eemaldatakse allikas.



Takisti ja mõõtetingimused jäävad samaks.



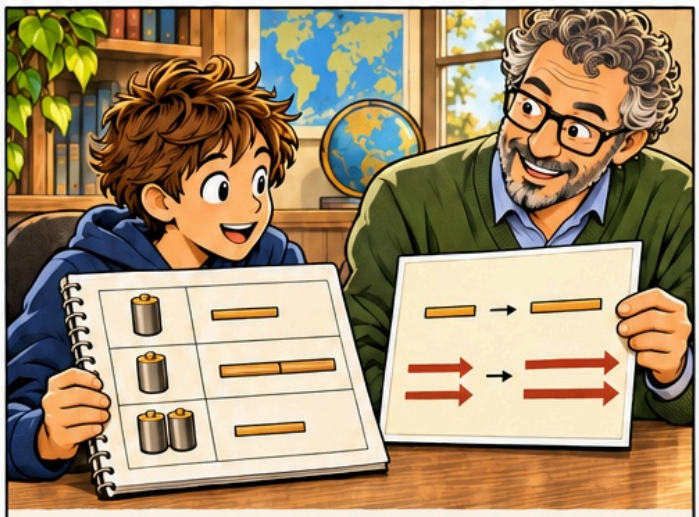
Ideaalses näites tõuseb pinge 1,5 V pealt 3 V-ni.



Vool kasvab 15 mA pealt 30 mA-ni.



Pinge ja vool kahekordistuvad.



Noor võrdleb ennustust uute vaatlustega.

Kolmas katse



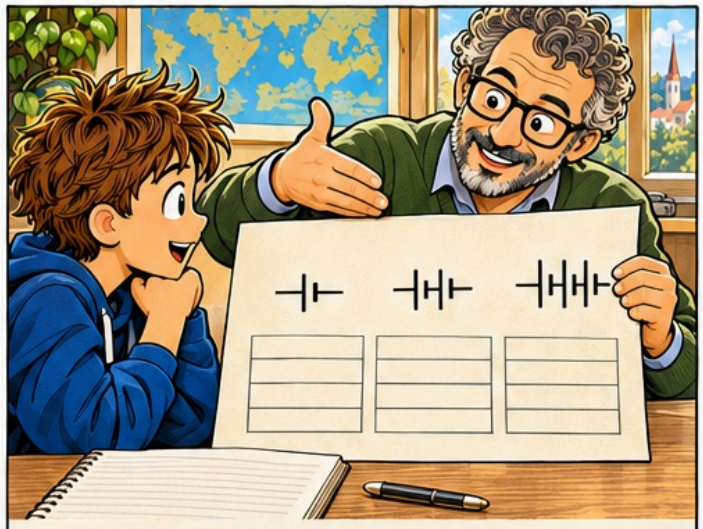
Uus katse peab suundumust kontrollima.



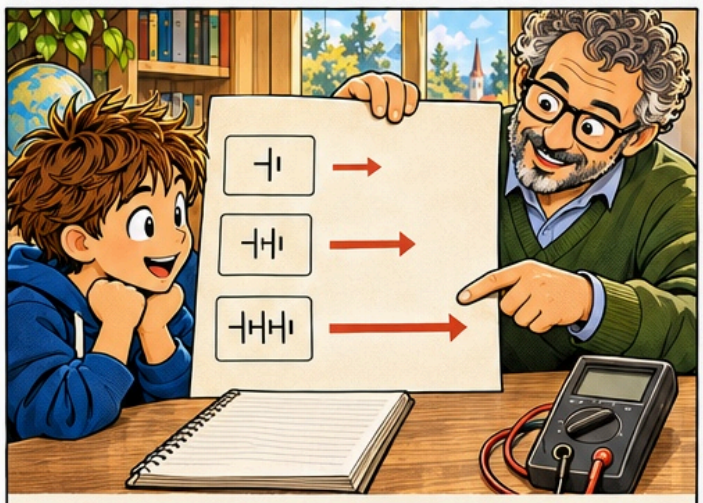
Sama meetodiga jõutakse 4,5 V-ni.



100 Ω korral ennustatakse 0,045 A ehk 45 mA.



Näites on nüüd 1,5 V, 3 V ja 4,5 V.



Neile vastavad 15 mA, 30 mA ja 45 mA.



Pärast lugemist eemaldatakse taas allikas.

Mis jääb samaks



Noor jagab iga pinge vooluga amprites.



1,5 V ÷ 0,015 A = 100 Ω.



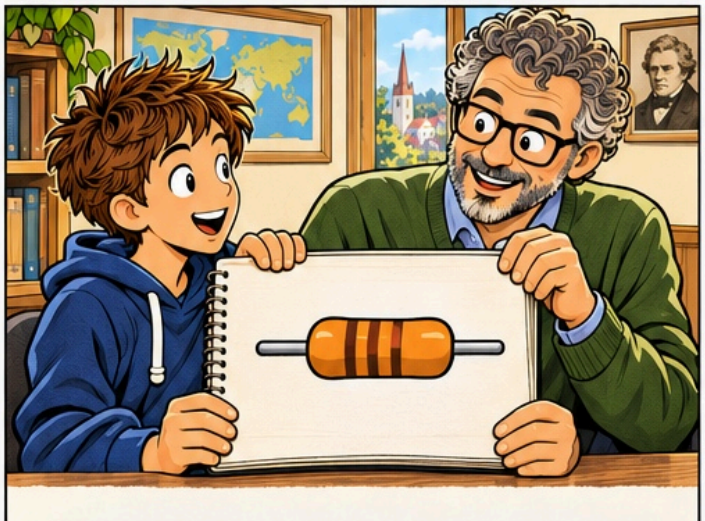
3 V ÷ 0,030 A = 100 Ω.



4,5 V ÷ 0,045 A = 100 Ω.



Ideaalses näites suhe U/I ei muutu.



See konstant on takistus R.

Seos saab kuju



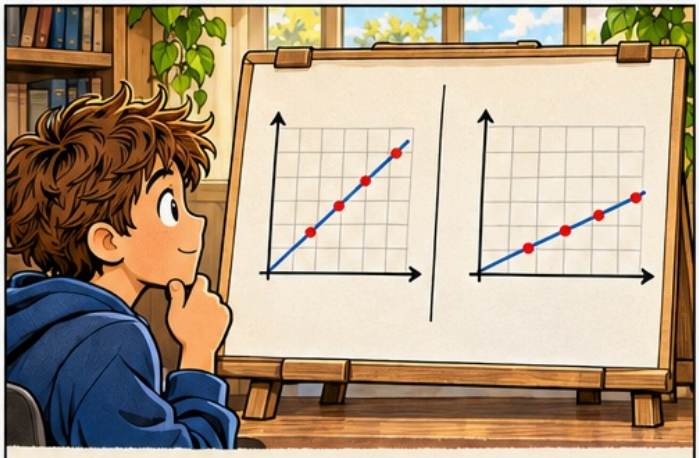
Graafik näitab võrdelisust.



Ideaalse takisti punktid paiknevad alguspunkti läbival sirgel.



Kui horisontaalteljel on U ja vertikaalteljel I, on tõus 1/R.



Telgede vahetamine muudab tõusu tähendust.



Mõõtepunktid võivad sirgest veidi erineda.



Graafik selgitab arve, ent katsetingimused jäävad oluliseks.

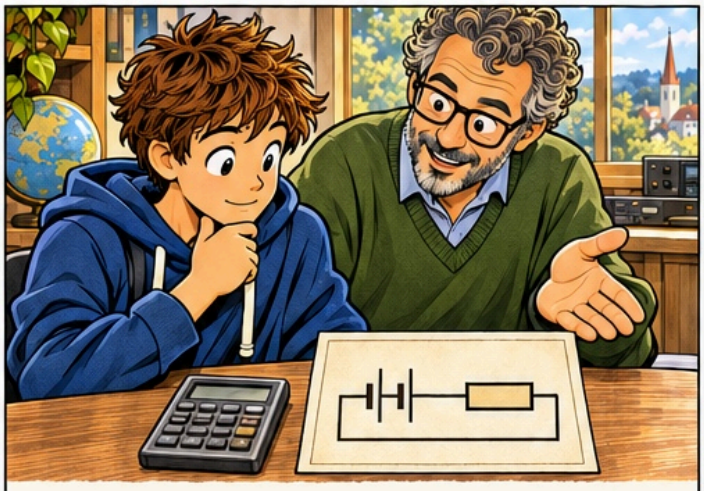
U = R × I



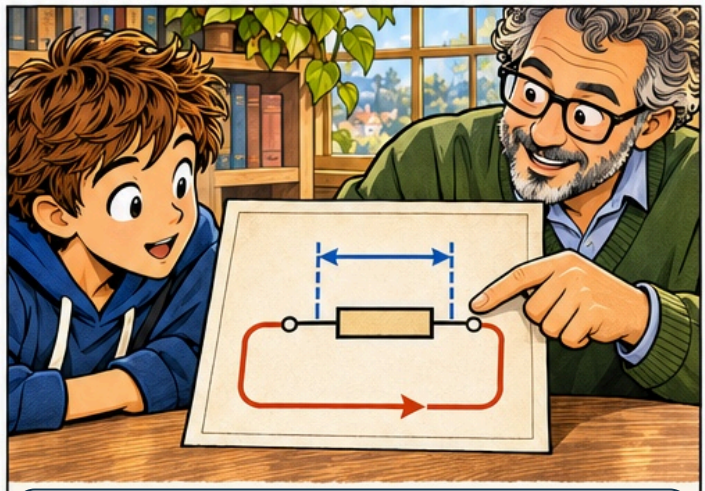
Seos kirjutatakse U = R × I.



Oomilise takisti pinge võrdub R ja I korrutisega.



100 Ω × 0,030 A annab U = 3 V.



Suurused peavad käima sama komponendi kohta.



Vool tuleb selles arvutuses anda amprites.



Noor mõistab nüüd valemi seost.

Voolu leidmine



U ja R teadmisel saab ennustada I.



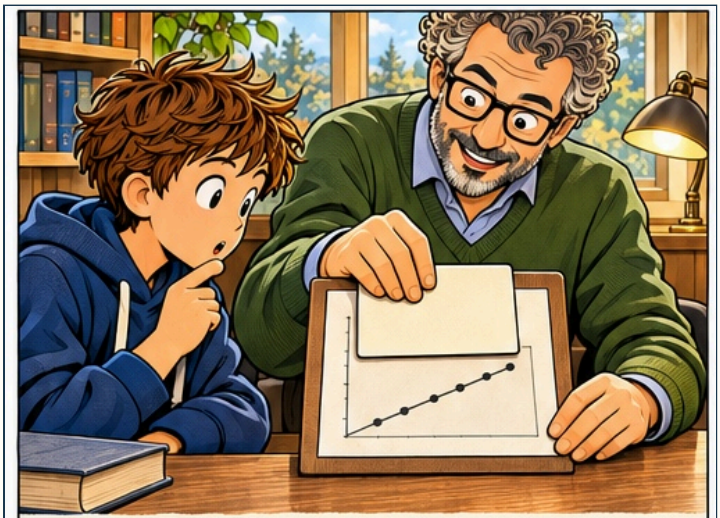
Ta teisendab: I = U/R.



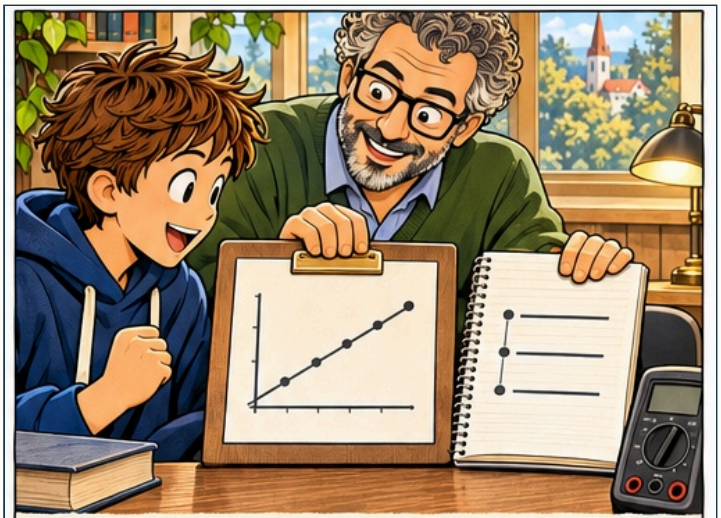
3 V ja 100 Ω korral: 3 ÷ 100 = 0,030 A.



See on 30 mA.



Ennustus öeldakse enne mõõtmise vaatamist.



Arvutus esitab katsele küsimuse.

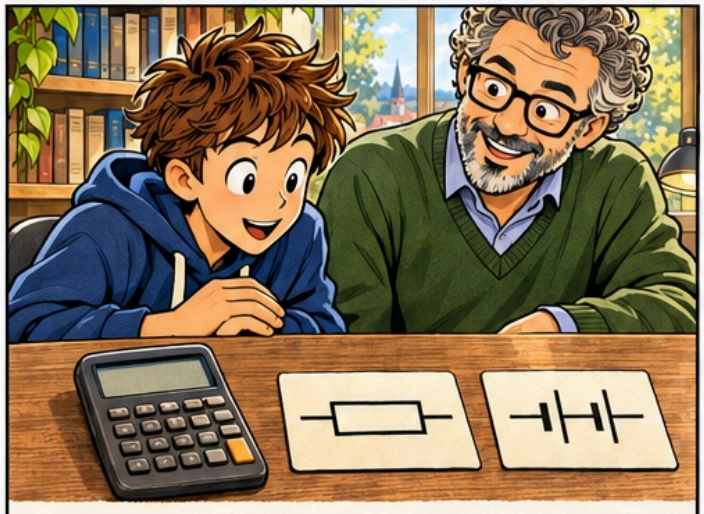
Takistuse leidmine



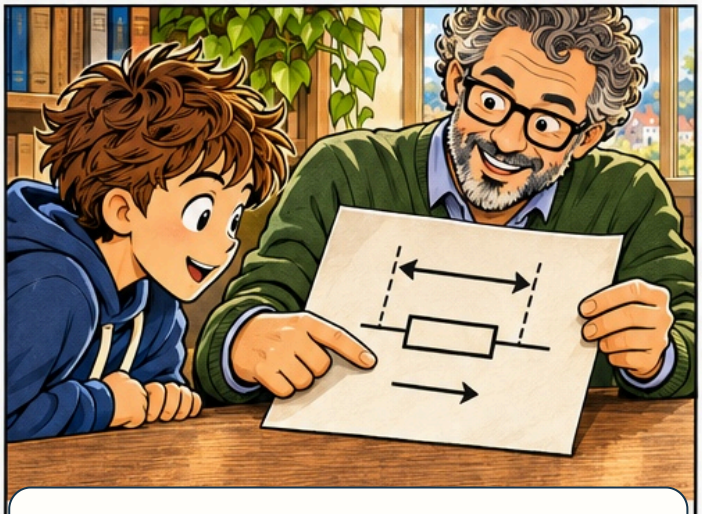
Teine küsimus algab U ja I väärtustest.



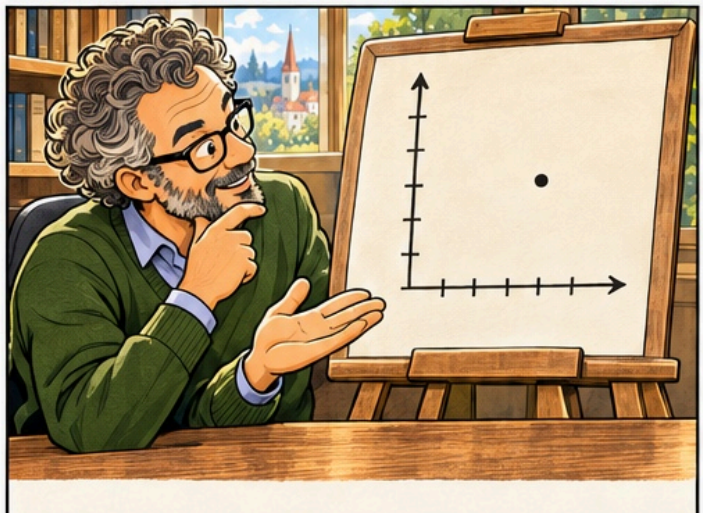
Nüüd kasutatakse R = U/I.



3 V ÷ 0,015 A annab 200 Ω.



Pinge ja vool käivad sama kaksikklemmi kohta samal hetkel.



Üks suhe ei tõesta oomilist käitumist.



Vaja on kontrollida mitut tööpunkti.

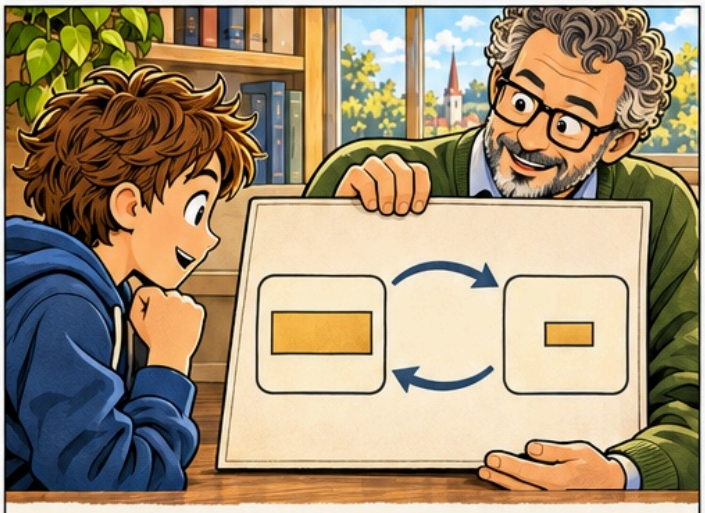
Ettevaatust milliampritega



Noor kirjutab 30 mA ja peatub arvutamisel.



Milliamper on tuhandik amprit.



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



30 asemel 0,030 kasutamata jätmine annaks tuhandekordse vea.



Ta teisendab enne arvutust ühikud kooskõlla.



Lõpuks kontrollib ta suurusjärku.

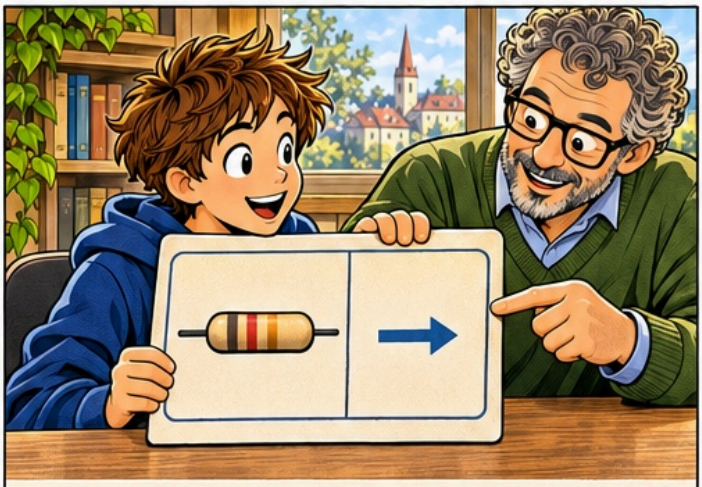
Ennusta enne muutmist



Nad võrdlevad kaht takistust samal pingel.



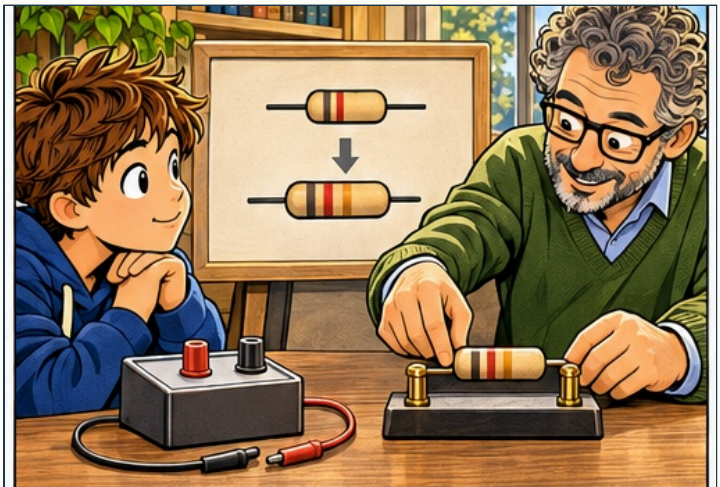
3 V ja 100 Ω annavad ideaalselt 30 mA.



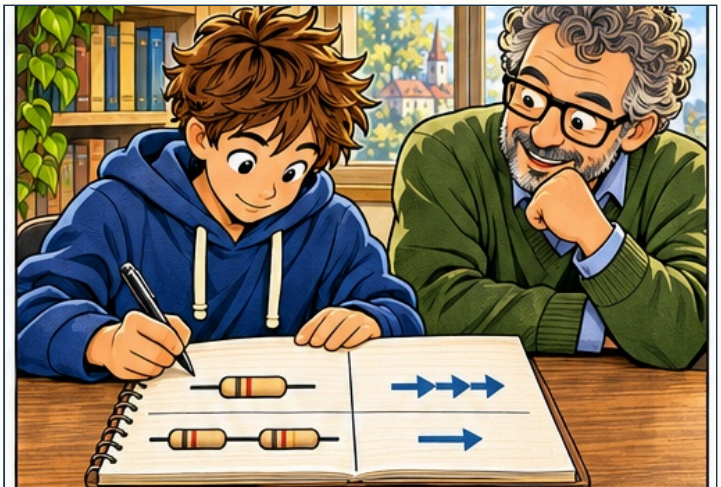
3 V ja 200 Ω annavad 15 mA.



Püsiva U korral poolitab kahekordne R voolu I.



Enne takisti vahetamist eemaldatakse allikas.

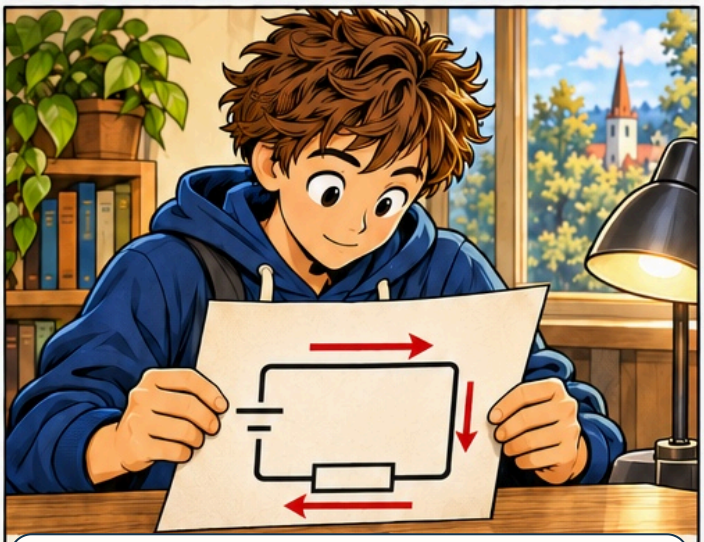


Noor märgib ennustuse ja seejärel mõõtmised.

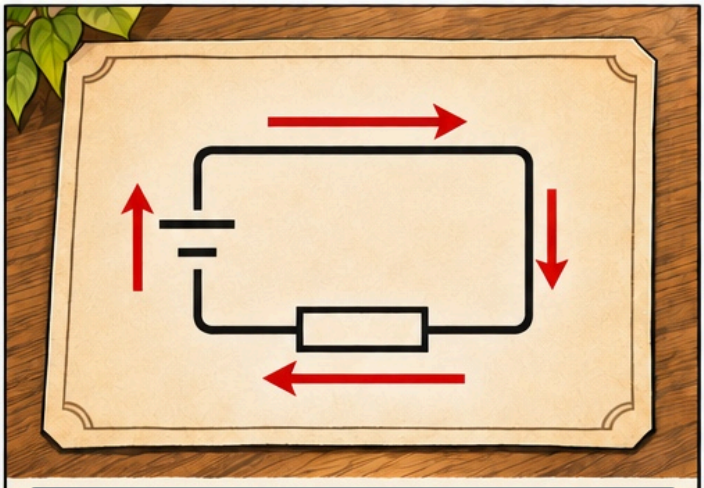
Ei ladu ega voolukadu



Takisti ei talleta voolu hilisemaks väljastamiseks.



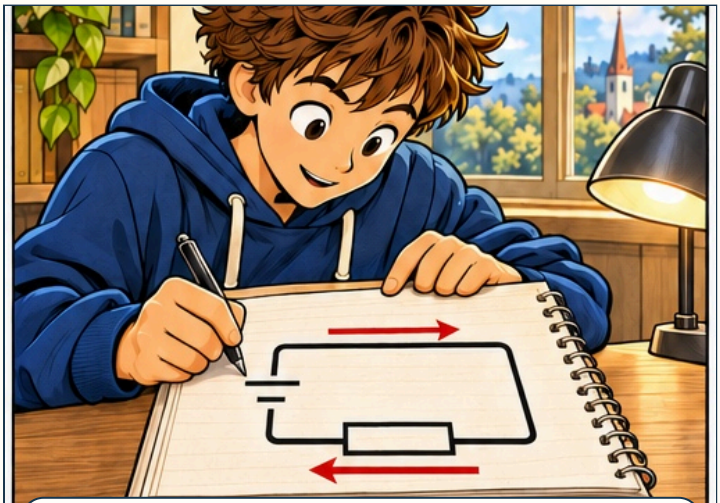
Voolutugevus ei kulu selles lihtsas ringis ära.



Püsirežiimis on vool enne ja pärast takistit sama.



Elektrienergia muutub muu hulgas soojuseks.

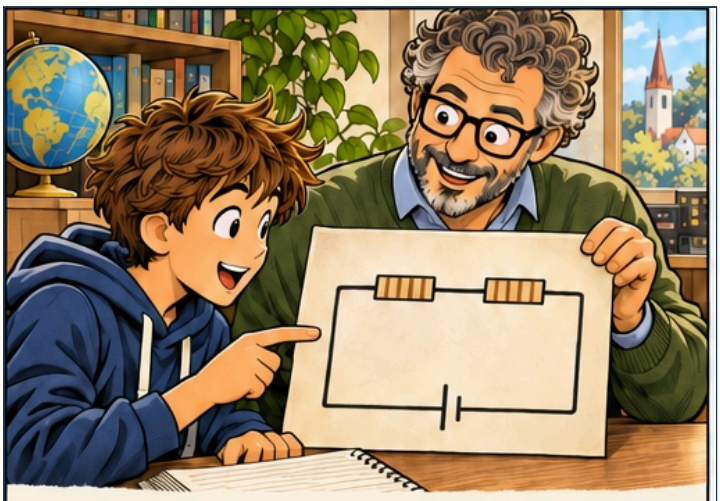


Noor parandab takisti järel kahanevad nooled.



Joonis vastab nüüd paremini vaatlustele.

Kaks takistit jadamisi



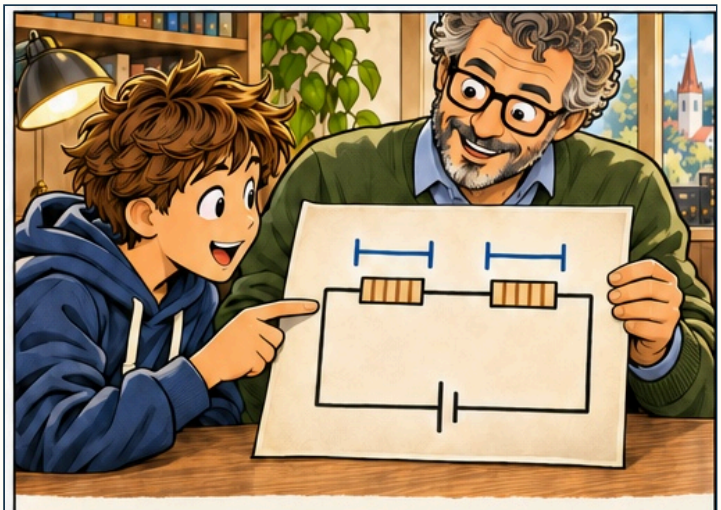
Paberil on kaks 100 Ω takistit järjestikku.



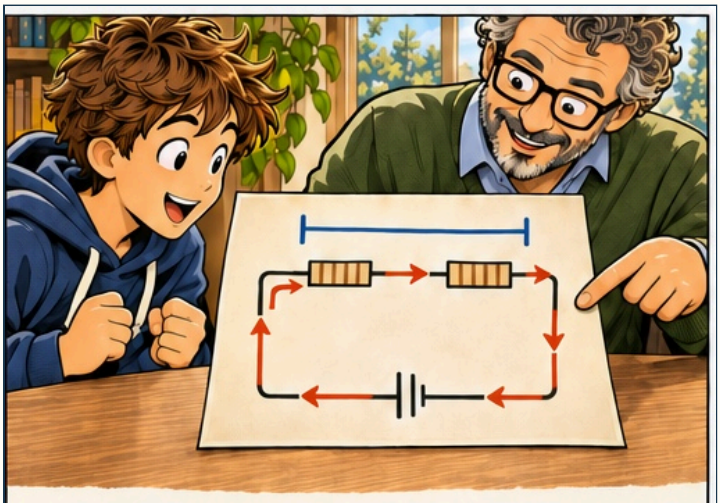
Jadatakistus: 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω.



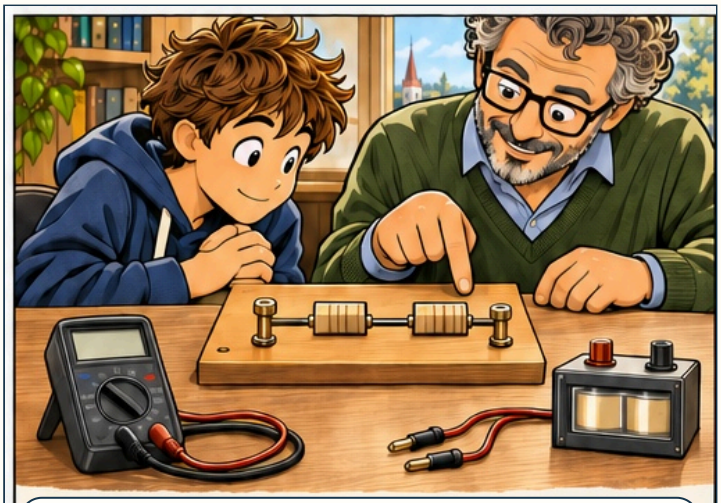
3 V korral on ideaalne ringivool 15 mA.



Kummagi takisti pinge on 1,5 V.

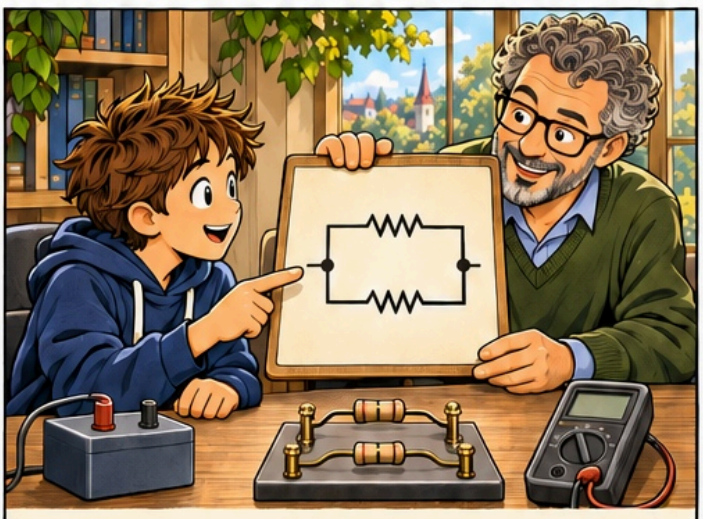


Pinged liituvad; mõlemat läbib sama vool.

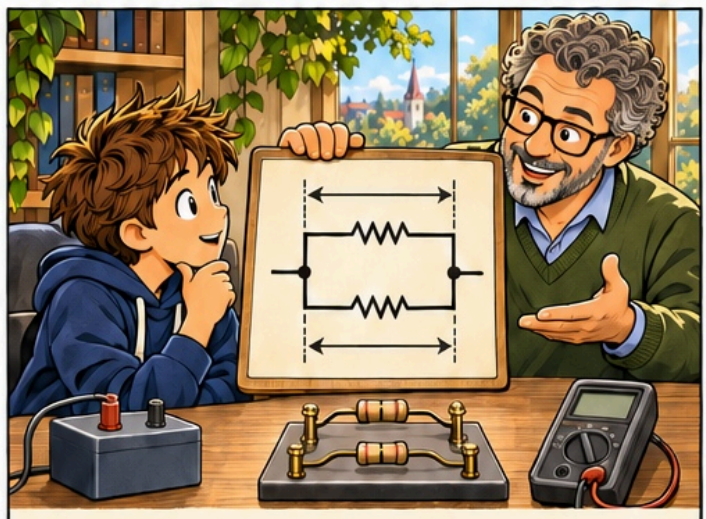


Nad kontrollivad sobivat ringi, muutes ühendusi toideta.

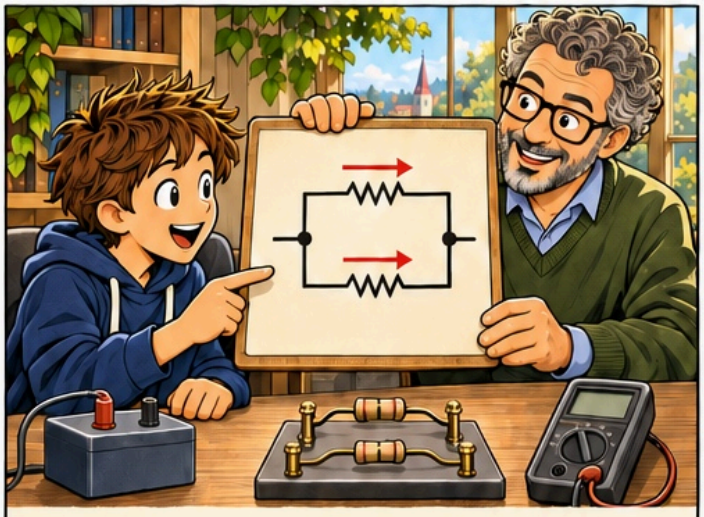
Kaks rööpset teed



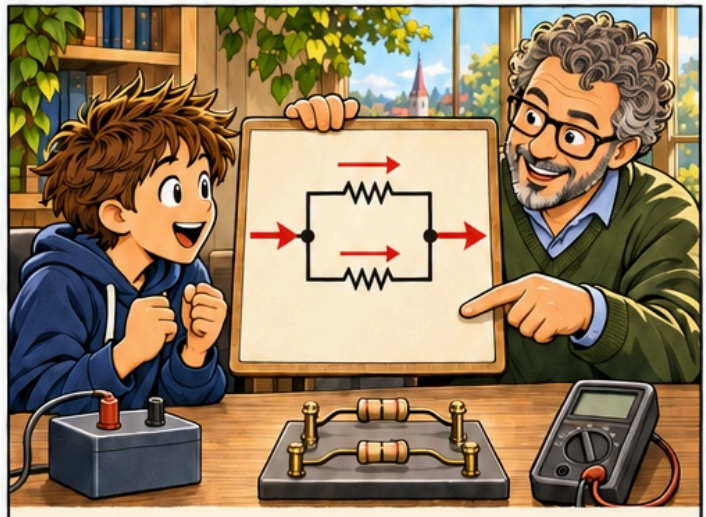
Joonisel on kaks 100 Ω takistit rööpharudes.



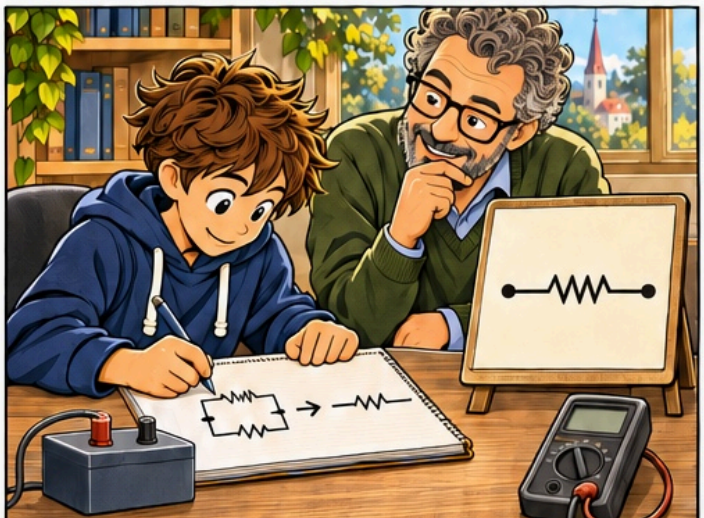
Mõlema haru pinge on 3 V.



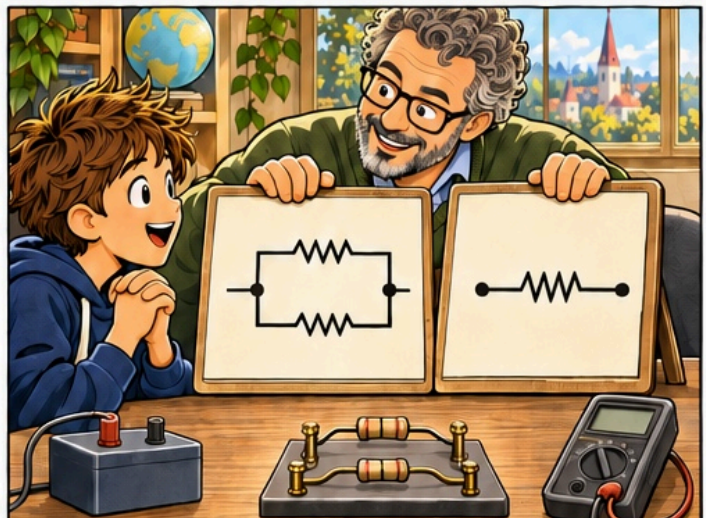
Kumbagi takistit läbib ideaalselt 30 mA.



Haruvoolud liituvad: kokku 60 mA.

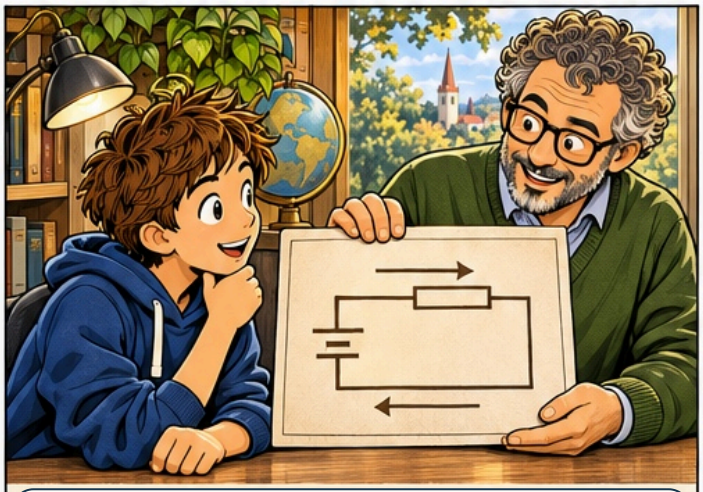


Asendustakistus on 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω.

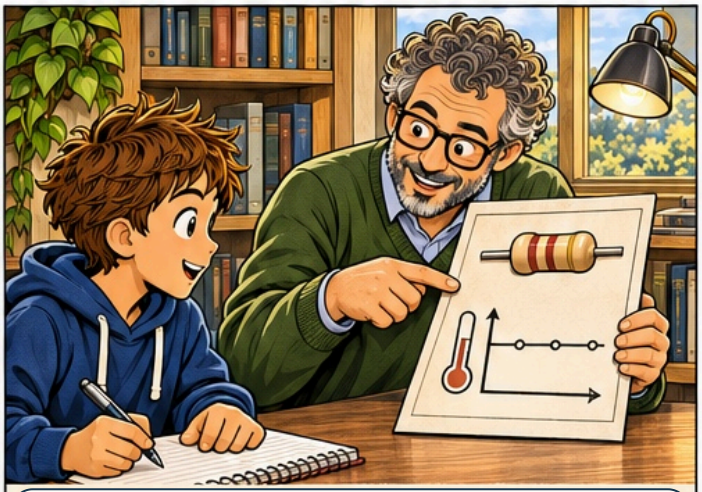


Selles ühenduses takistusi lihtsalt ei liideta.

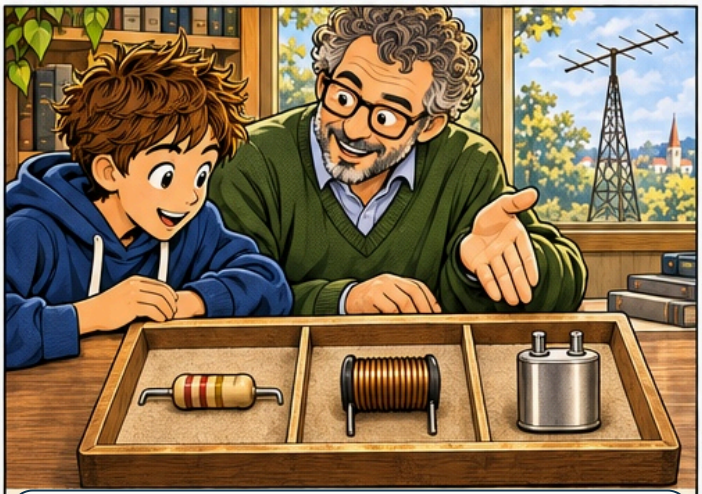
Mudeli piirid



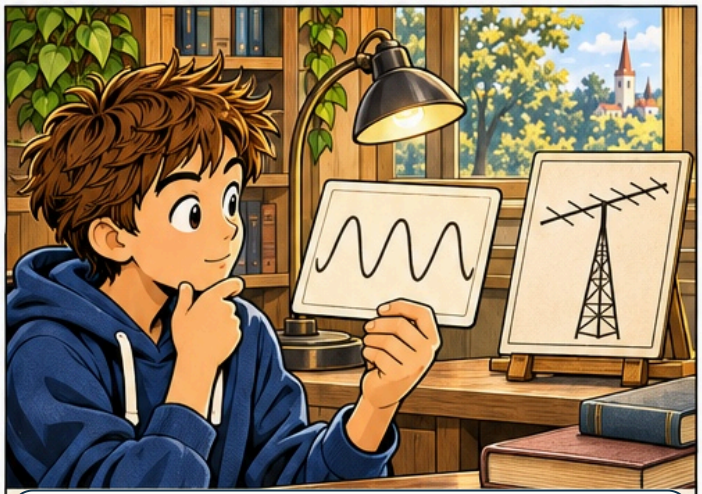
Arvutused puudutavad oomilisi takisteid alalisvoolul.



Arvestada tuleb temperatuuri ja komponentide omadustega.



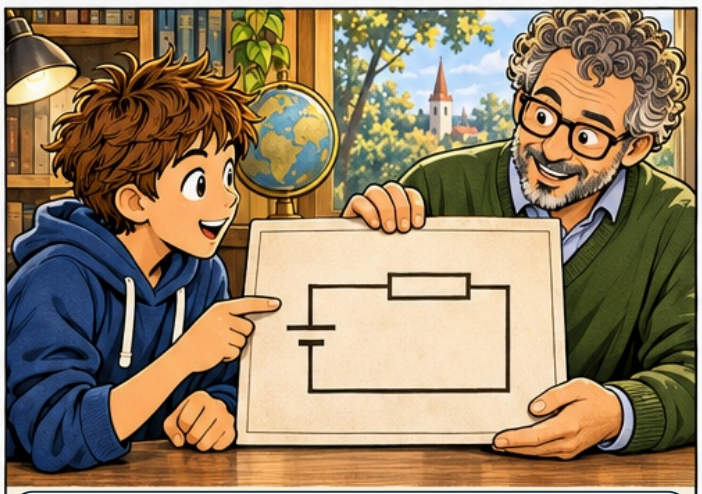
Pool, kondensaator või antenn ei taandu alati selliseks takistuseks.



Raadiosagedusel viivad muud mõjud impedantsi mõisteni.



Noor jätab selle järgmise seikluse teemaks.



Mudeli piiride tundmine kuulub mõistmise juurde.

Ka energial on arvutus



Demonstratsioonis arvestatakse hajuvvõimsusega.



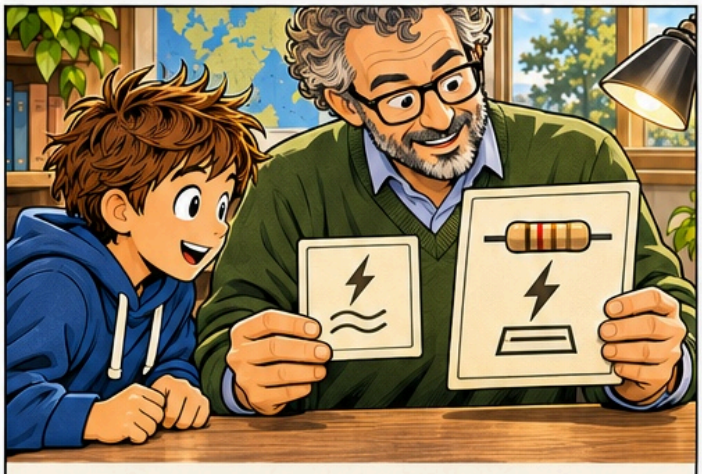
Alalisvoolul P = U × I; ühik vatt W.



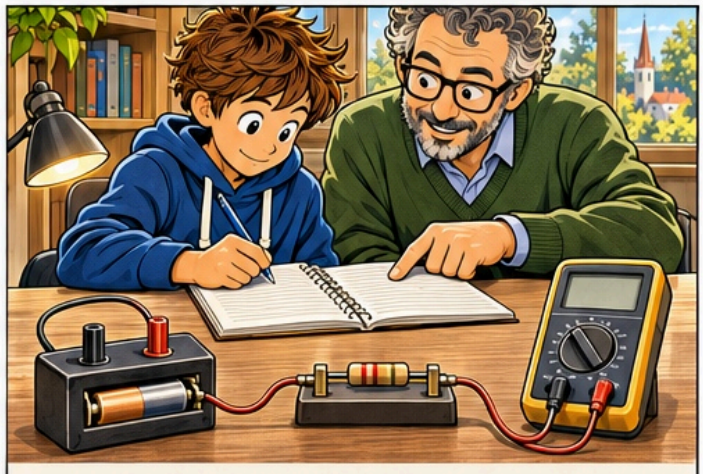
3 V × 0,030 A annab P = 0,090 W.



Takistis muutub energia peamiselt soojuseks.



Komponendi lubatud võimsust tuleb järgida.



Väike ring vajab samuti kontrolli.

Vali varuga



4,5 V ja 100 Ω annavad ideaalselt 45 mA.



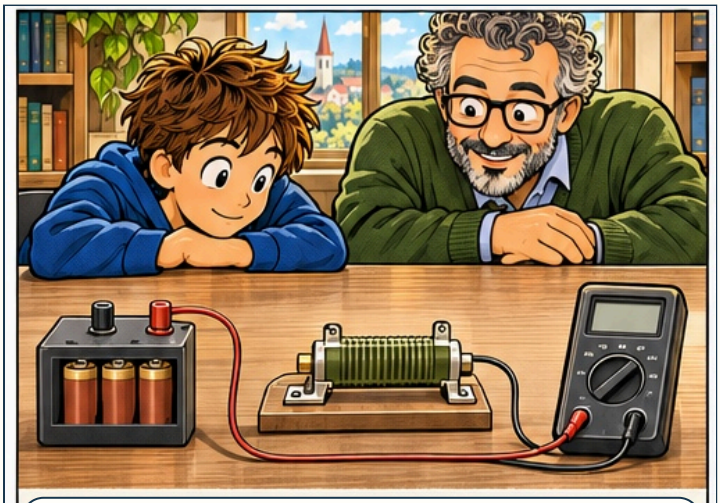
Võimsus: 4,5 × 0,045 = 0,2025 W.



1 W takisti jätab kavandatud katsele varu.



Kehtivad ka tootja määratud kasutustingimused.



Pingestatud takistit ei puudutata soojuse kontrollimiseks.



Henri lähtub alati seadmete piiridest.

Salapärane takistus



Juhendaja esitab paberil viimase mõistatuse.



Oomilisel takistil on 3 V ja 0,020 A.



Noor arvutab R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω.



Seejärel P = 3 × 0,020 = 0,060 W.



Ta selgitab samme ega arva oodatud vastust.



Mõistatus näitab tema meetodit.

Kui mõõtmine erineb



Mõõtetulemus võib ideaalsest veidi erineda.



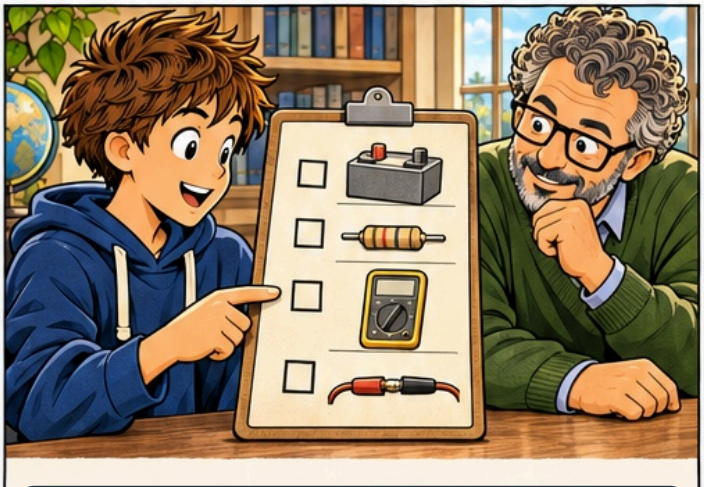
Takistil on tolerants, allikal tegelik pinge.



Mõõteriistal on piirid ja mõju ringile.



Vigased kontaktid võivad samuti tulemust muuta.



Enne seaduse kahtlustamist võrreldakse tingimusi.



Noor selgitab erinevust ega võltsi näitu.

Õpetlik viga



Mustandis on vool tuhat korda liiga suur.



Noor ei proovi seda allika muutmisega saavutada.



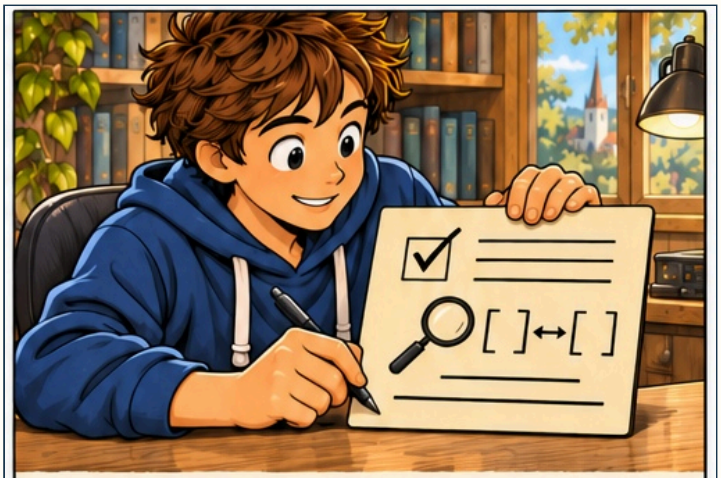
Ta avastab milliamprite käsitlemise ampritena.



Kontrollimise ajal jääb allikas eemaldatuks.



Teisendamise järel on suurusjärk mõistlik.

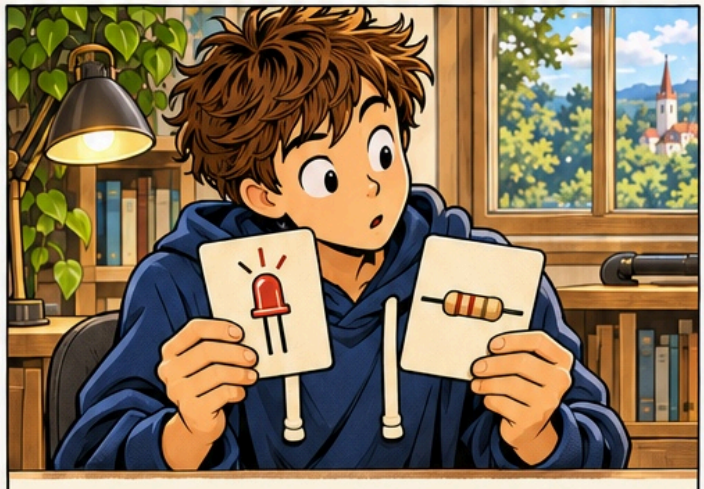


Tunnistatud viga saab tulevaseks meelespeaks.

Diood esitab küsimuse



Noor märkab naaberkarbis valgusdioodi.



Kas see on püsiva väärtusega takisti?



Juhendaja selgitab: pinge-voolu seos on mittelineaarne.



U = R × I konstantse R-ga ei kirjelda iga dioodi.



Diood jääb karpi; uurimine vajab sobivat ringi.



Mõistmine väldib valemi pimedat kasutamist.

Temperatuur võib lugeda



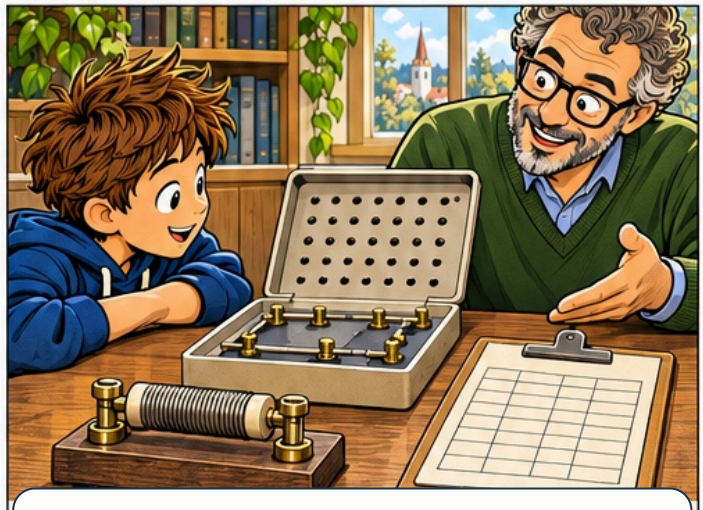
Hõõglamp on teine erineva käitumise näide.



Temperatuuri muutudes muutub ka takistus.



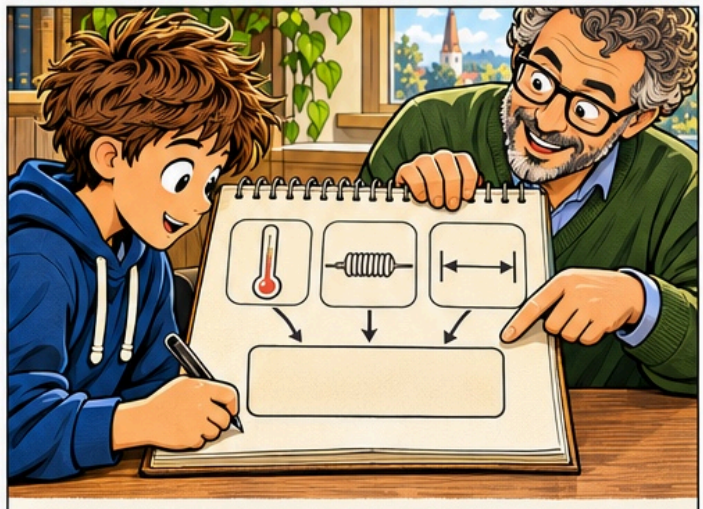
Ühe hetke väärtus pole universaalne konstant.



Ka nende takisti peab töötama ettenähtud tingimustes.



Selle näitamiseks ei tehta kuumutamiskatset.



Noor lisab valemi juurde kehtivustingimused.

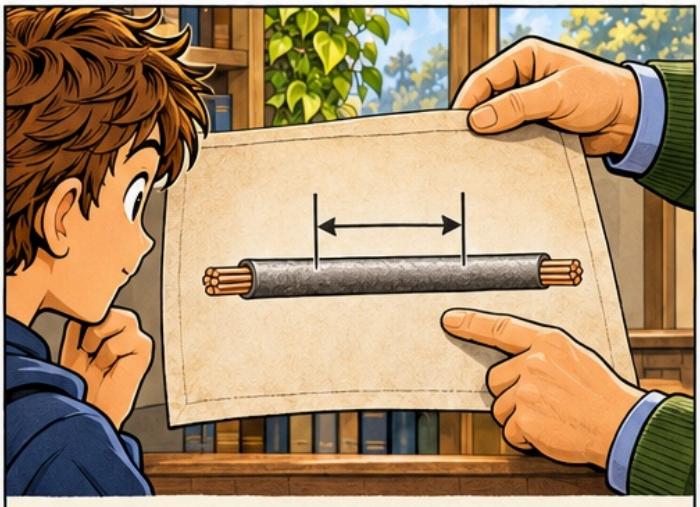
Raadiojaama juhtmeteni



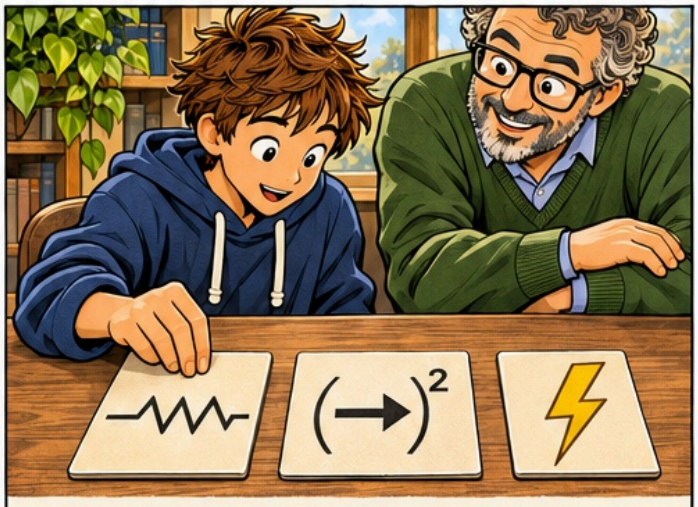
Noor vaatab nüüd katsejuhtmeid.



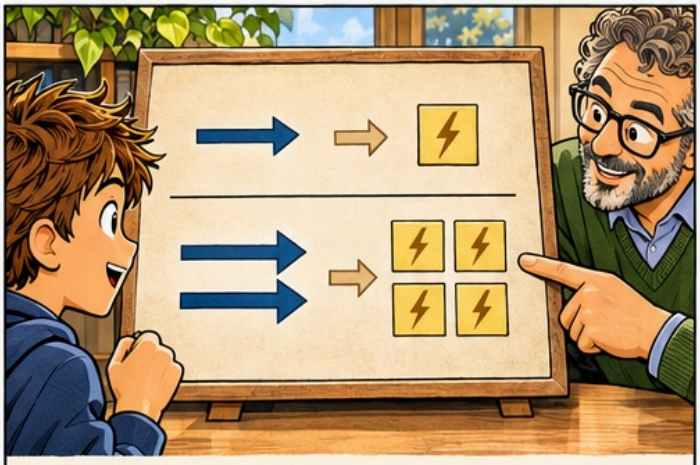
Ka pärisjuhil võib olla takistus.



Vool tekitab selles pingelangu.



Takisti hajuvõimsus on ka $P = R \times I^2$.



Sama R korral kasvatab kahekordne I võimsust neli korda.



Ta mõistab sobivaid kaableid, jaama muutmata.

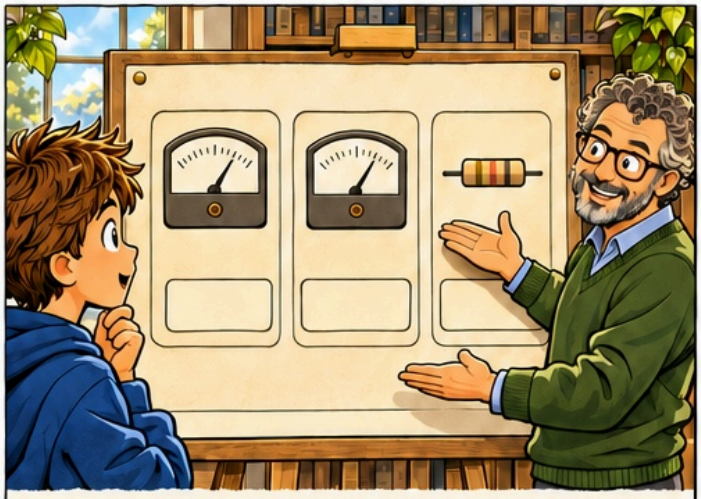
Demonstratsiooni ettevalmistus



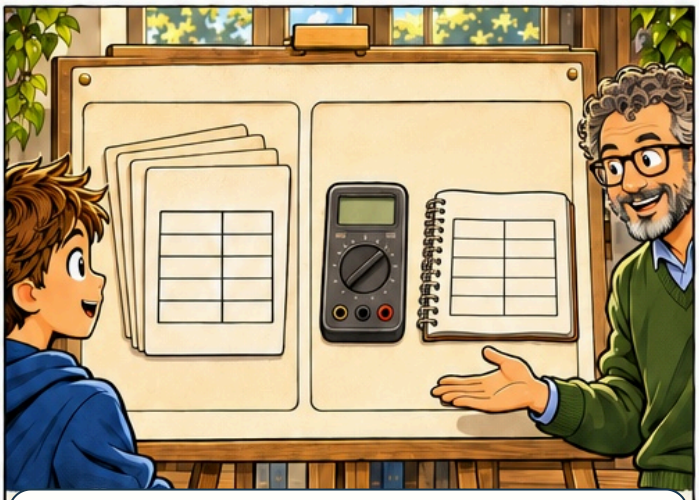
Külaliste tegevus läheneb.



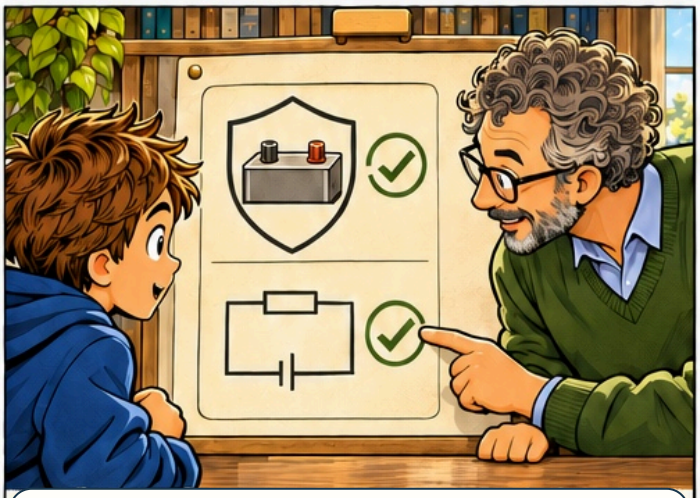
Põhiidee selgitamiseks valib noor ühe ringi.



Ta tutvustab U, I ja R koos ühikutega.



Ideaalse näite ja mõõtmise jaoks on eri kohad.



Ühendamisjuhised ja mudeli piirid jäävad nähtavale.



Lugu algab küsimusest, nagu Ohmi uurimistöö.

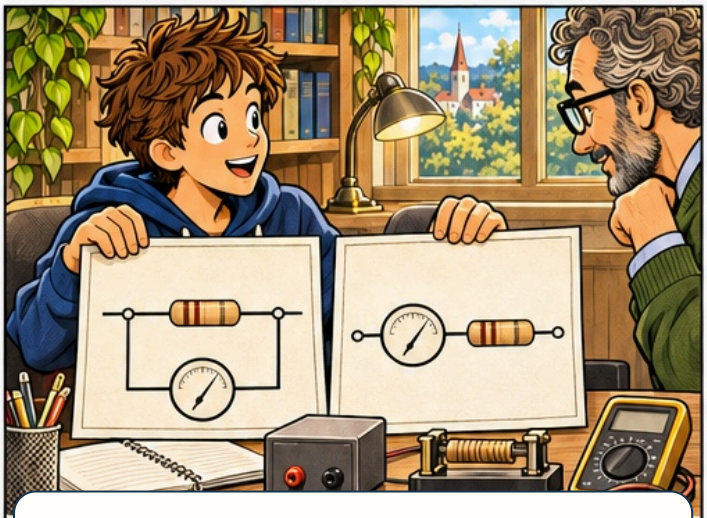
Ühine ülevaatus



Henri mängib uudishimulikku külalist.



Lucas selgitab pinget kahe punkti vahel.



Ta eristab voltmeetri ja ampermeetri ühendamist.



Ühendusi muudetakse alati eemaldatud allikaga.



Ta põhjendab takistit ja lubatud võimsust.



Raske küsimus aitab selgitust täpsustada.

Ennusta, mõõda, mõista



Proov lõpeb kavandatud piirides katsega.



Noor ennustab voolu pinge ja takistuse põhjal.



Juhendaja kontrollib ringi ja juhib mõõtmisi.



Ennustust ja vaatlust võrreldakse ühikutega.



Noor selgitab väikest erinevust tulemust välja mõtlemata.



Pärast katset eemaldatakse allikas ja koristatakse vahendid.

Rändav avastus



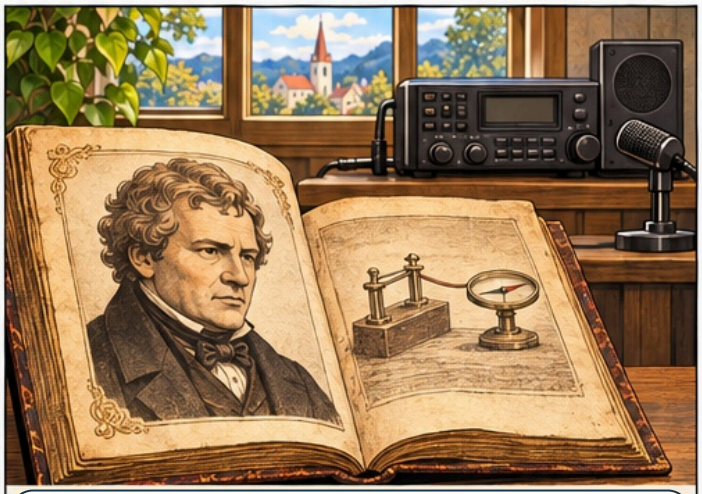
Lucas avab raamatu Ohmi kohalt.



Vana töökoja ja klubi mõõteriistad erinevad.



Kannatlik vaatlemine tundub siiski tuttav.



Ohm ei ehitanud nende jaama, ent aitab seda mõista.



Moodne märkmik vastab teadlase kujutletud märkmikule.



Küsimustega elus hoitud idee rändab kaua.

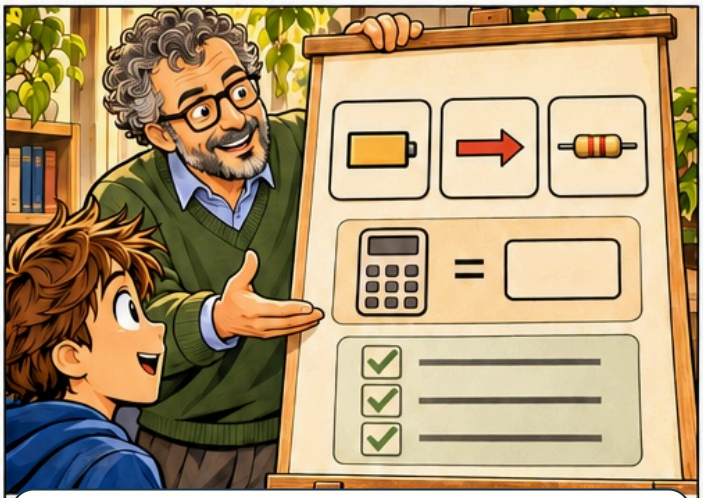
Valemist saab tööriist



Takisti naaseb karpi, saladus on kadunud.



U = R × I seob nüüd tuttavaid suurusi.



Noor oskab teisendada, ennustada, mõõta ja tingimusi kontrollida.



Valem ei asenda meetodit ega vahendite piiranguid.



Henri rõõmustab jagamiseks valmis demonstratsiooni üle.



Klubis ootab juba järgmise märkmiku küsimus.