ON4CRD

Zvezek 07

Upori



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

Zvezek 07 · 48 strani

Pravna obvestila

Zvezek 07 · Upori

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

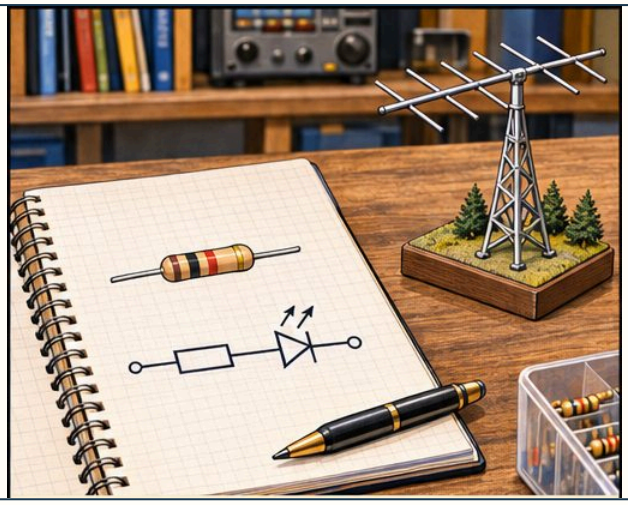
Klub si prizadeva za objavo koristnih in preverjenih informacij, vendar ne jamči za odsotnost napak, izpustov ali prekinitev. Tehnične ali regulativne informacije je treba preveriti z uradnimi viri, kadar podpirajo odločitev.

Ilustracije ustvarjene s pomočjo umetne inteligence.

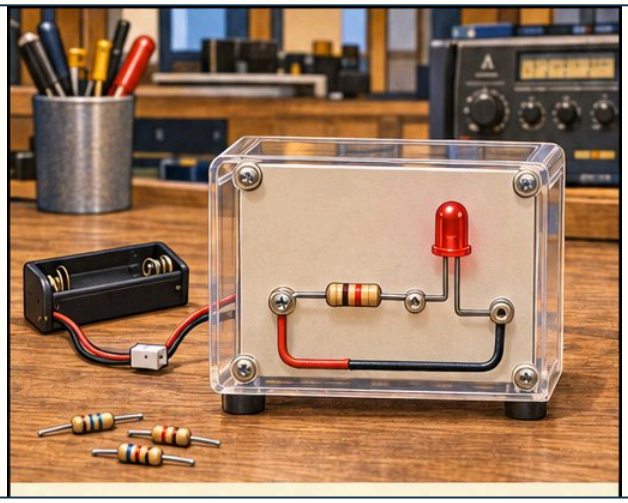
Lučka na stojnici



Lucas se sreča s Henrijem, da pripravita klubsko stojnico.



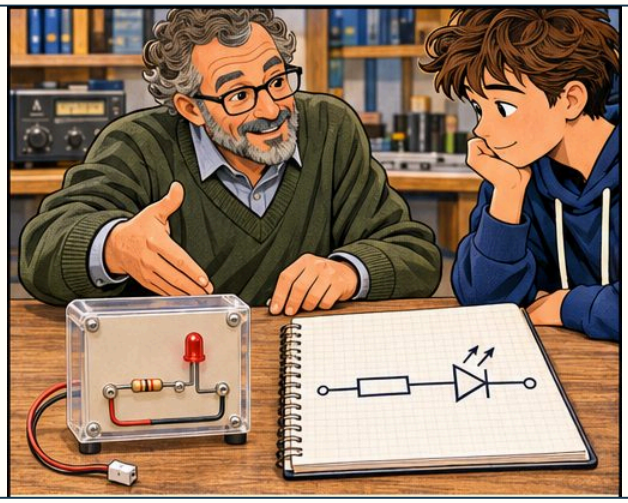
Po antenah v njun zvezek pride precej manjši sestavni del.



Lučka majhne predstavitvene plošče ne sveti več.



»Zamenjava LED?« predlaga Lucas in odpre škatlico delov.

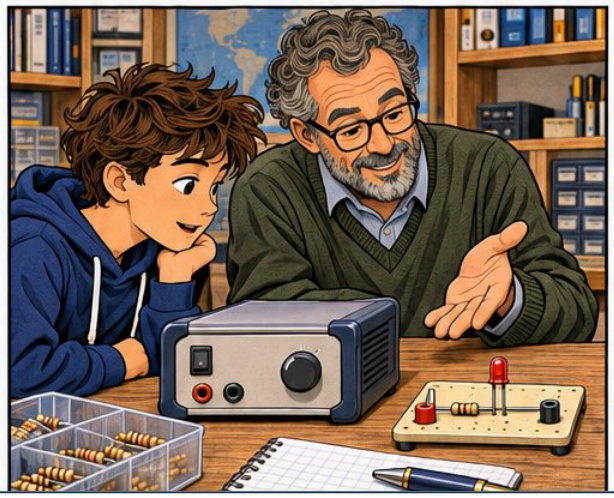


Henri želi najprej razumeti vezje in šele nato kaj zamenjati.

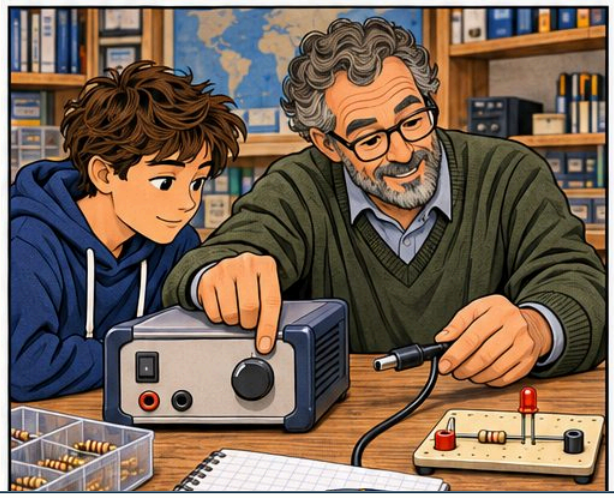


Njuna naloga: zanesljiva lučka in razlaga vsake izbire.

Odklopi pred iskanjem



Plošča uporablja učni napajalnik 5 V z omejitvijo toka.



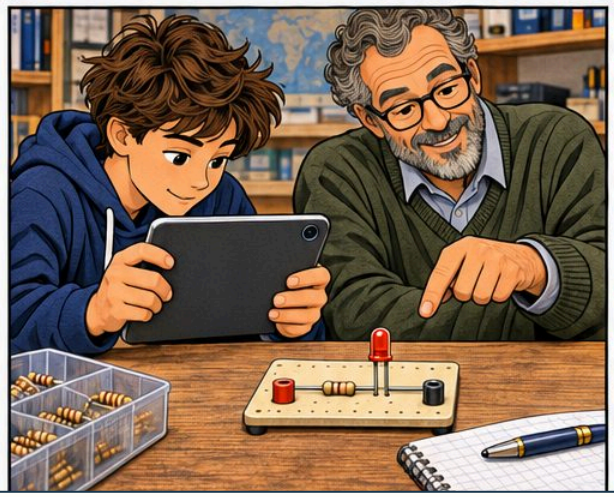
Henri pred posegom napajalnik izklopi in odklopi.



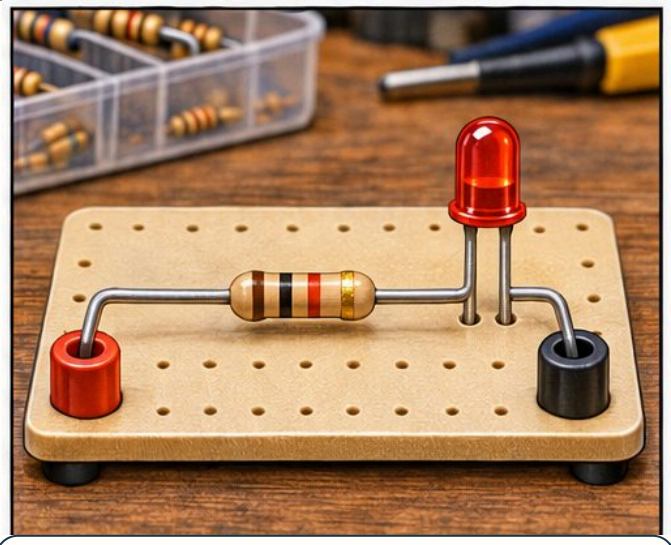
Počakata na predpisano praznjenje in preverita odsotnost napetosti.



V delavnici ne odpirata naprav, priključenih na omrežje.



Lucas fotografira povezave in sledi shemi plošče.



Na poti do LED opazi majhen upor.

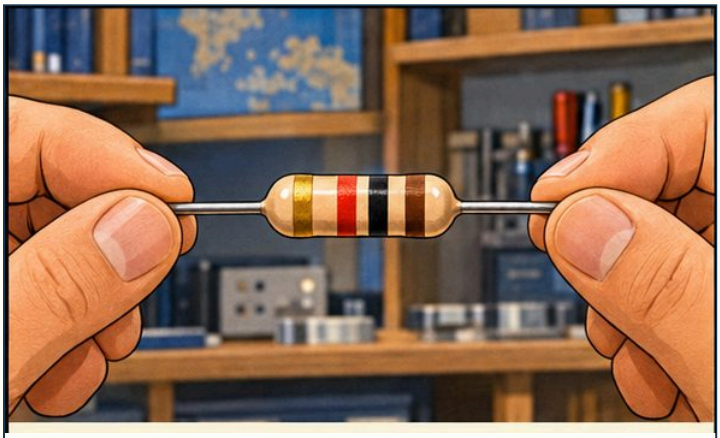
Eno ime, dva pomena



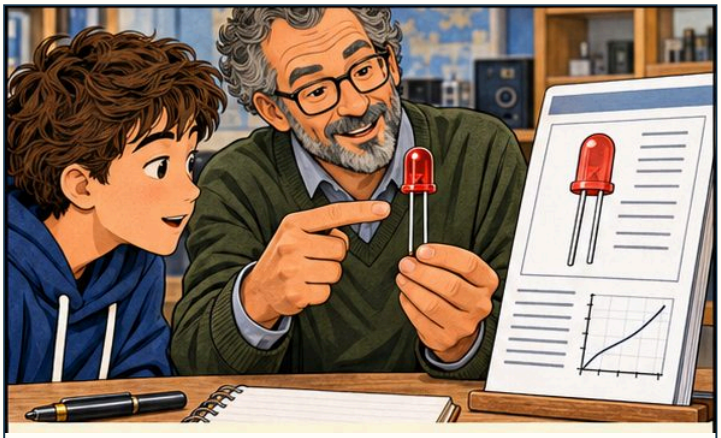
Upor pomeni sestavni del in električno veličino R.



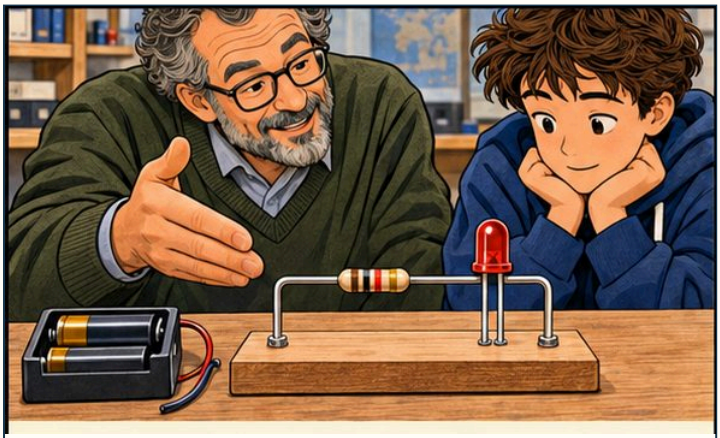
Veličina je izražena v ohmih s simbolom Ω.



Običajen upor nima določene polaritete.



LED ima polariteto, ki jo moramo upoštevati.



Zaporedni upor pomaga omejiti tok skozi LED.

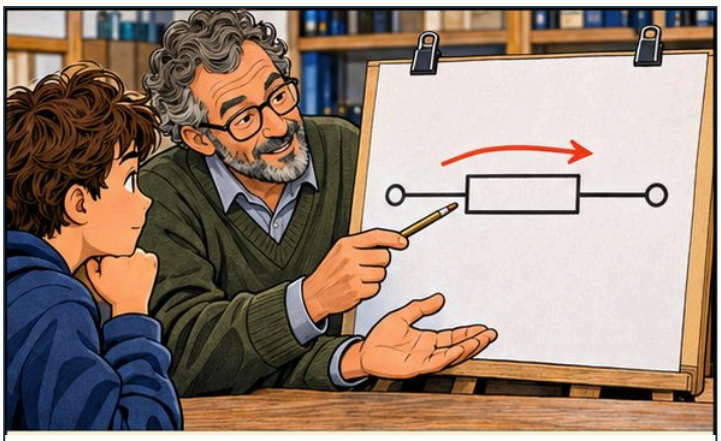


Lucas pred iskanjem napake loči vloge sestavnih delov.

Vrnitev k Ohmovemu zakonu



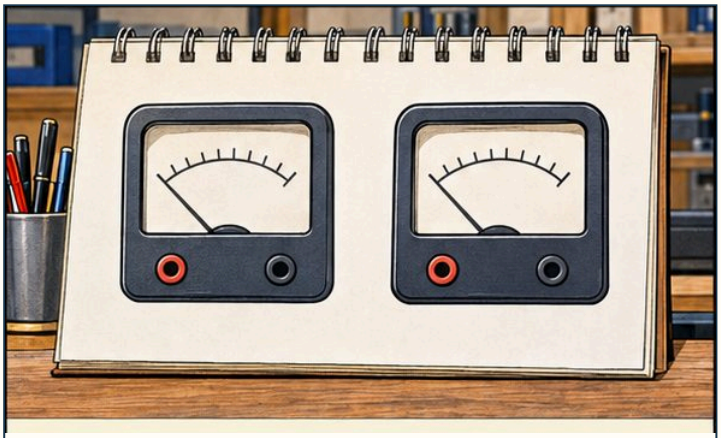
Za ohmski upor pri določeni temperaturi velja U = R × I.



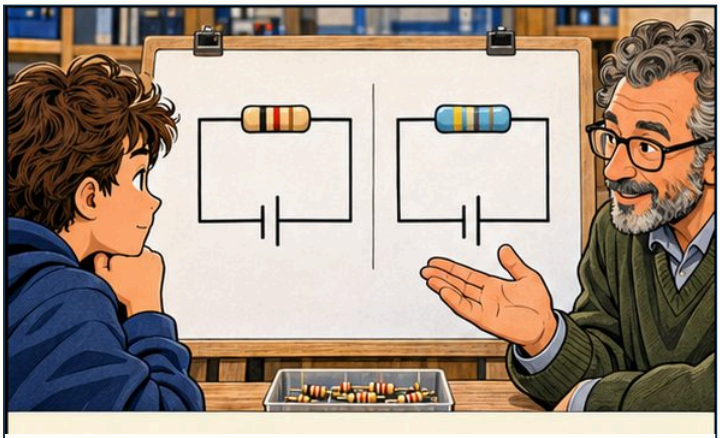
U je napetost na njegovih sponkah; I je tok skozenj.



Zapišemo lahko tudi I = U / R in R = U / I.



V teh računih je U v voltih in I v amperih.



Pri enaki napetosti večji R zmanjša tok.

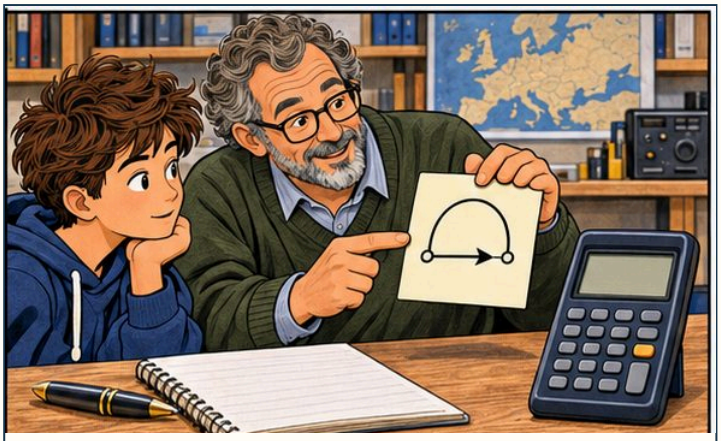


»LED ni ohmski upor,« opomni Henri.

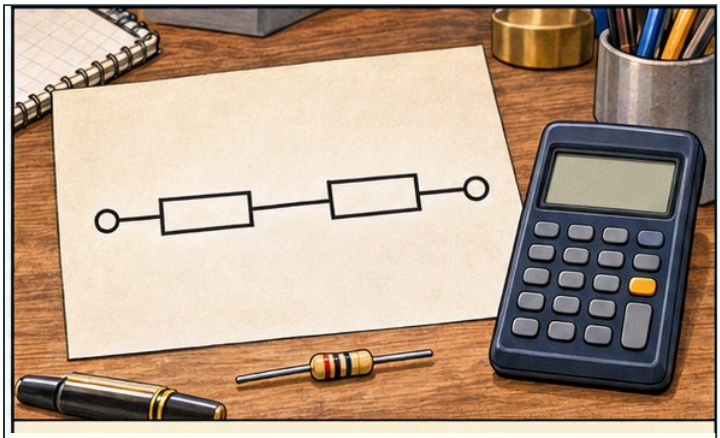
Enote pred številkami



1 kΩ = 1 000 Ω; 1 MΩ = 1 000 000 Ω.



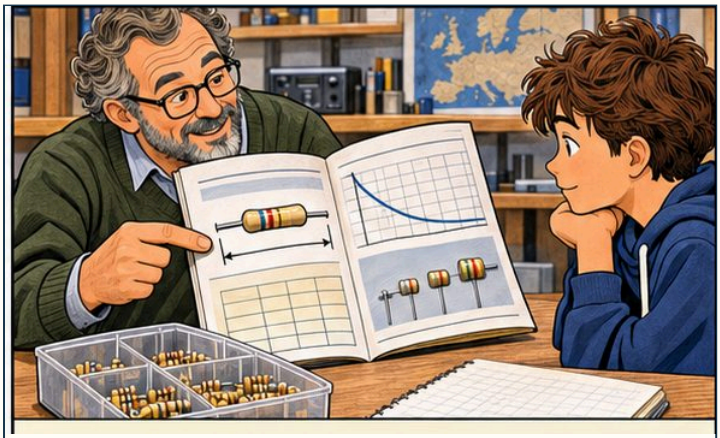
1 mA = 0,001 A: Lucas pred uporabo enačbe pretvori enote.



Pri 5 V na 1 kΩ izračun da 5 mA.



Na nekaterih delih 4K7 pomeni 4,7 kΩ in 2R2 pomeni 2,2 Ω.



Oznaka je odvisna od dela; merodajna je dokumentacija.



Lucas obkroži enote: pozabljena predpona lahko spremeni izbiro.

Preberi pred merjenjem



Upor na plošči ima barvne obročke.



Henri prinese proizvajalčevo kartico in povečevalo.



Najprej določita število pasov in razmike.



Tolerančni pas je pogosto ločen od drugih.



Če smer ni jasna, preverita oznako in izmerjeno vrednost.



Slabo osvetljena barva ne zadostuje za izbiro nadomestila.

Štirje pasovi, štiri vloge



V običajni štiripasovni kodi prva dva pasova podajata števki.



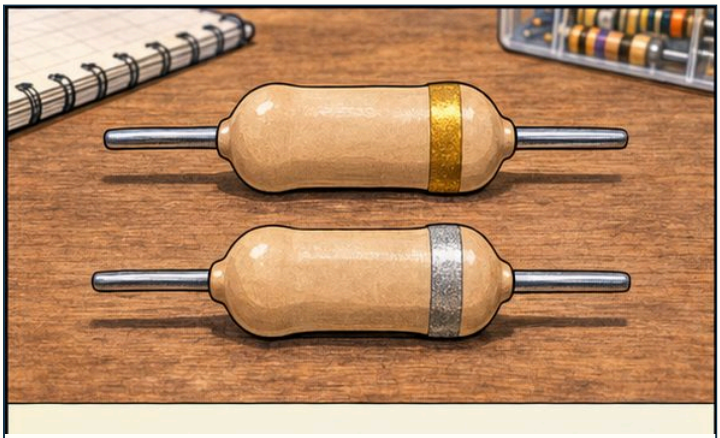
Tretji pas je množilnik.



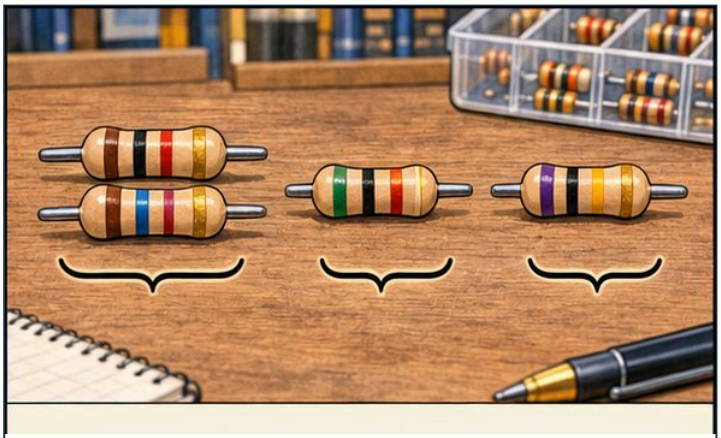
Četrti označuje toleranco nazivne vrednosti.



Bereta od konca nasproti tolerančnemu pasu.



Zlata tukaj pomeni ±5 %; srebrna pomeni ±10 %.



»Dve števki, množilnik in odstopanje,« povzame Lucas.

Paleta števk



Črna pomeni 0; rjava 1; rdeča 2; oranžna 3; rumena 4.



Zelena pomeni 5; modra 6; vijolična 7; siva 8; bela 9.



Položaj barve določa njeno vlogo v kodi.



Kot množilnik rdeča pomeni ×100 in oranžna ×1 000.



Zlata in srebrna lahko množita tudi z 0,1 in 0,01.



Lucas ima kartico pri roki: bolje je razumeti kot ugibati.

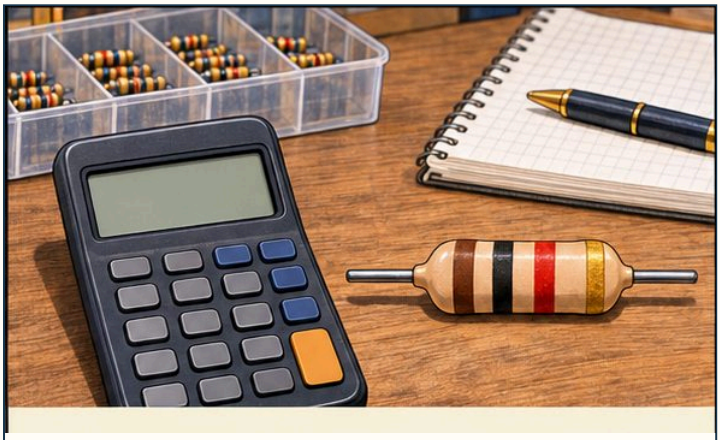
Prvo razbiranje



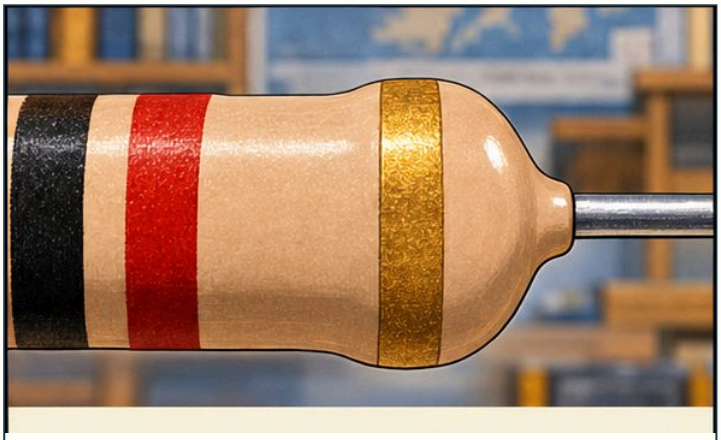
Primer: rjava, črna, rdeča, zlata.



Rjava in črna dasta 10; rdeča množi s 100.



10 × 100 = 1 000 Ω oziroma 1 kΩ.



Zlati pas doda toleranco ±5 %.



Nazivna vrednost torej ne obljublja povsem točne vrednosti.



Lucas posebej zapiše vrednost in toleranco.

Sestavni del lučke



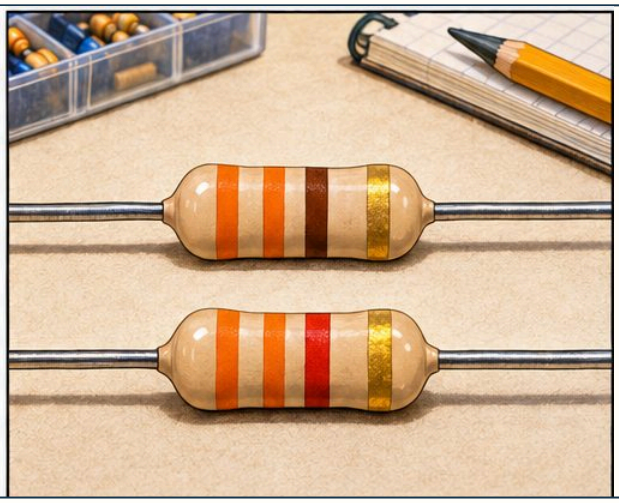
Dokumentacija plošče določa oranžno, oranžno, rjavo, zlato.



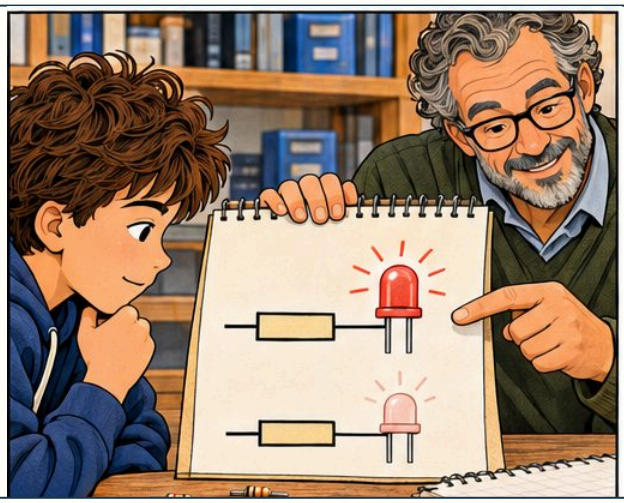
Prva pasova dasta 33; rjava pomeni ×10.



Rezultat je 330 Ω s toleranco ±5 %.



Rdeči tretji pas bi dal 3 300 Ω oziroma 3,3 kΩ.



Takšna zamenjava bi močno zmanjšala tok lučke.



Henri shrani oba primera za prihodnjo delavnico za obiskovalce.

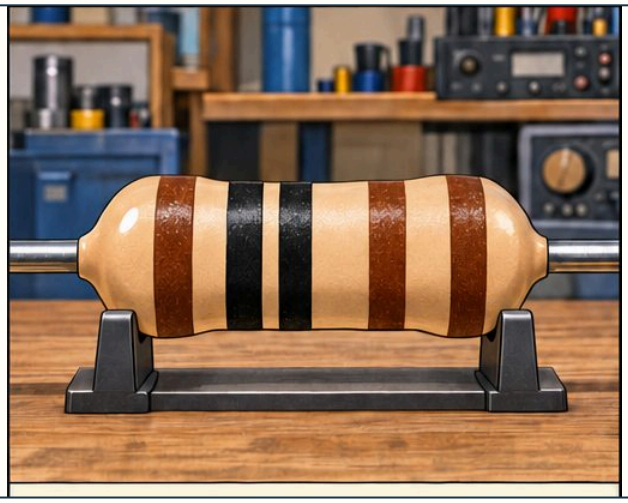
Še en pas



Običajna petpasovna koda se začne s tremi pomembnimi števkami.



Četrti pas množi; peti označuje toleranco.



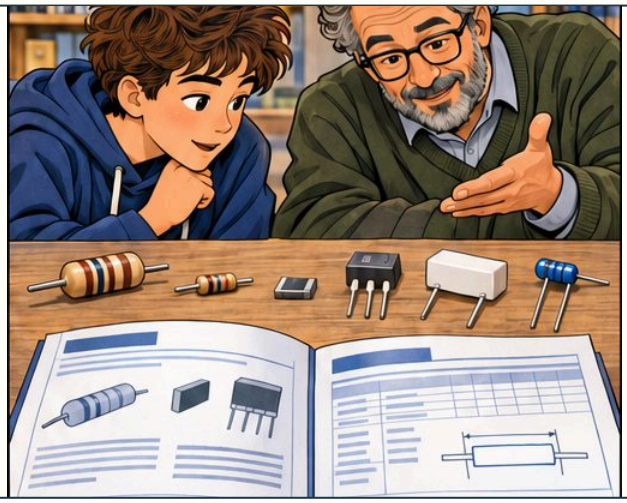
Rjava, črna, črna, rjava, rjava da 100 × 10 = 1 000 Ω.



Zadnji rjavi pas tukaj pomeni ±1 %.

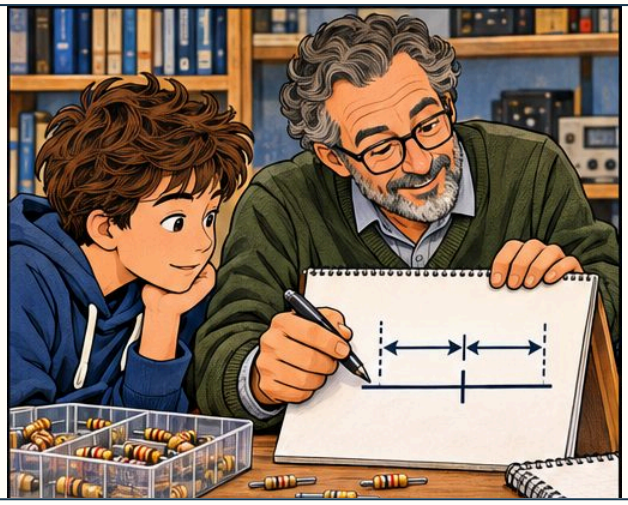


Petih pasov zato ne bereta kot štirih.



Obstajajo druge oznake: Henri priporoča ustrezni podatkovni list.

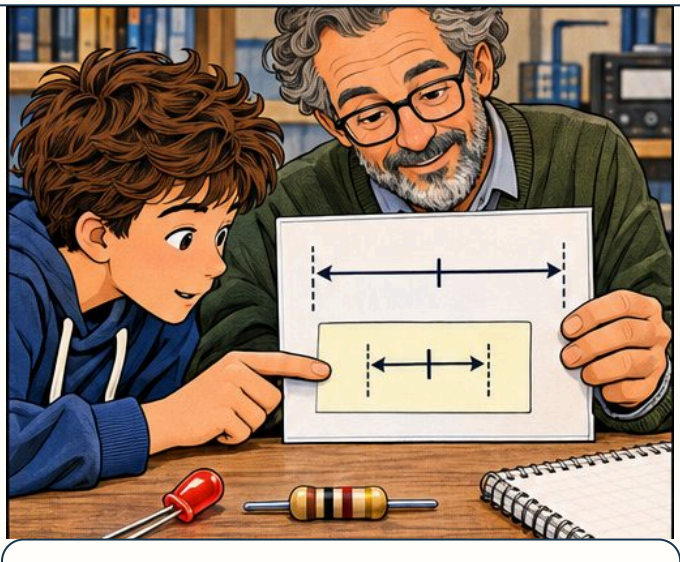
Razumeti toleranco



Pri 1 kΩ z ±5 % je največji nazivni odmik 50 Ω.



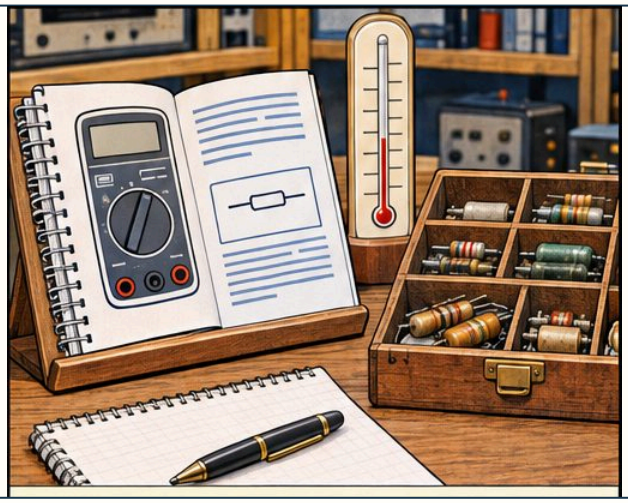
Ustrezni interval je od 950 Ω do 1 050 Ω.



Pri 330 Ω z ±5 % je od 313,5 Ω do 346,5 Ω.



Meje veljajo v proizvajalčevih referenčnih pogojih.



Pomembni so tudi temperatura, staranje in merilna negotovost.



Lucas razume, zakaj dva dobra dela lahko dasta različna odčitka.

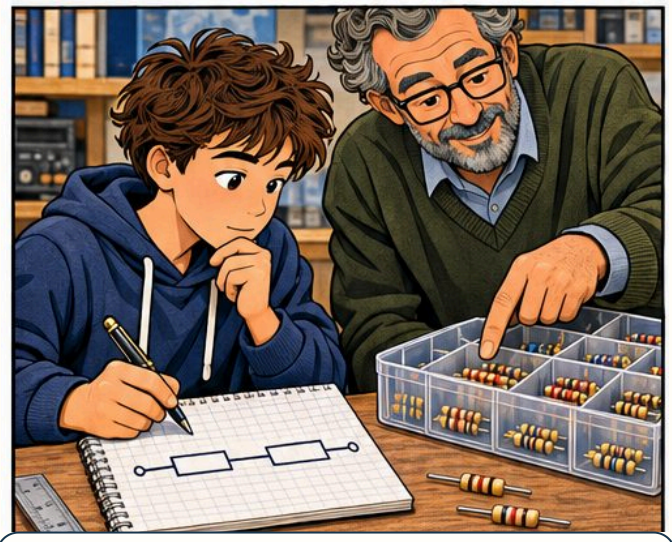
Izbrati dosegljivo vrednost



Proizvajalci ponujajo vrste standardiziranih vrednosti.



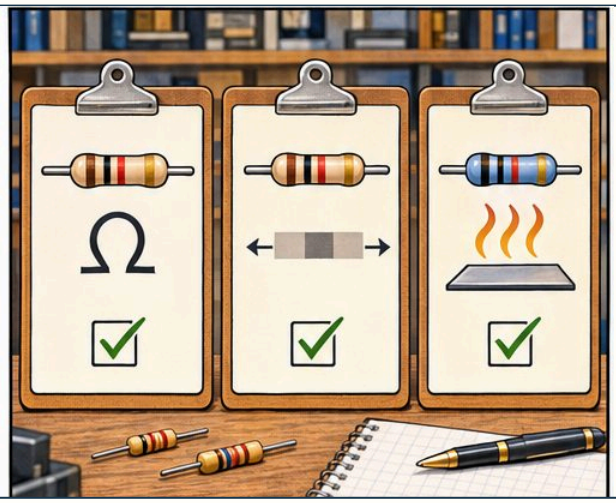
V vrsti E12 so med drugim 270 Ω, 330 Ω in 390 Ω.



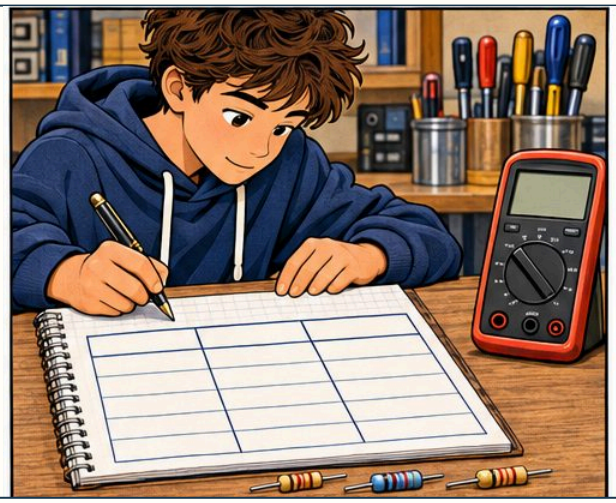
Izračun ne ustreza vedno delu v predalu.



Izbereta glede na želeno delovanje in nato preračunata.



Vrednost, toleranca in moč so tri različna merila.

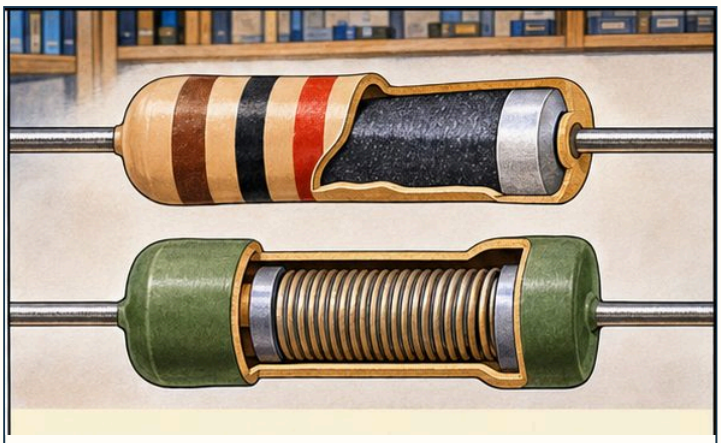


Lucas vsakemu nameni mesto na seznamu delov.

Pod istim imenom



Upori enake vrednosti so lahko različno izdelani.



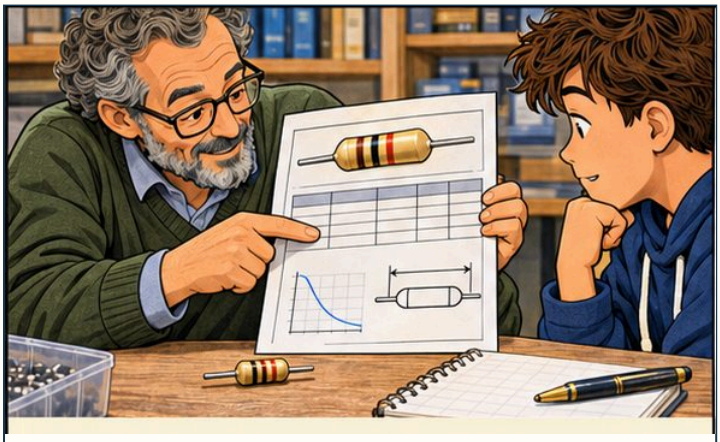
Henri pokaže plastne modele in žični upor.



Majhni upori SMD se namestijo neposredno na tiskano vezje.



Velikost sama ne pove tolerance in vseh omejitev.

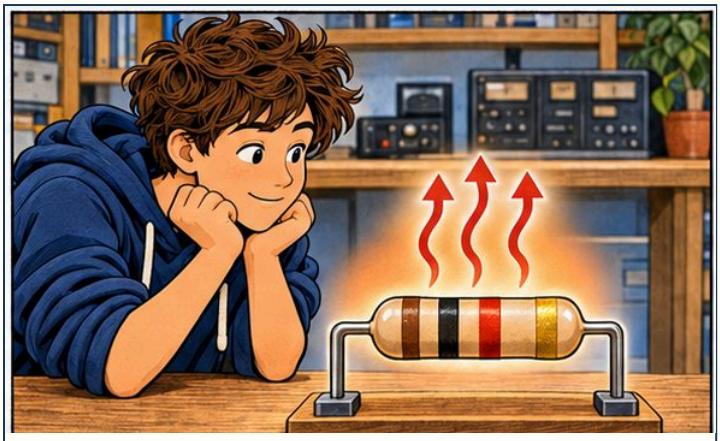


Podatkovni list navaja moč, največjo napetost in pogoje uporabe.

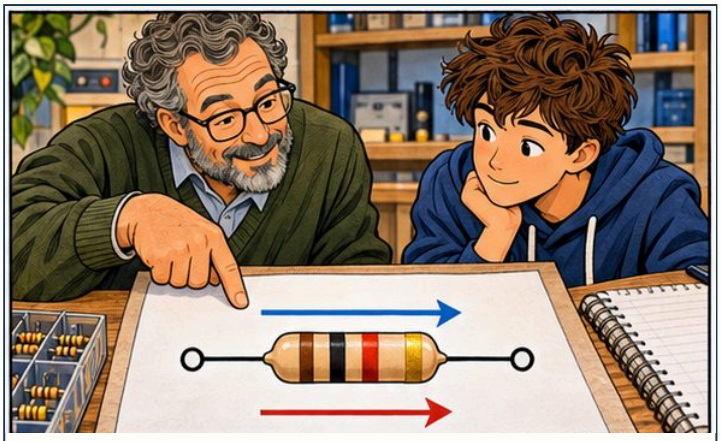


Za lučko izbereta prepoznan del z dokumentacijo.

Kam gre energija?



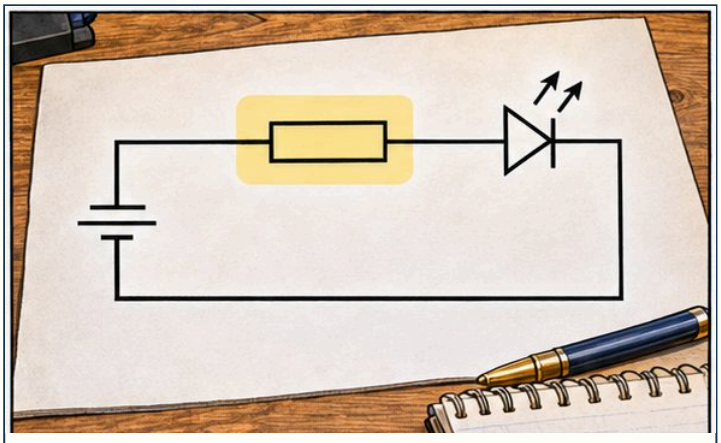
Upor razpršuje električno energijo kot toploto.



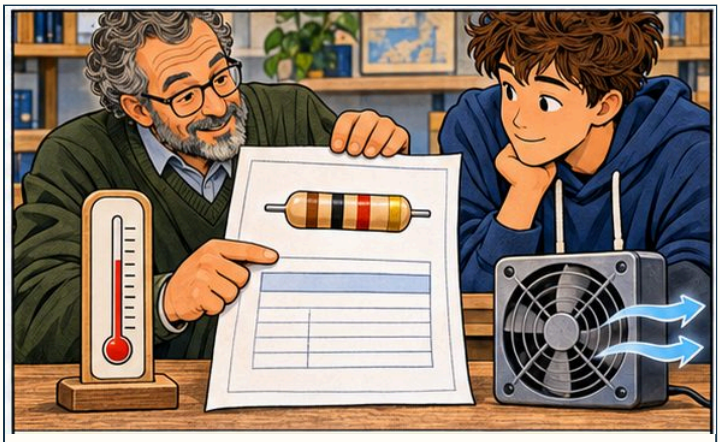
Njegova izgubna moč je $P = U \times I$.



Po Ohmovem zakonu: $P = R \times I^2 = U^2 / R$.



Ta U in I pripadata obravnavanemu uporu.

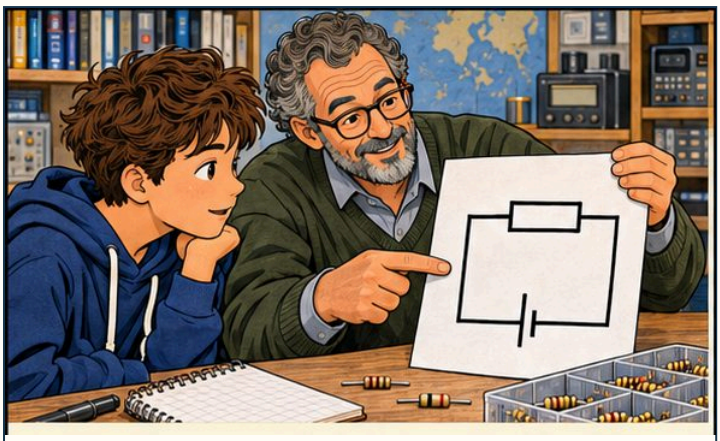


Nazivna moč je meja, določena pri nekaterih pogojih.



»Več vatov ne pomeni več ohmov,« sklene Lucas.

Primer s segrevanjem



Na papirju računata: 12 V na 1 kΩ da 12 mA.



Moč je 12^2 / 1 000 = 0,144 W.



Del 0,25 W lahko ustreza, če pogoji uporabe to dovoljujejo.



Ohranita rezervo in preverita temperaturo okolice.

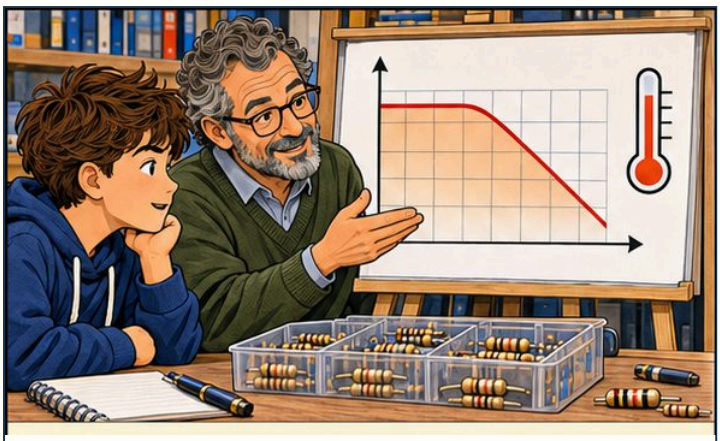


Zaprto ohišje ali bližnji vir toplote lahko spremenita izbiro.



Za razumevanje računa ni potreben preizkus segrevanja.

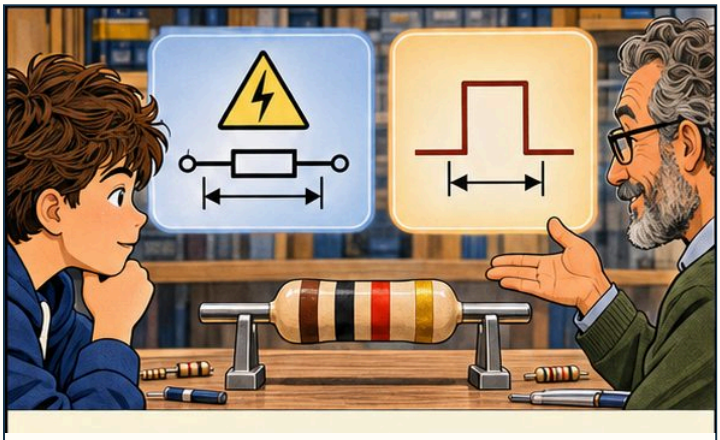
Meja ni cilj



Krivulja zmanjševanja obremenitve lahko pri vročini omeji dovoljeno moč.



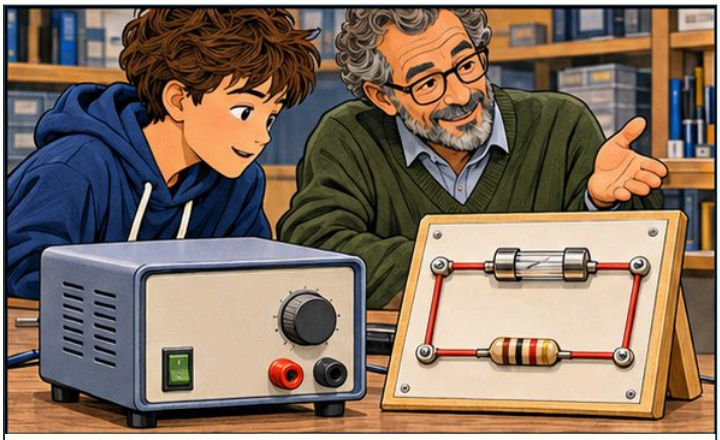
Henri pokaže krivuljo v listu izbranega modela.



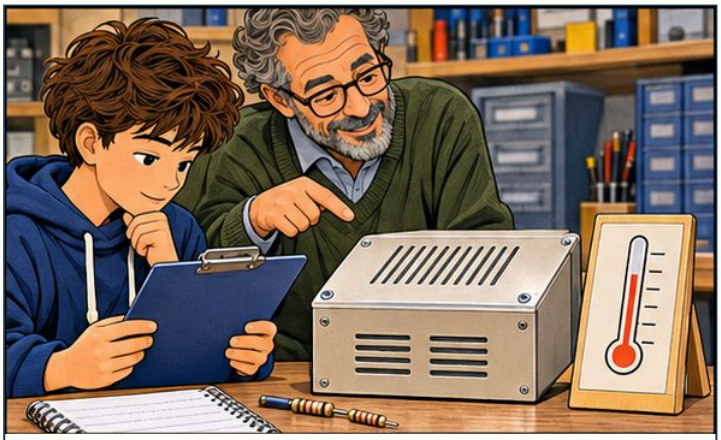
Preverita tudi delovno napetost in morebitne impulze.



Upor za razprševanje energije ne nadomesti varovalke.

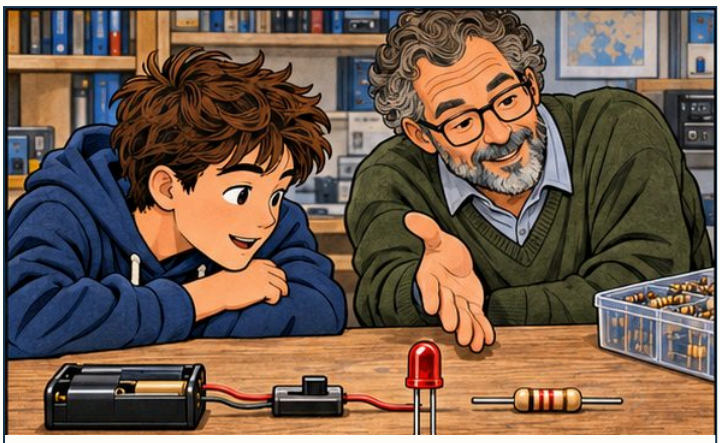


Plošča ohrani zaščito, ki jo je predvidel načrtovalec.

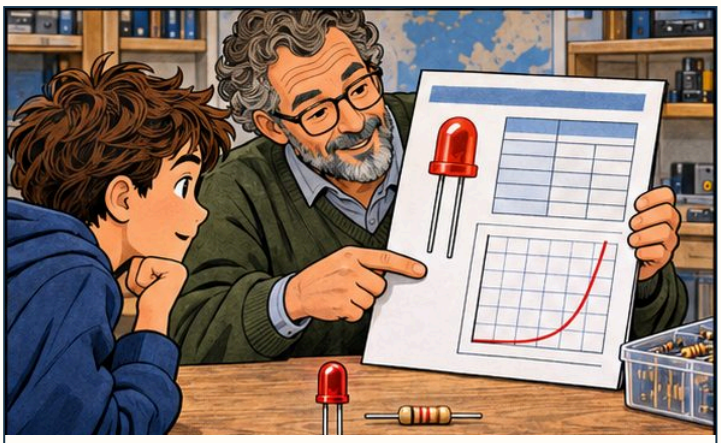


Lucas bo izbral z rezervo in preveril dejanske pogoje.

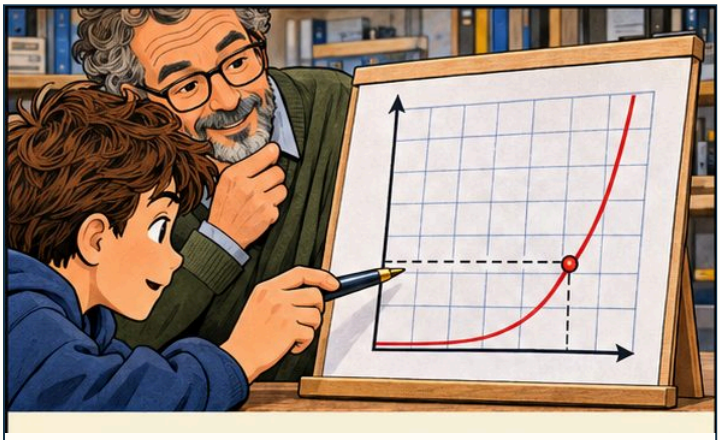
Priprava računa za lučko



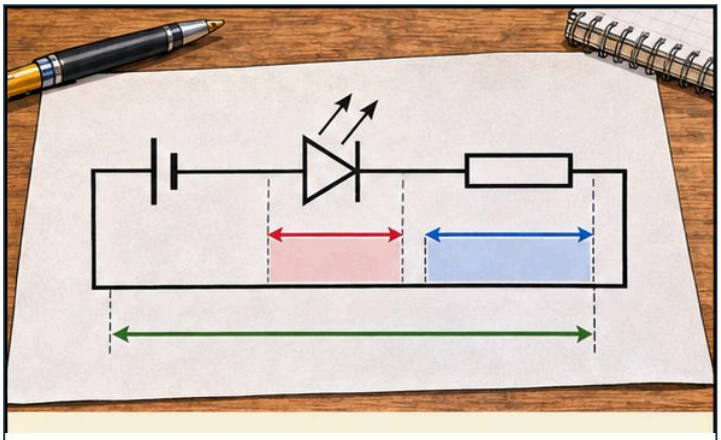
Primer uporablja napajanje 5 V in rdečo LED.



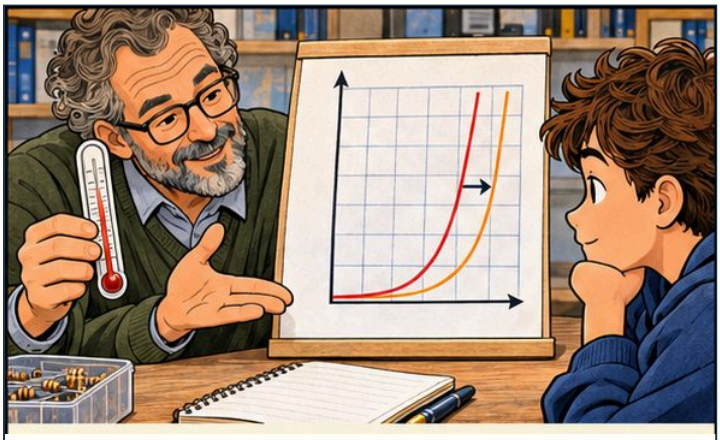
List te LED dopušča približno 2 V pri obravnavanem toku.



Ciljata na 10 mA v mejah tega modela.



Na zaporednem uporu je tako približno 5 − 2 = 3 V.

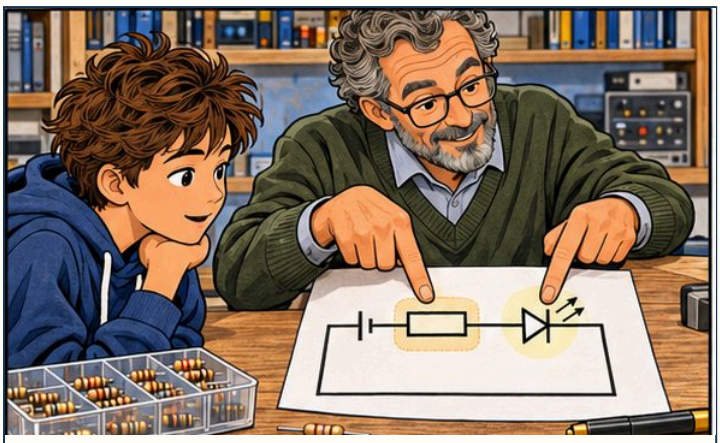


Prevajalna napetost LED je odvisna od toka in temperature.

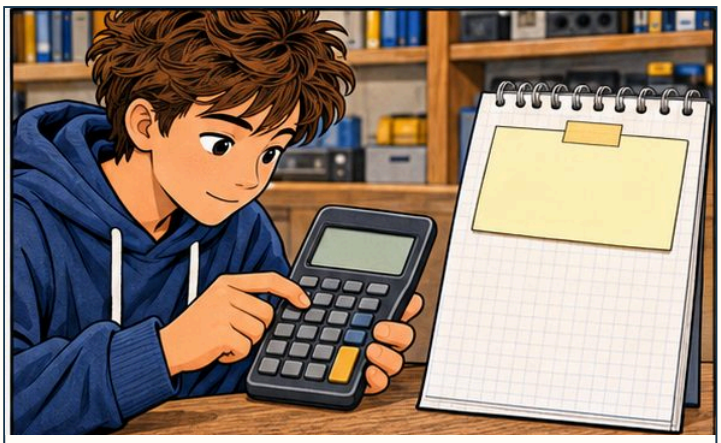


To so računske predpostavke, ne podatki za vse LED.

Teoretična vrednost



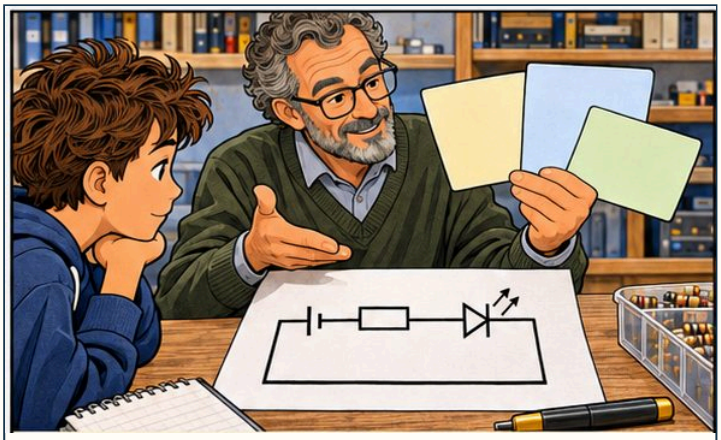
Za zaporedni upor: R = (Unapajanja – ULED) / I.



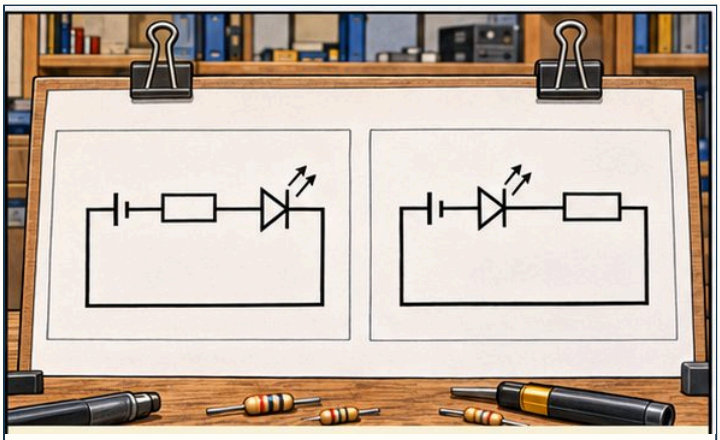
Lucas pretvori: 10 mA = 0,010 A.



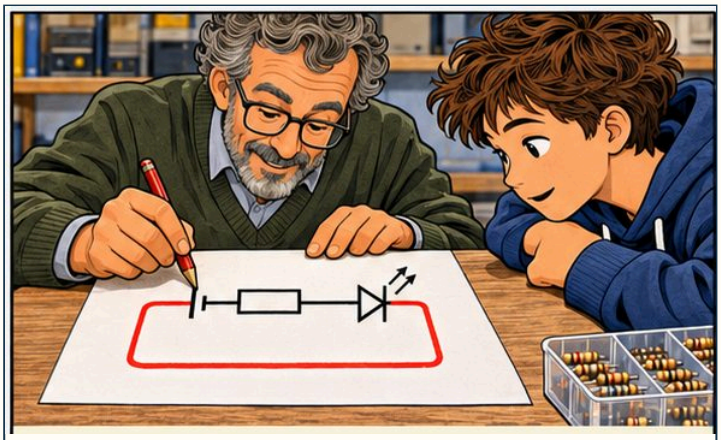
Izračuna R = (5 – 2) / 0,010 = 300 Ω.



Vrednost predpostavlja napetosti primera in želeni tok.



Upor je lahko pred LED ali za njo v isti zaporedni zanki.

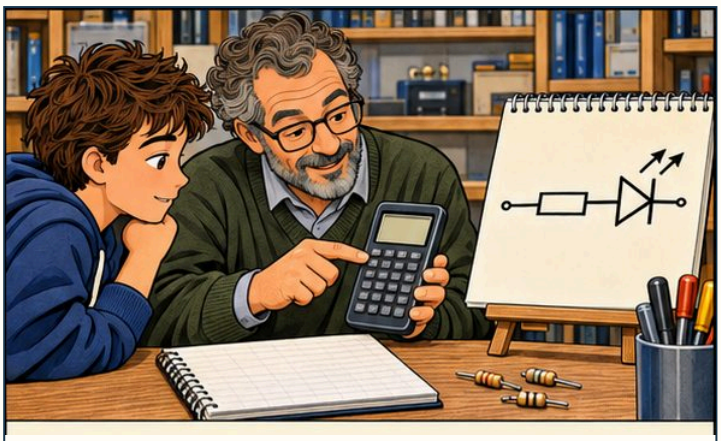


Henri preveri shemo, predvsem odsotnost poti mimo upora.

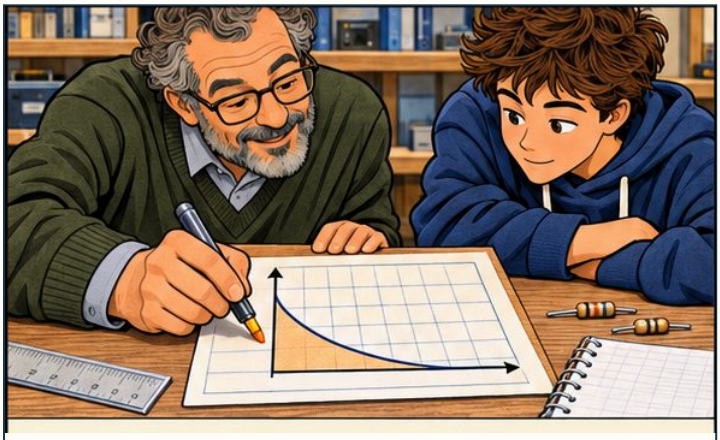
Od računa do predala



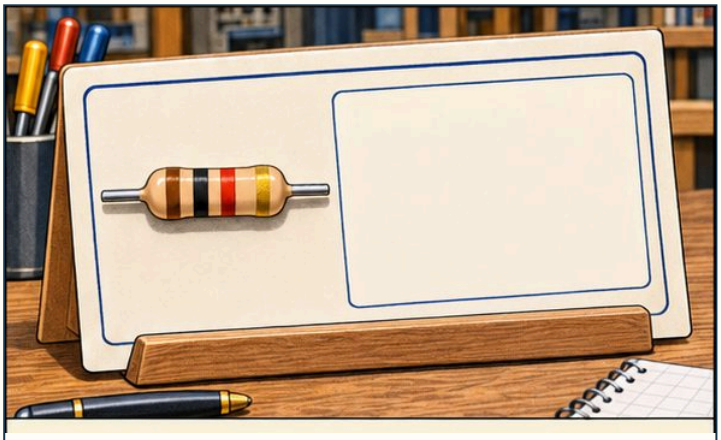
Iz zaloge izbereta 330 Ω namesto 270 Ω.



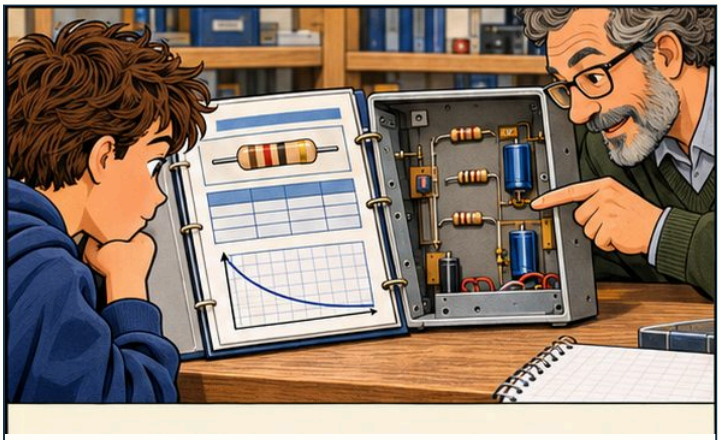
Z istimi predpostavkami je I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA.



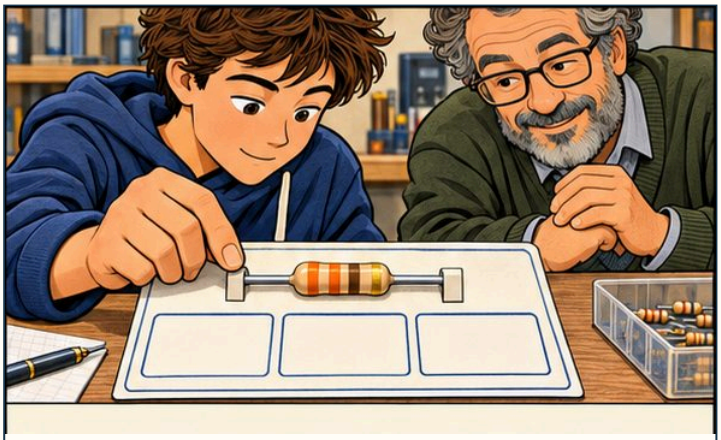
Moč upora je približno 3^2 / 330 ≈ 0,027 W.



Prepoznani del 0,25 W tu daje udobno toplotno rezervo.

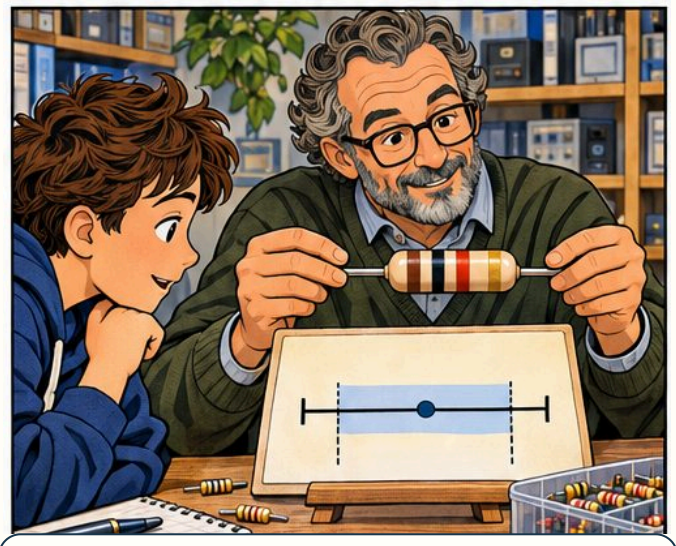


Vseeno preverita list in predvidene pogoje v plošči.



Lucas zapiše: 330 Ω, ±5 %, 0,25 W; vsa tri merila so določena.

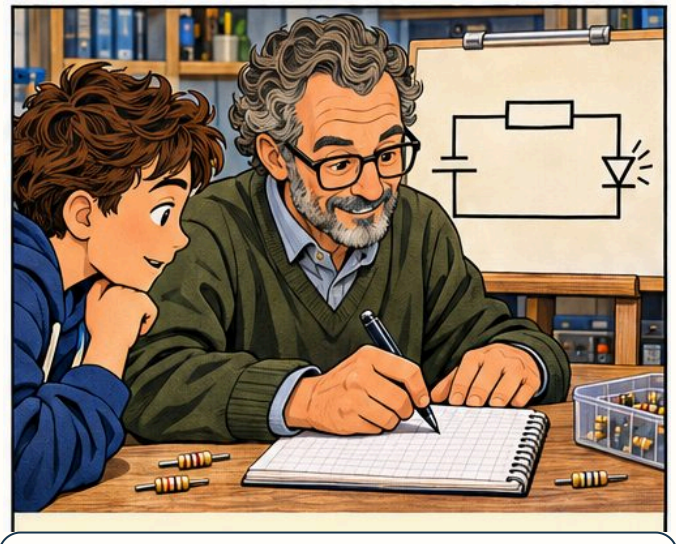
Upoštevati odstopanja



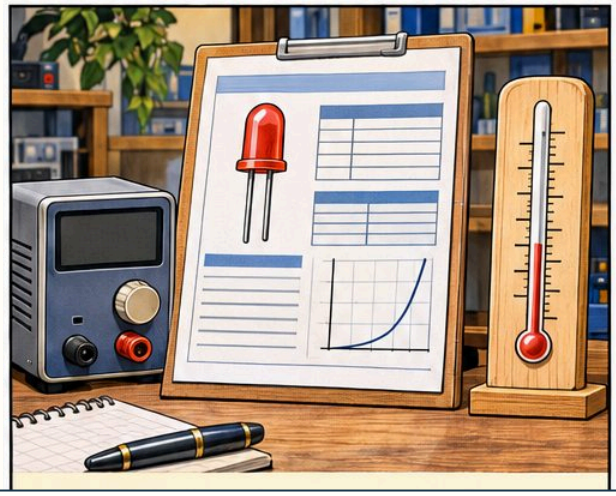
Že toleranca R spremeni izračunani tok.



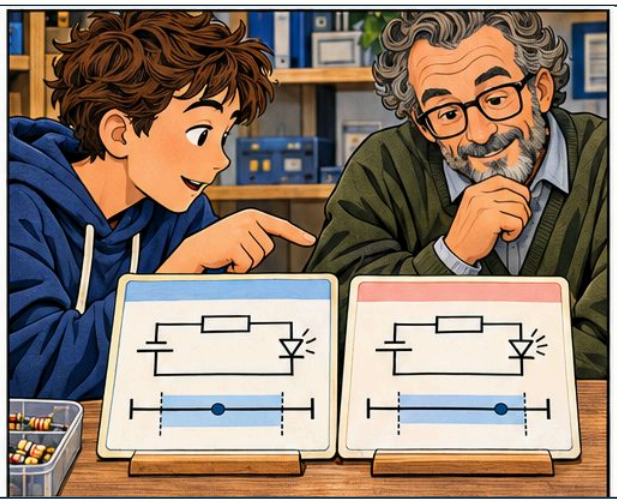
Pri 3 V na uporu da 313,5 Ω približno 9,57 mA.



Pri 346,5 Ω dobimo približno 8,66 mA.



Spreminjata se tudi napajanje in napetost LED.



V resničnem vezju z dokumentacijo preverimo neugodni primer.



»Uporaben približek ohrani predpostavke,« si zapomni Lucas.

Pravi trenutek za ohmmeter



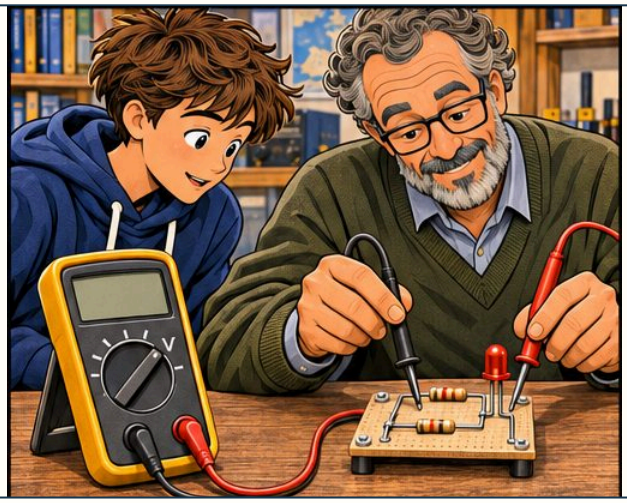
Ohmmeter za določitev upornosti dovaja majhen signal.



Ne uporablja se na napajanem vezju.



Henri izklopi, odklopi in izvede postopek praznjenja plošče.



Potem z ustrezno nastavitvijo preveri odsotnost napetosti.



Šele po teh pregledih preideta na merjenje upornosti.



Lucas doda ta natančni vrstni red diagnostičnemu listu.

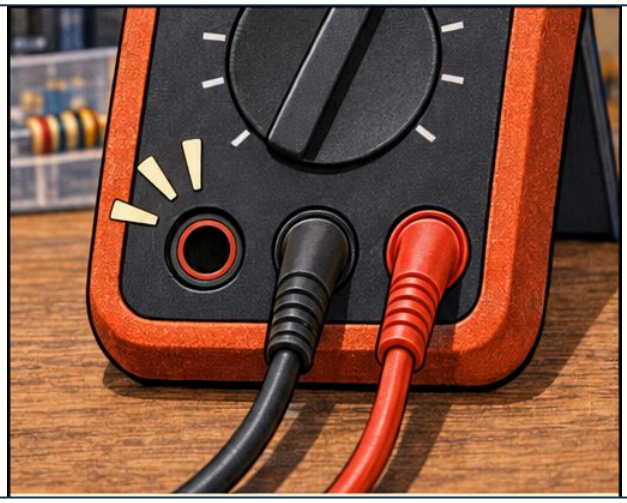
Priprava konic



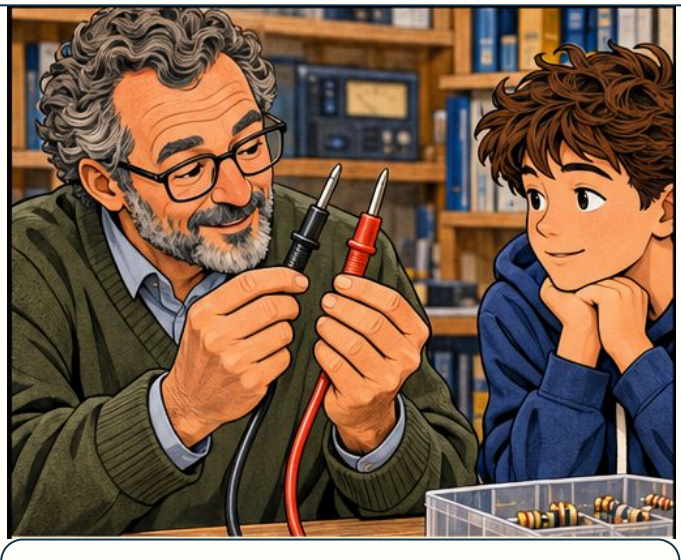
Za priključke in območje sledita navodilom multimetra.



Črni vtič gre v COM; rdeči v vhod za ohme.



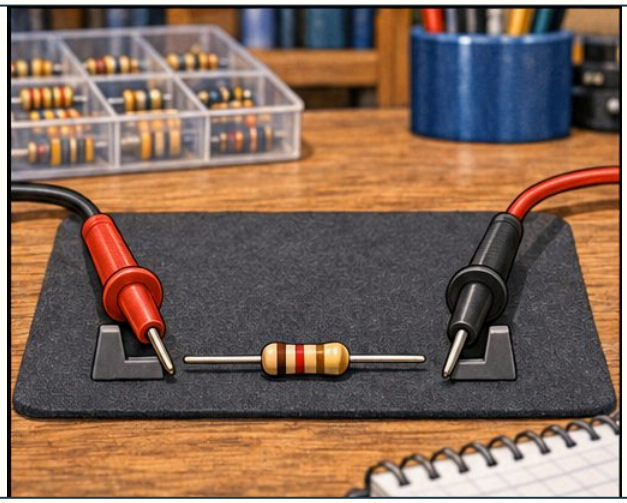
Tokovnega vhoda pri tem merjenju ne uporabljata.



Preverita kable in stik merilnih konic.

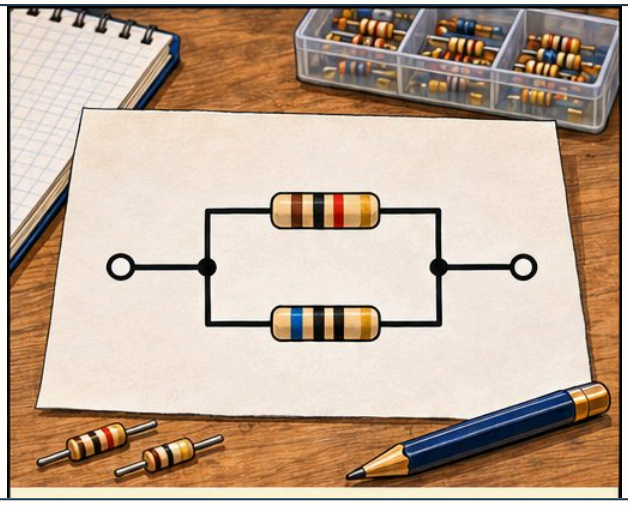


Prsti in slabi stiki lahko pokvarijo odčitek, zlasti pri veliki upornosti.

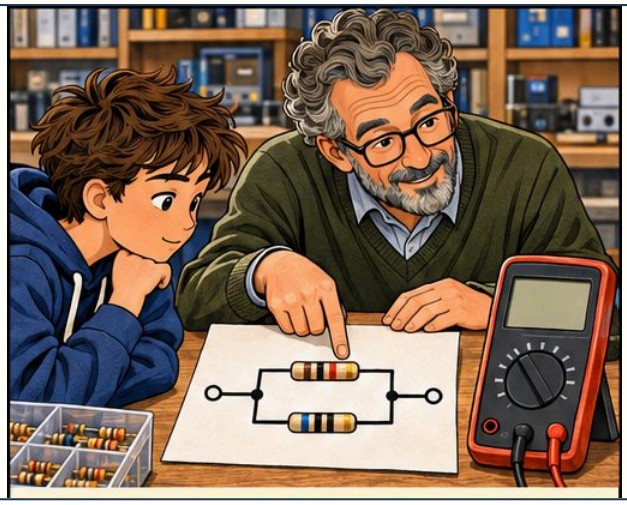


Lucas položi del na izolacijsko podlago in odmakne roke.

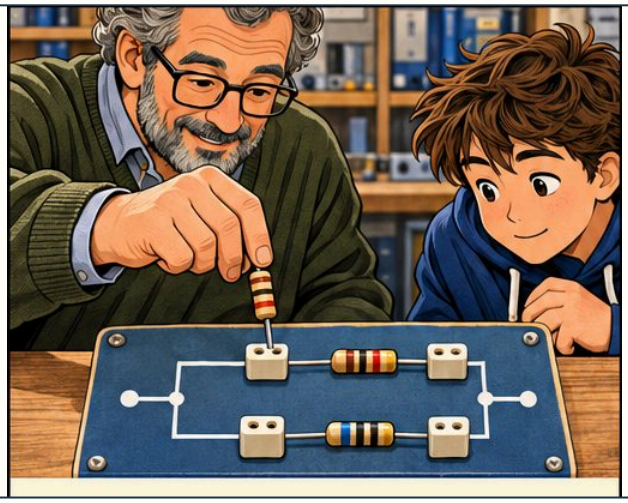
Izogniti se skritim potem



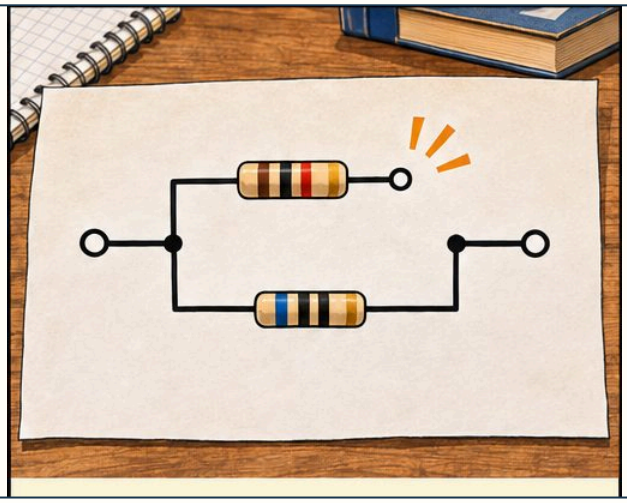
Drugi sestavni deli v vezju lahko ustvarijo vzporedne poti.



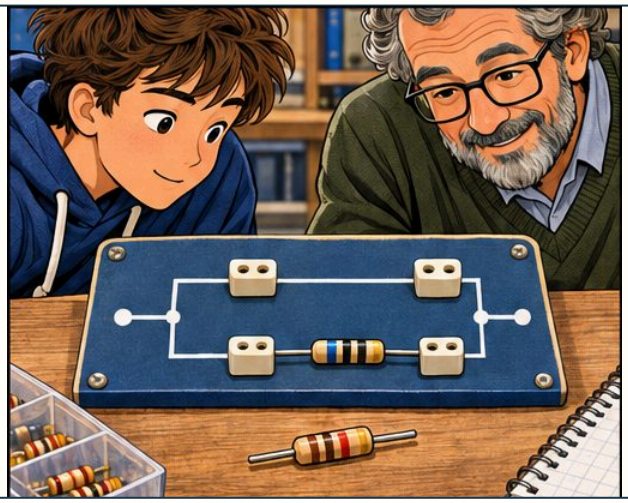
Odčitek zato ni nujno vrednost samega upora.



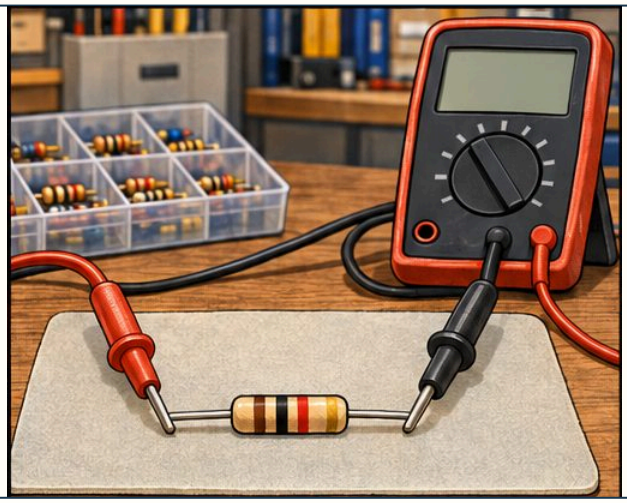
Iz odklopljene vtične plošče vzameta del iz podnožja.



Pri drugih vezjih bo morda treba izolirati eno sponko.



Tu ničesar ne odspajkata: podnožje omogoča ločitev.

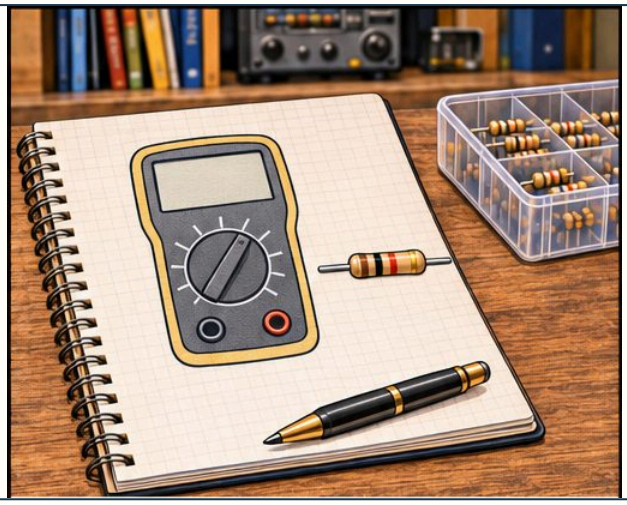


Odstranjeni upor lahko zdaj merita samostojno.

Branje brez prehitrih sklepov



Najprej vadita z znanim uporom 1 kΩ pri ±5 %.



Zvezek kaže možen odčitek: 0,998 kΩ oziroma 998 Ω.



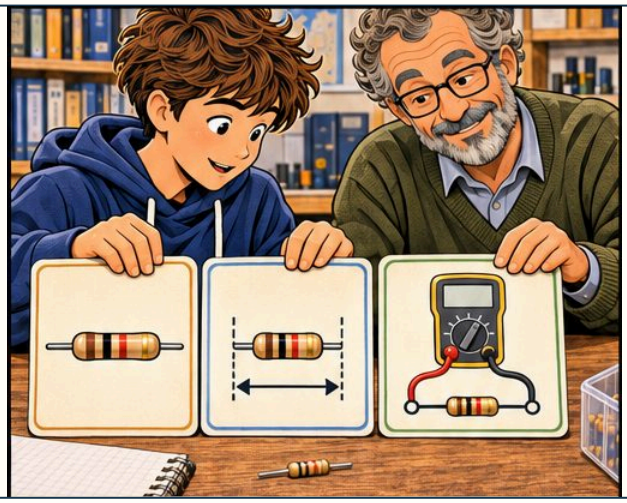
Vrednost ostaja v nazivnem intervalu od 950 Ω do 1 050 Ω.



Točnost multimetra in kakovost stikov omejujeta sklep.



Pisk preizkusa sklenjenosti ne nadomesti številčnega merjenja upornosti.

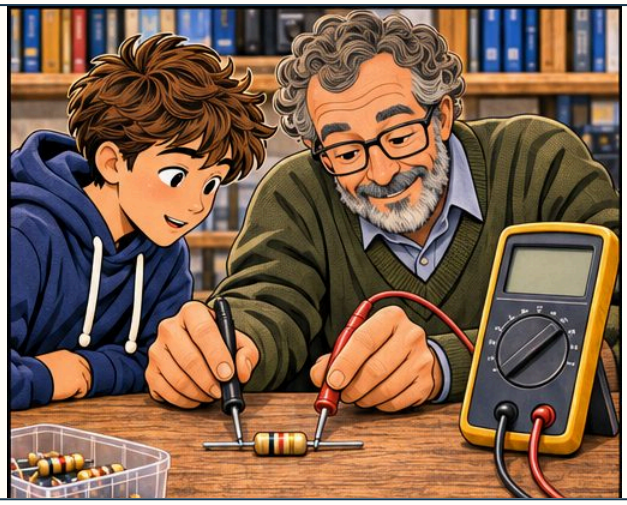


Lucas primerja enoto, pričakovani obseg in pogoje meritve.

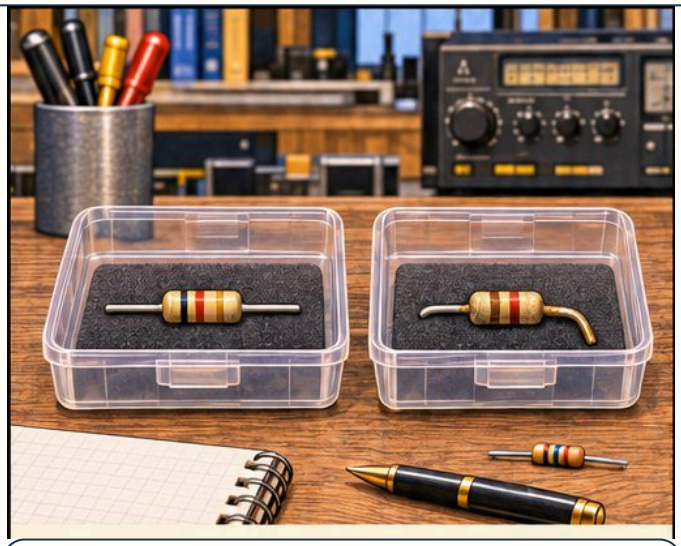
Sled, še ne razsodba



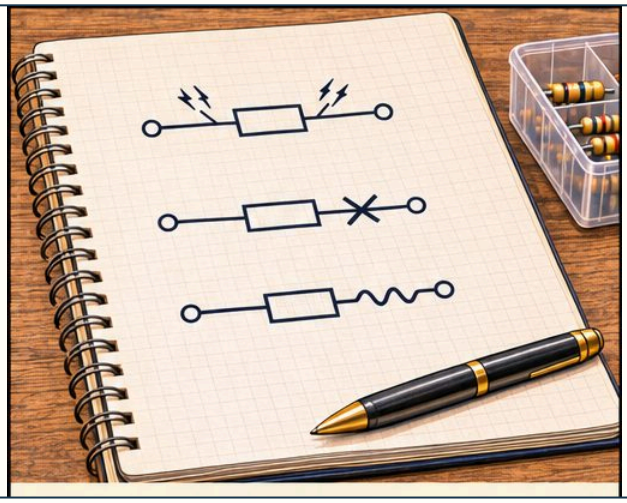
Del iz lučke ima poškodovan stik priključne žice.



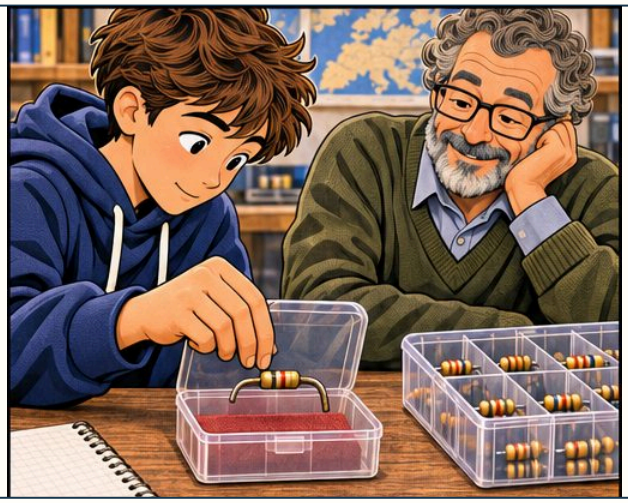
Odčitek je nestabilen; Henri obnovi merilna stika.



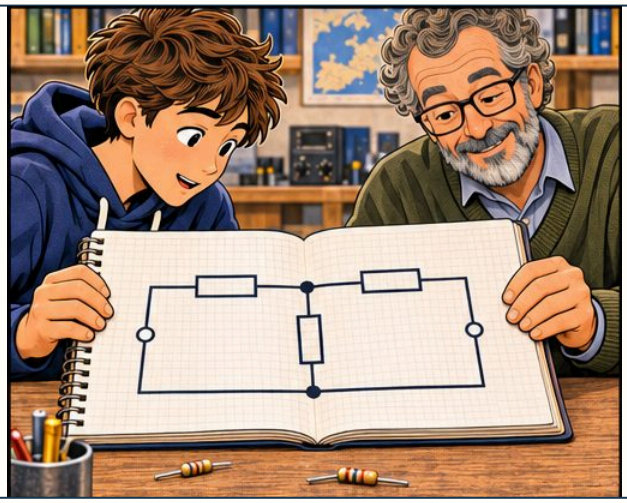
Vedenje primerjata z znanim delom.



Odčitek zunaj območja je lahko posledica dela, kablov ali stika.



Sumljivi del odložita, ne da bi trdila, da sta pojasnila celotno napako.



Shema jima mora še pokazati sodelovanje uporov.

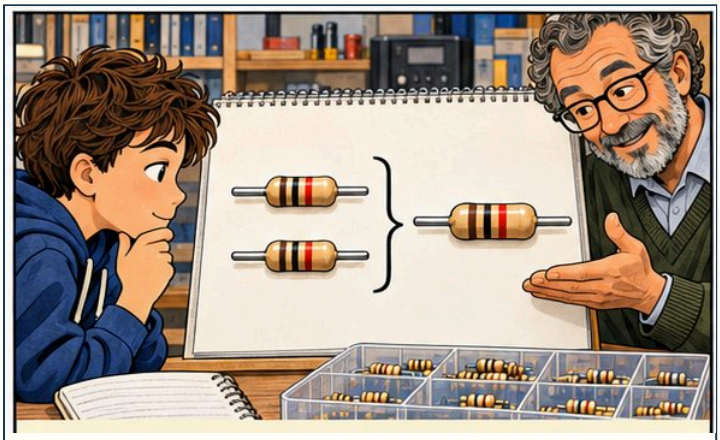
Po eni poti



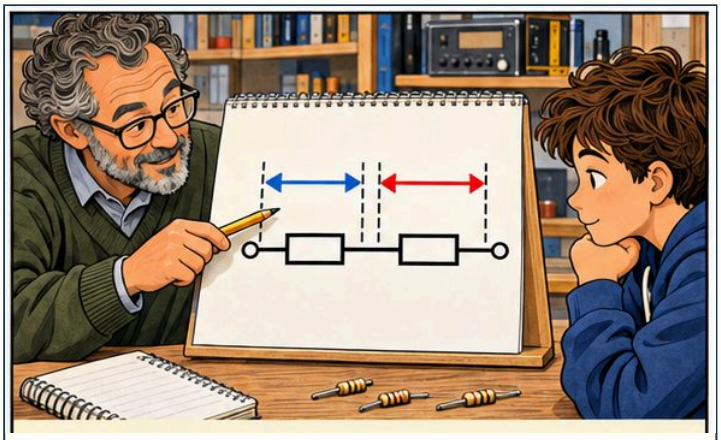
Upora sta zaporedna, če skozi oba teče isti tok brez odcepa.



Njuna nadomestna upornost je R = R1 + R2.



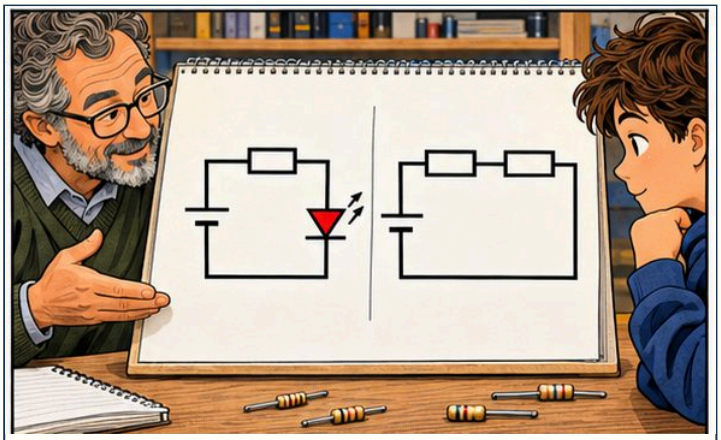
Dva upora 1 kΩ zaporedno data 2 kΩ.



Skupna napetost se razdeli glede na njuni vrednosti.

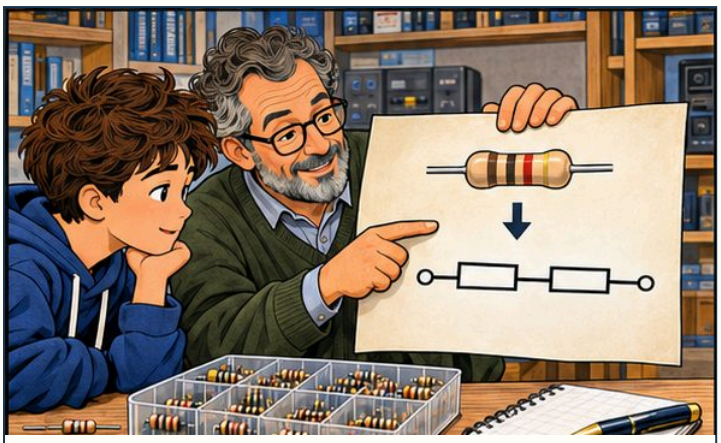


Vsak del mora prenesti svojo napetost in svojo moč.

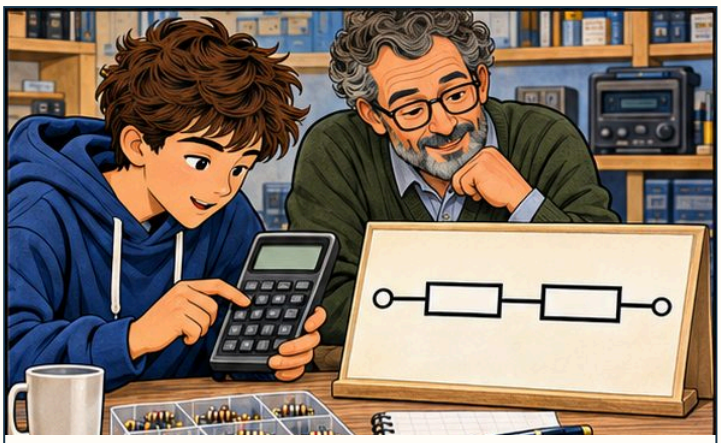


Lucas nariše eno pot in najde zaporedni upor LED.

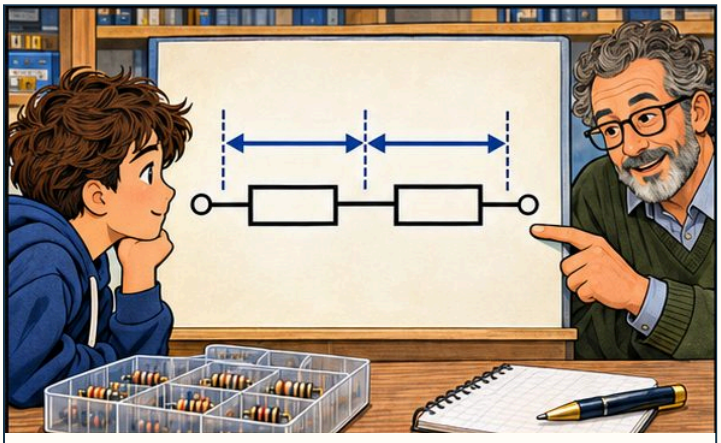
Delitev v zaporedju



Na papirju 5 V napaja dva enaka upora 1 kΩ zaporedno.



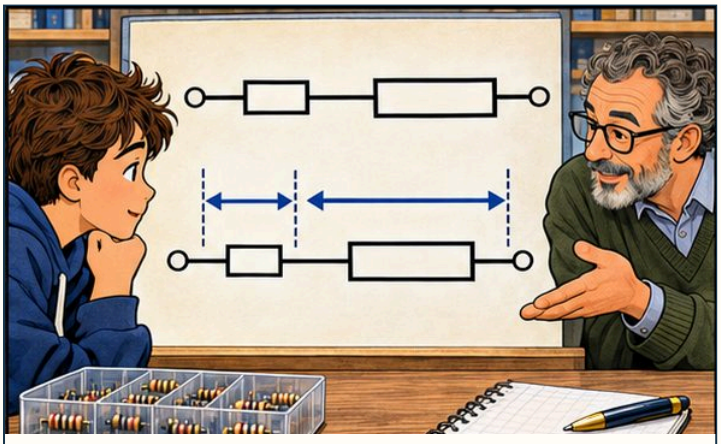
Tok je 5 / 2 000 = 0,0025 A oziroma 2,5 mA.



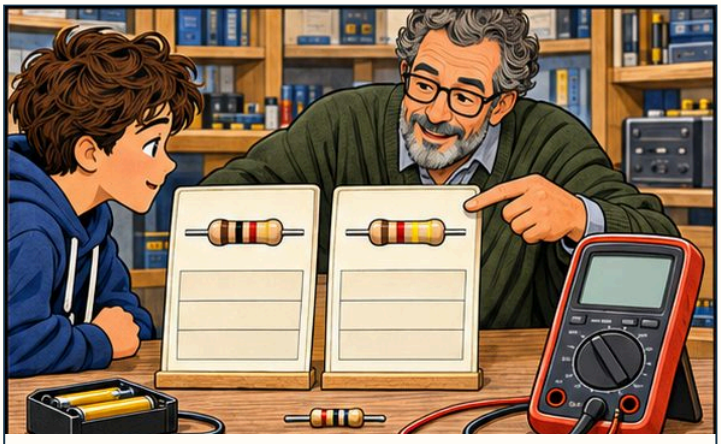
Vsak upor ima v idealnem modelu 2,5 V.



Vsak razpršuje 2,5 × 0,0025 = 0,00625 W.

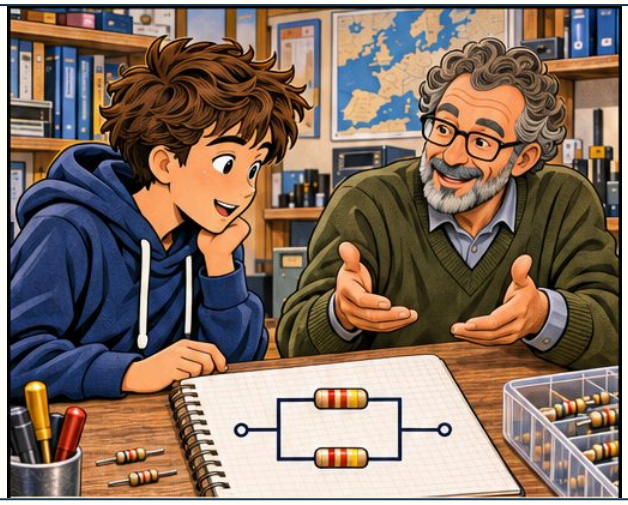


Različni vrednosti bi drugače razdelili napetost in moč.

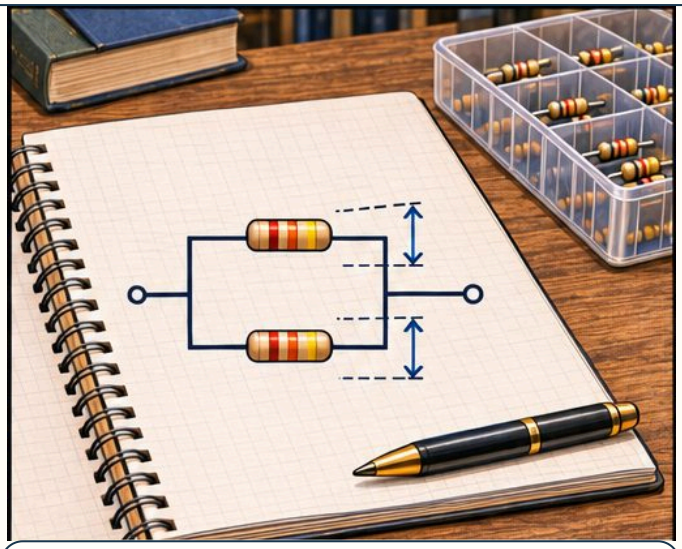


Henri poudari: seštevanje vatov ohišij ne zadostuje za izbiro.

Dve poti med dvema sponkama



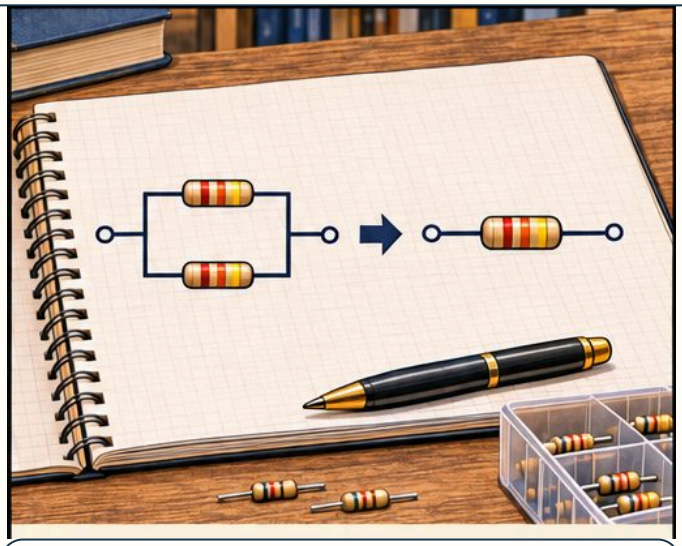
Vzporedna upora sta priključena med isti dve vozlišči.



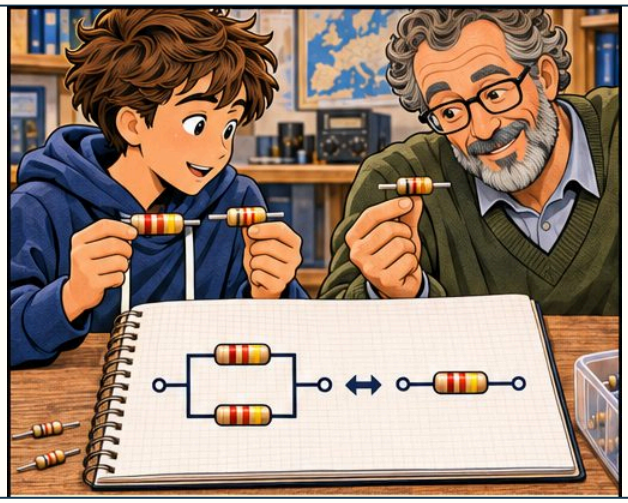
Zato imata enako napetost na sponkah.



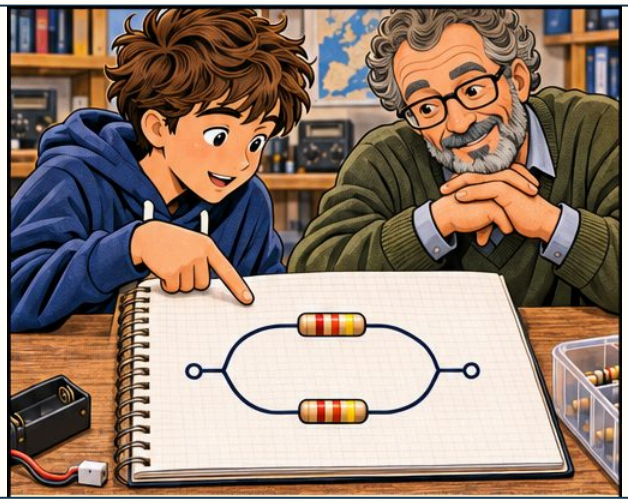
Za dve veji: 1 / R = 1 / R1 + 1 / R2.



Dva upora 1 kΩ vzporedno data 500 Ω.

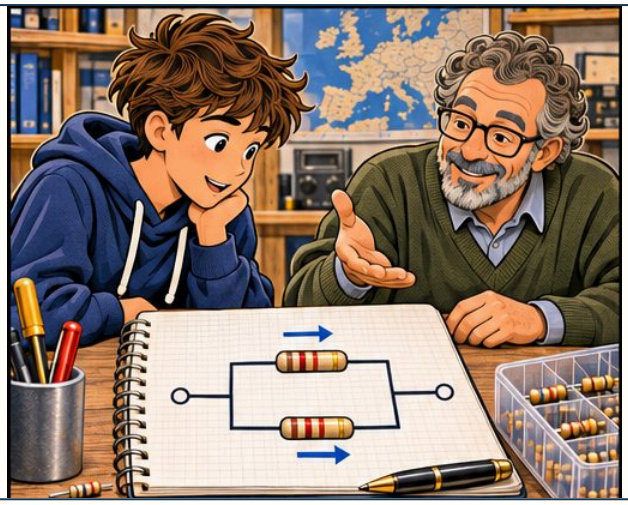


Nadomestna vrednost je manjša od najmanjše pozitivne upornosti vej.

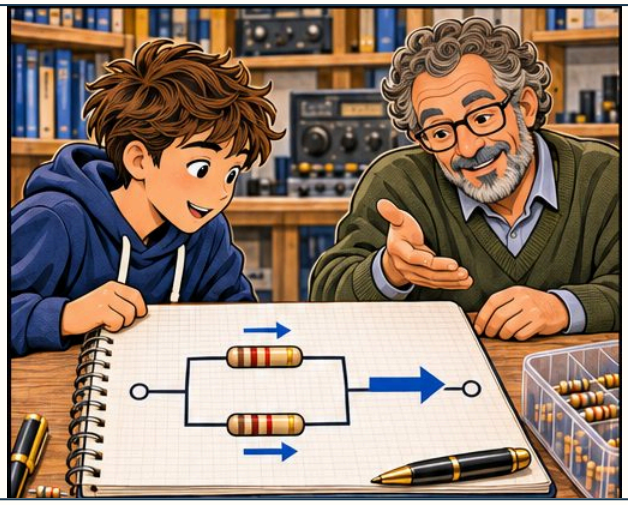


Lucas preveri vozlišča; položaj na risbi ne zadostuje.

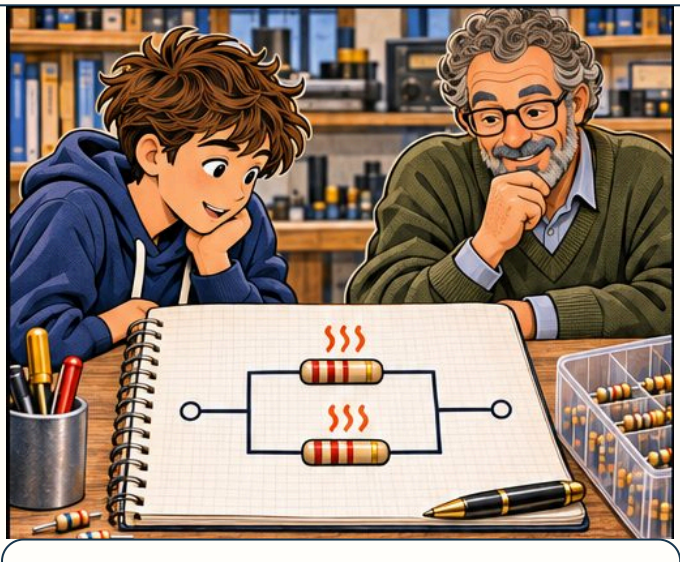
Tok v vejah



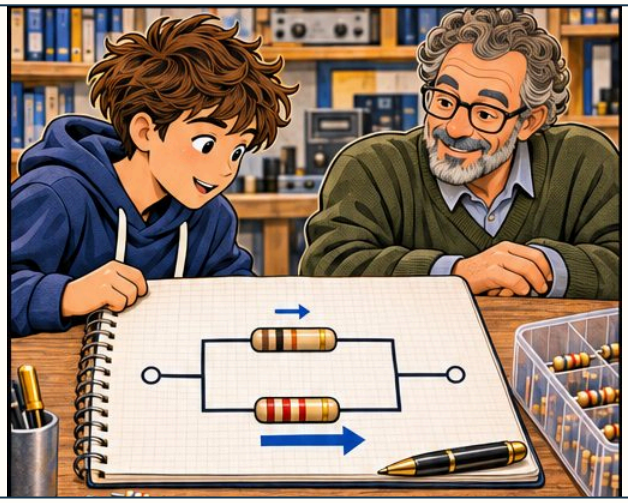
Pri 5 V na vsakem uporu 1 kΩ vsaka veja vzame 5 mA.



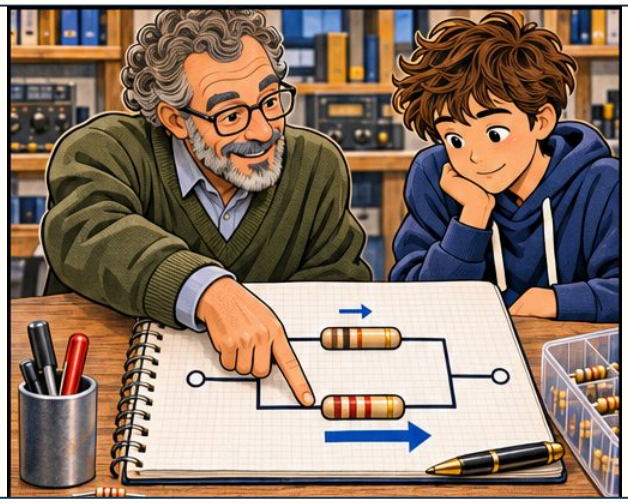
Vir daje njuno vsoto: 10 mA v tem idealnem primeru.



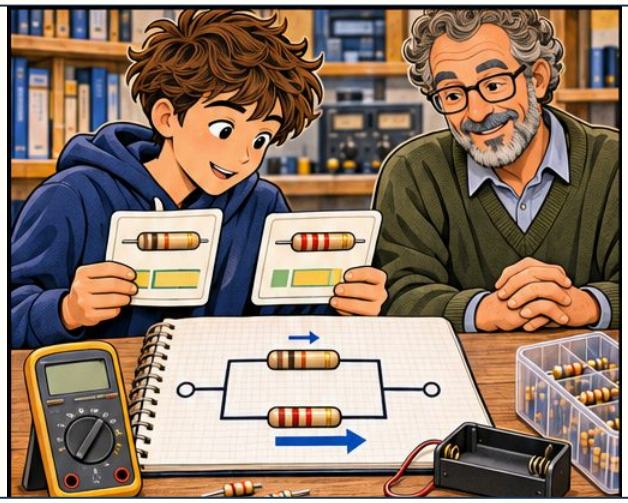
Vsak upor razprši $5^2 / 1\,000 = 0{,}025$ W.



Pri različnih vrednostih tokova nista več enaka.

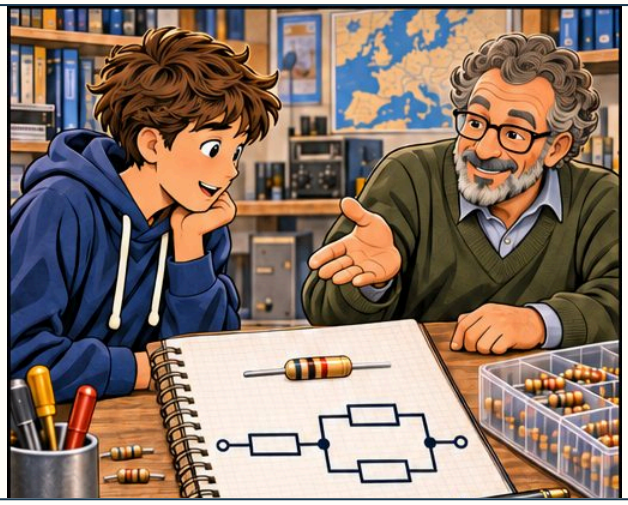


Veja z manjšo upornostjo pri enaki napetosti sprejme večji tok.



Lucas razume, zakaj je treba oba vzporedna upora preveriti posebej.

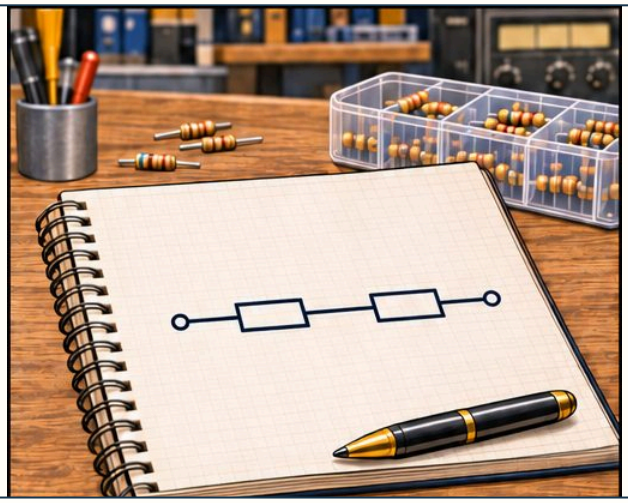
Poenostaviti brez izgube poti



Henri nariše 1 kΩ zaporedno z dvema uporoma 1 kΩ vzporedno.



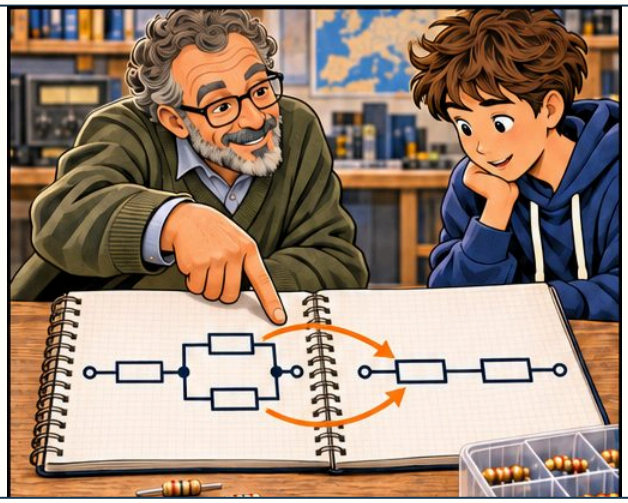
Lucas najprej nadomesti vzporedni par s 500 Ω.



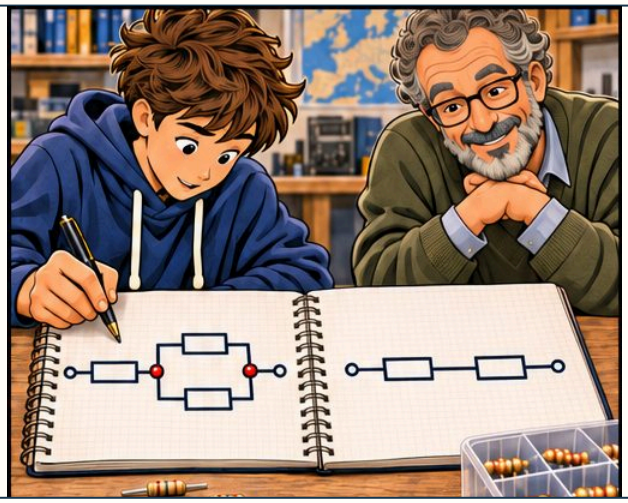
Nato prišteje zaporedni upor: 1 000 + 500 = 1 500 Ω.



Ohrani prvotno risbo, da lahko določi tok posameznega dela.



Nadomestni upor opiše sponki in ne odpravi notranjih omejitev.



Metoda prepreči izbiro enačbe zgolj po videzu sheme.

Ustvariti vmesno napetost



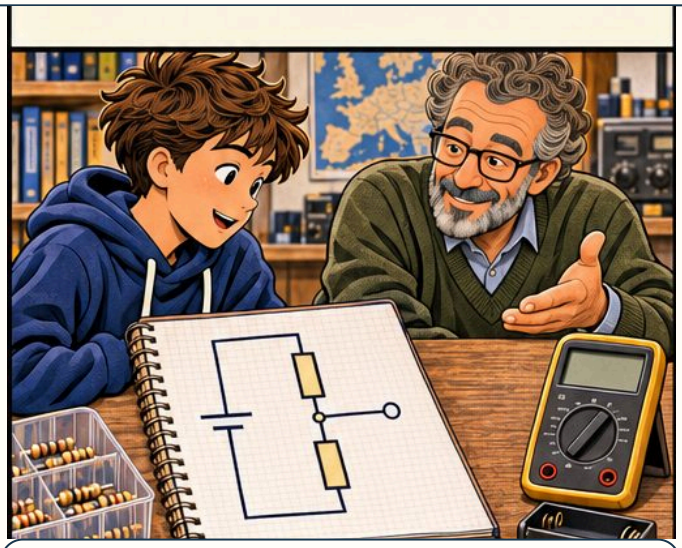
Dva zaporedna upora lahko tvorita napetostni delilnik.



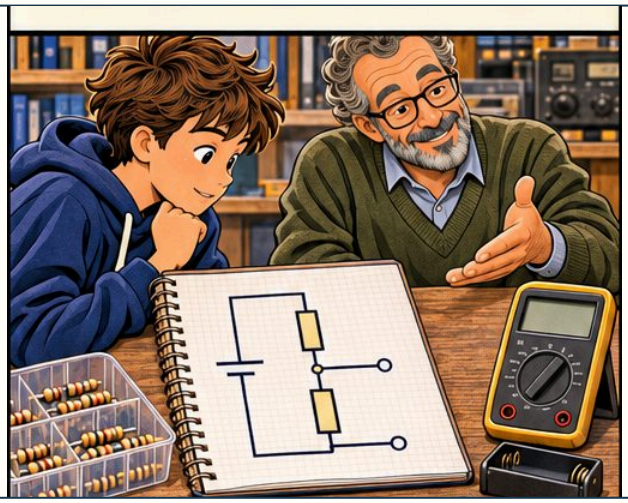
Brez bremena: Uizhod = Uvhod × R2 / (R1 + R2).



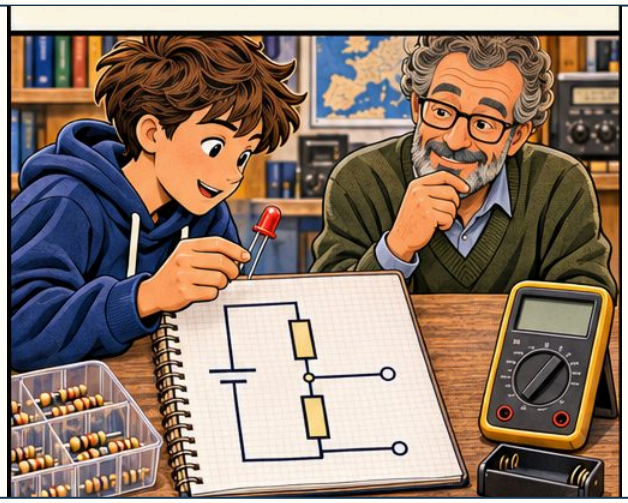
Izhod je na R2, od srednje točke do reference.



Pri 5 V in dveh uporih 1 kΩ je idealno 2,5 V.

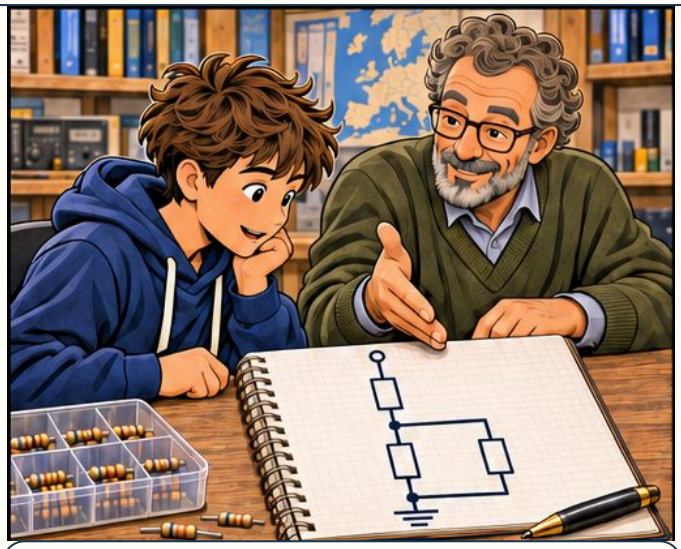


Rezultat predpostavlja praktično ničelni tok iz izhoda.

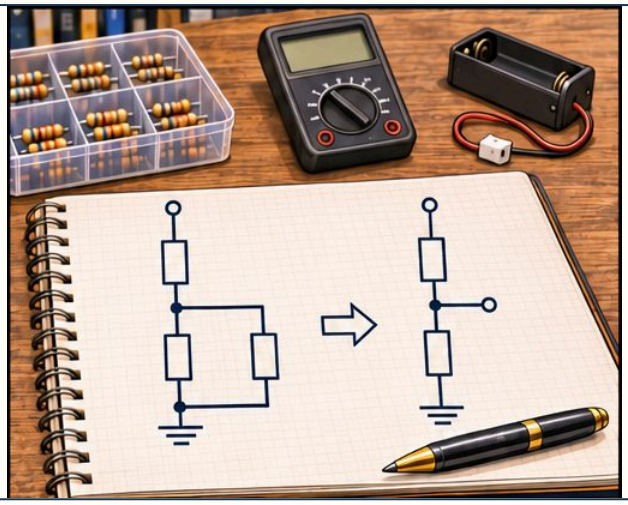


Lucas želi priključiti LED; Henri pokaže, kaj bi se spremenilo.

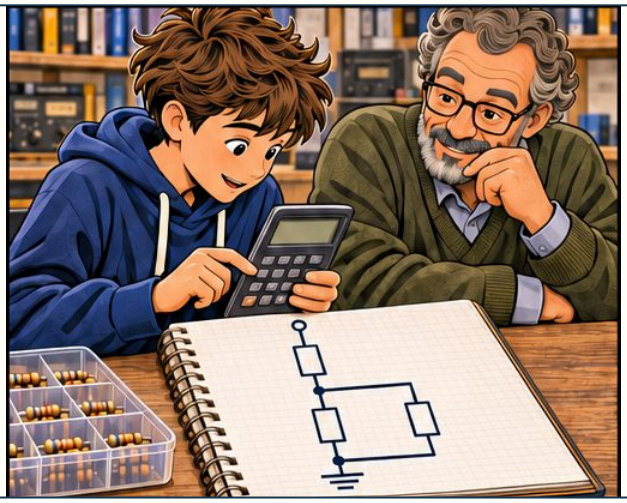
Ko je izhod obremenjen



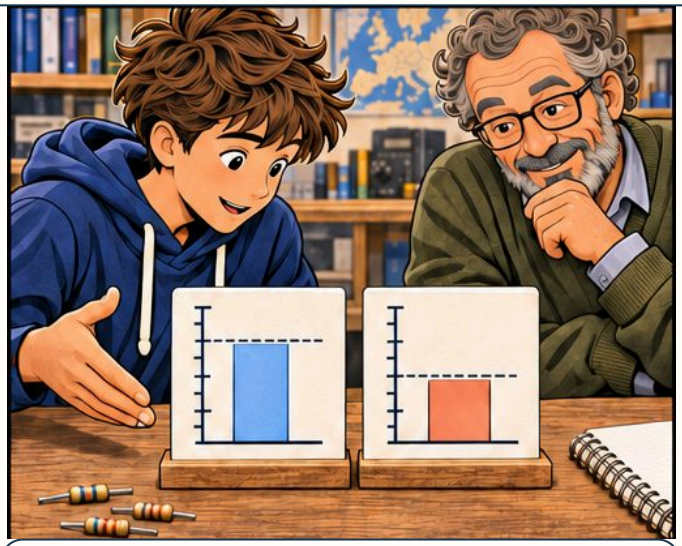
Breme na izhodu je vzporedno z R2.



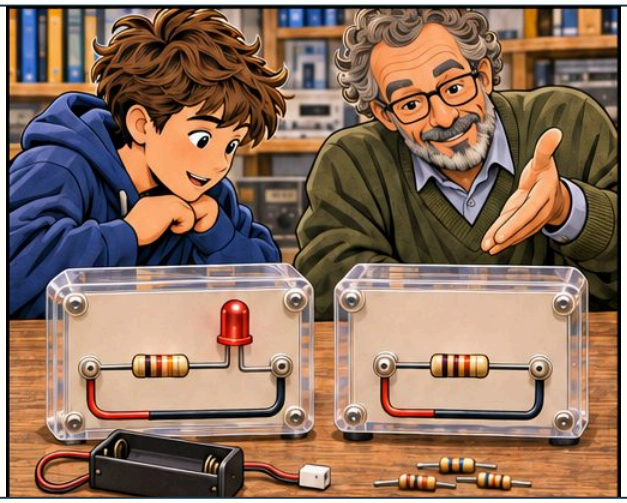
Pri bremenu 1 kΩ daje R2 z 1 kΩ nadomestnih 500 Ω.



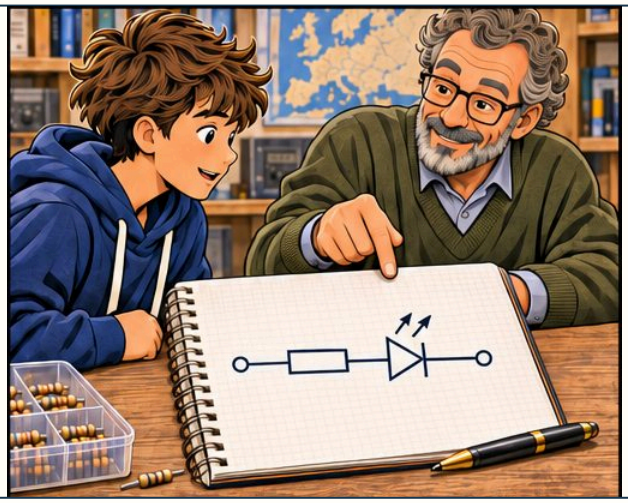
Izhod je potem 5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V.



Ni več 2,5 V: breme je spremenilo delilnik.



LED ni ohmsko breme, zato račun ne opiše njenega točnega primera.



Za lučko ohranita predvideno zaporedno vezje brez improviziranega delilnika.

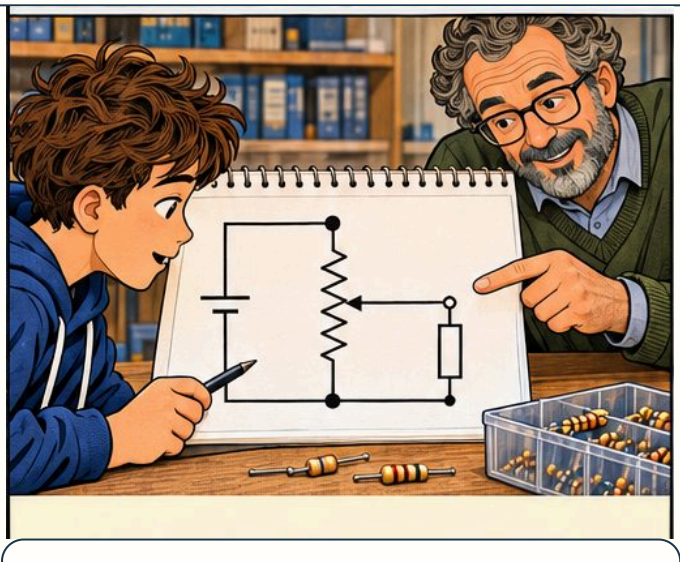
Drsnik potenciometra



Potenciometer ima uporovno stezo in premičen drsnik.



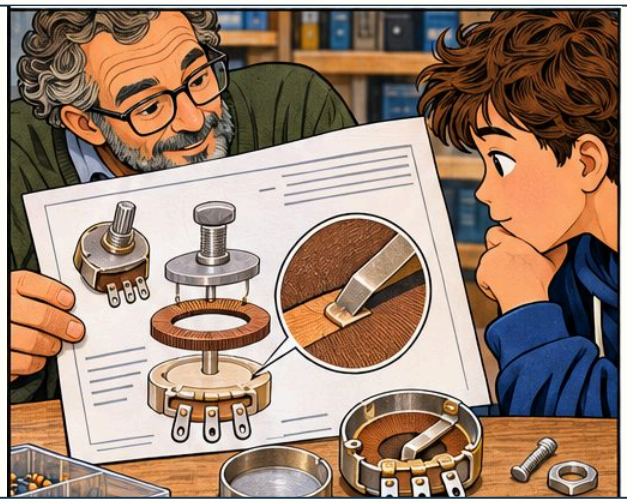
Tri sponke omogočajo nastavljiv delilnik.



Breme vpliva tudi na napetost na drsniku.



Z dvema sponkama lahko glede na vezje deluje kot spremenljiv upor.

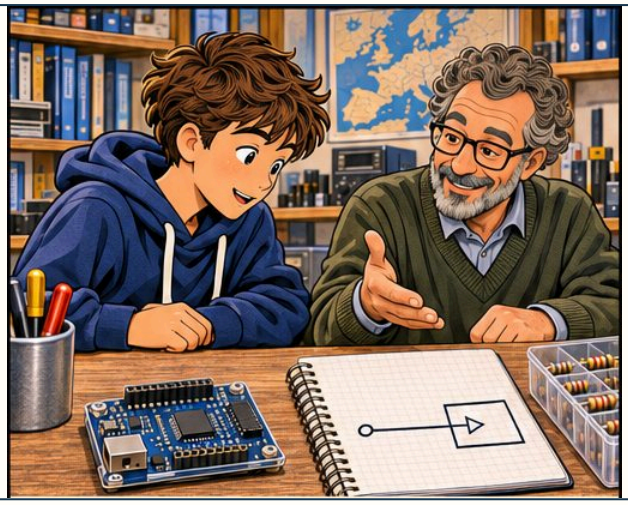


Preveriti je treba moč, tok drsnika in povezave.

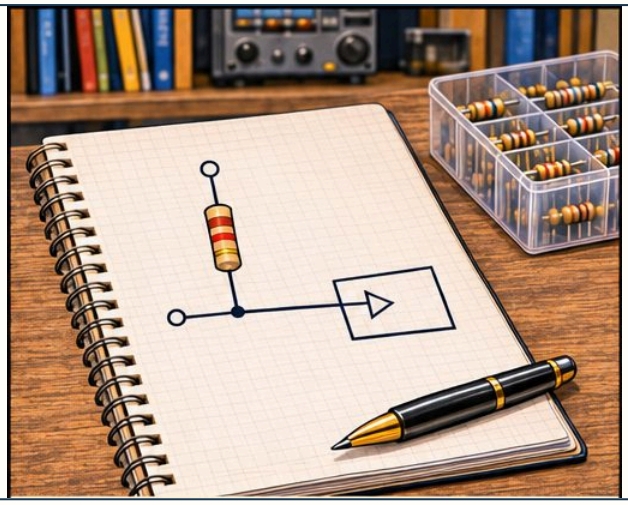


Lucas zavrne odstranitev stalnega zaščitnega upora LED.

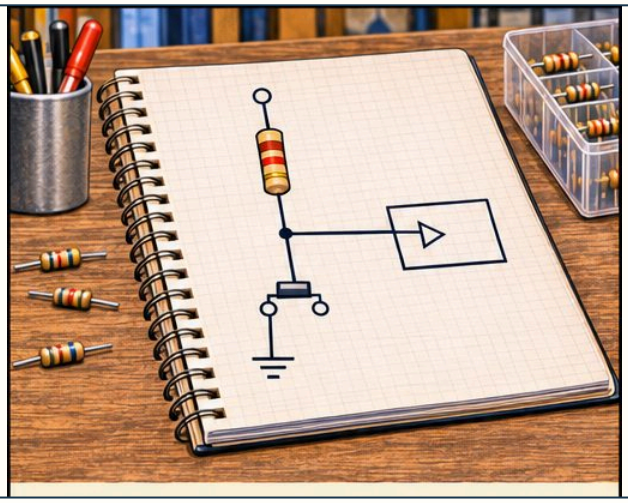
Določiti stanje vhoda



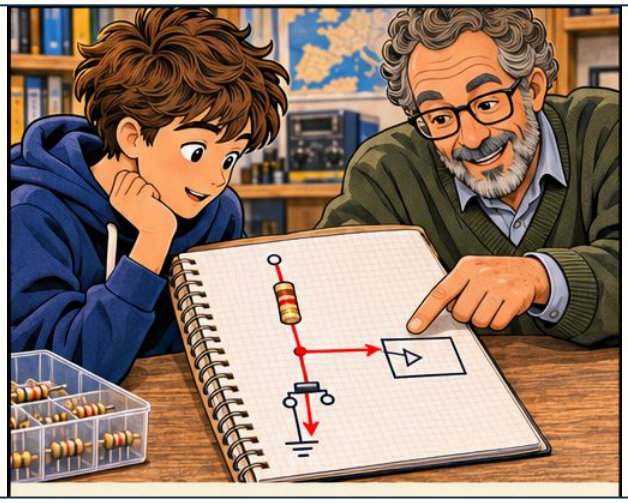
Na učni plošči lahko plavajoč vhod odčita negotovo stanje.



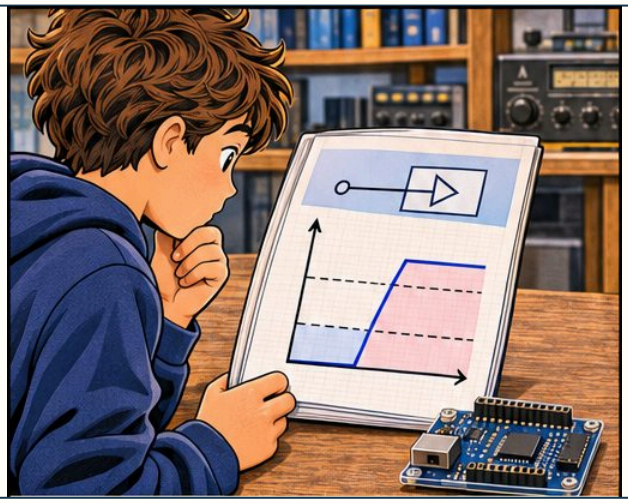
Dvižni upor proti napajanju določi visoko stanje v mirovanju.



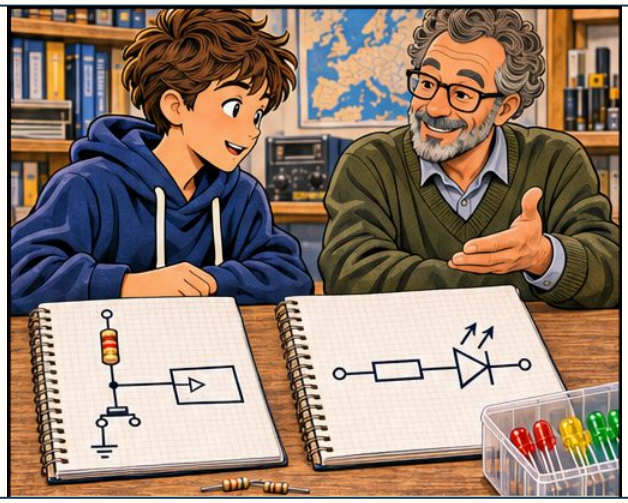
Tipka proti referenci ob sklenitvi določi nizko stanje.



Upor tedaj omeji tok med napajanjem in tipko.



Vrednost je odvisna od vhoda, pragov in dokumentacije.

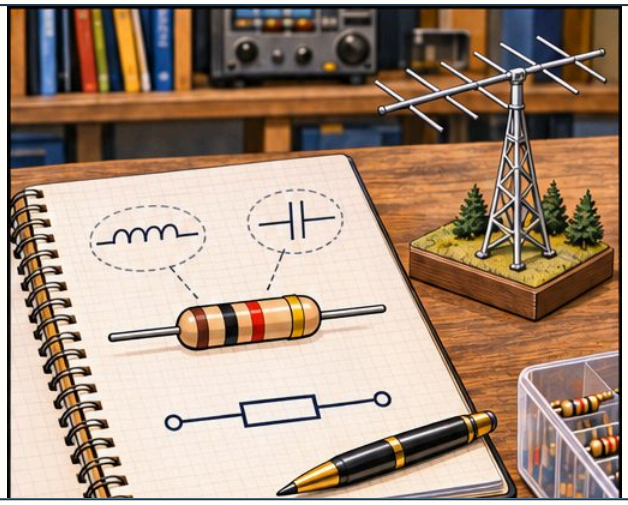


Henri pokaže vlogo na risbi; vezje lučke ostane preprosto.

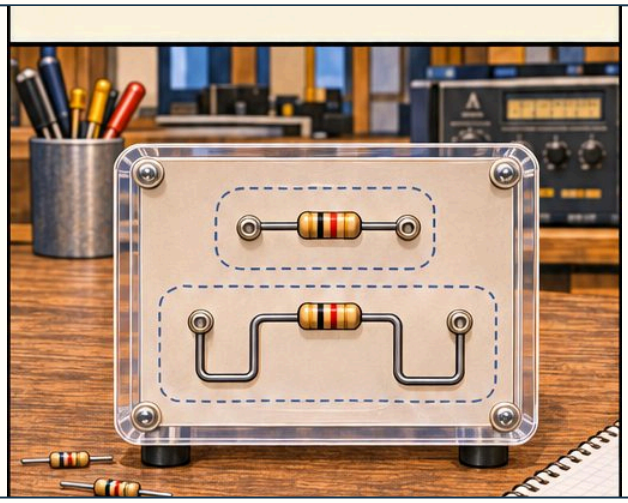
V radiu ima model meje



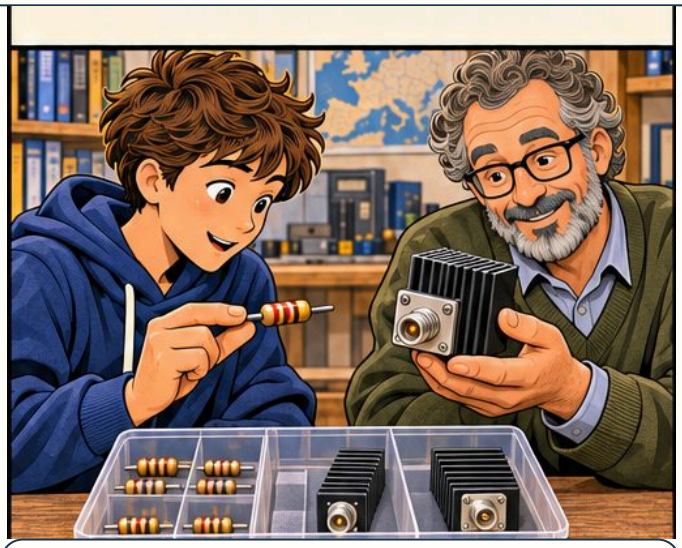
Upori služijo tudi za prednapetost, slabljenje in zaključitev radijskih vezij.



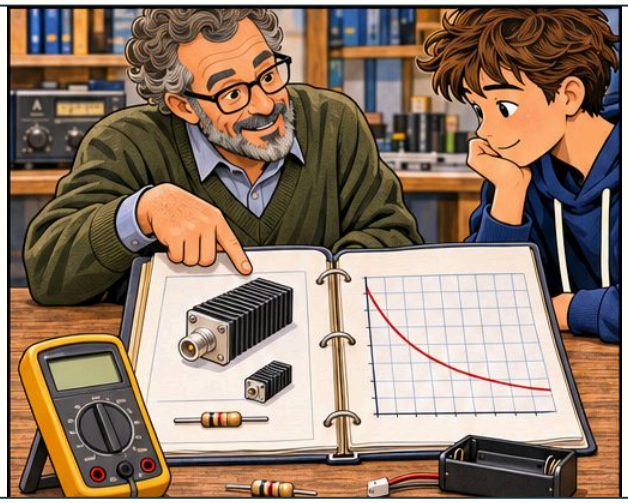
Pri visoki frekvenci sta lahko pomembni parazitna induktivnost in kapacitivnost.



Tudi povezave in postavitev dodajo svoje učinke.



Poljuben upor 50 Ω ni nujno dobro RF breme.



Frekvenčno območje, moč in izdelava morajo ustrezati uporabi.



Lucas pospravi RF primere: v delavnici ničesar ne oddajajo.

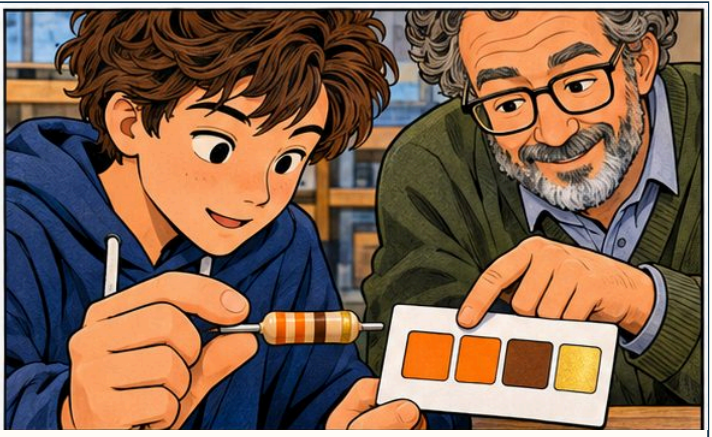
List nadomestnega dela



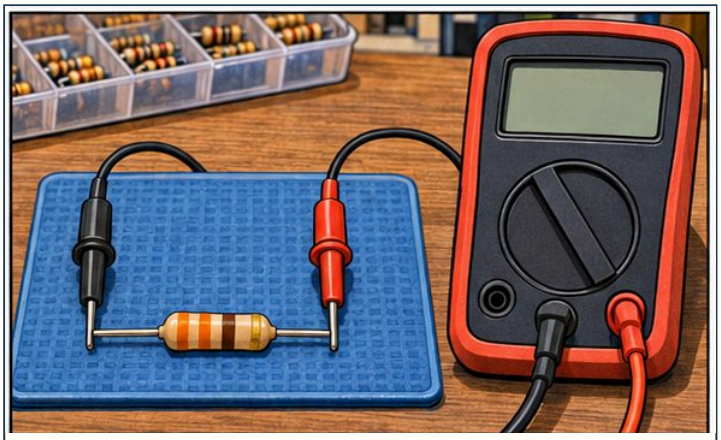
Lucas zbere shemo, oznako LED in oznako upora.



Izbira ostaja 330 Ω, ±5 %, 0,25 W za dokumentirani primer.



S kartico potrdi oranžno, oranžno, rjavo in zlato.



Novi upor izmerita samostojno zunaj napajanih vezij.

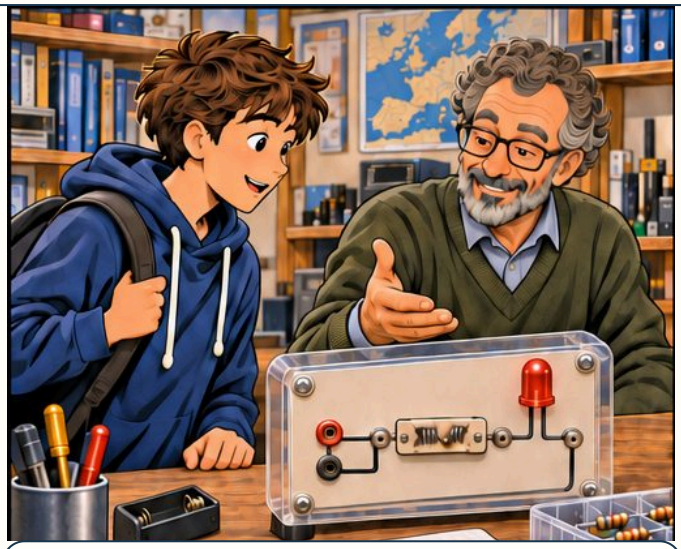


Odčitek mora ustrezati toleranci in negotovosti multimetra.

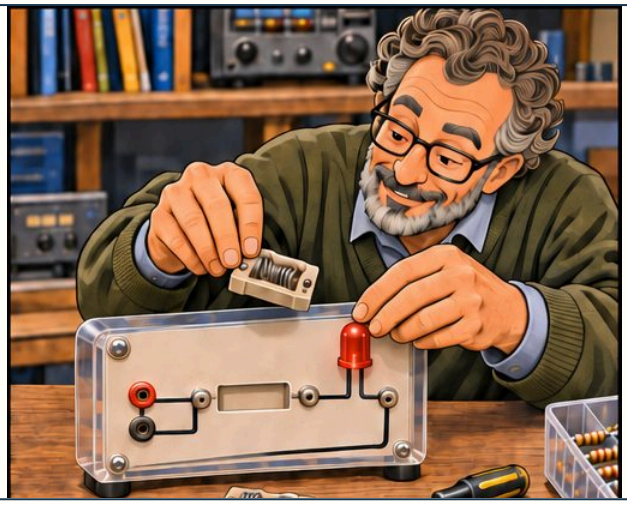


Henri preveri mapo: račun in meritev se dopolnjujeta.

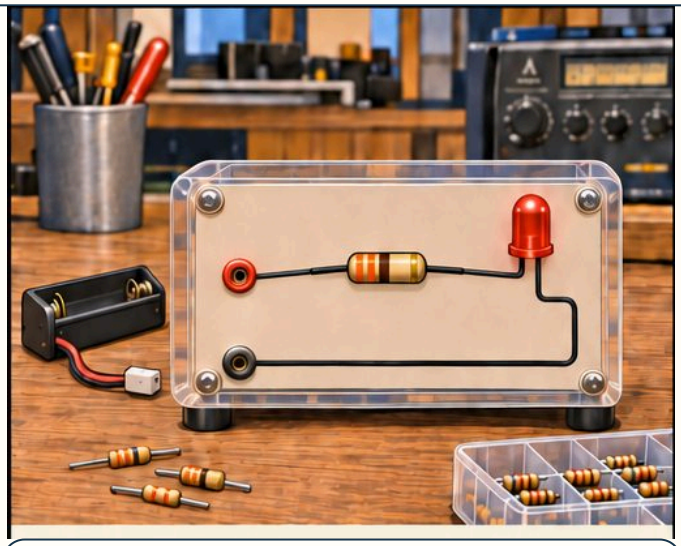
Sestavljanje z metodo



Med zamenjavo plošča ostane odklopljena.



Henri preveri poškodovano podnožje in zamenja predvideni spojni del.



Novi upor vstavita brez sile in prostih žic.



Lucas sledi zanki: napajanje, upor, LED, povratek.

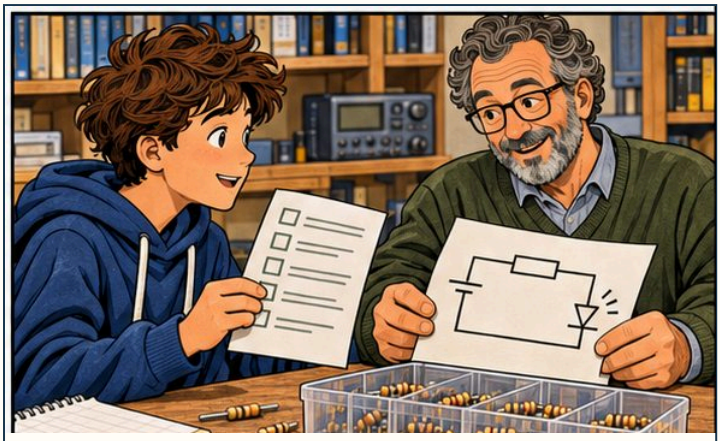


Polariteta LED ustreza shemi in podatkovnemu listu.

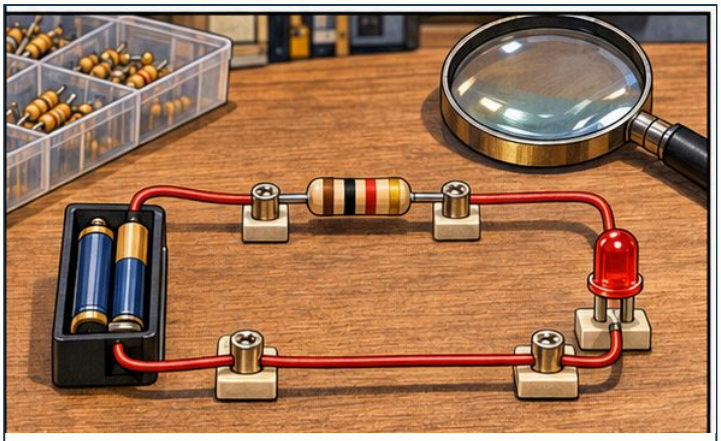


Sumljivi del ostane posebej z opažanji in ga ne uporabita znova.

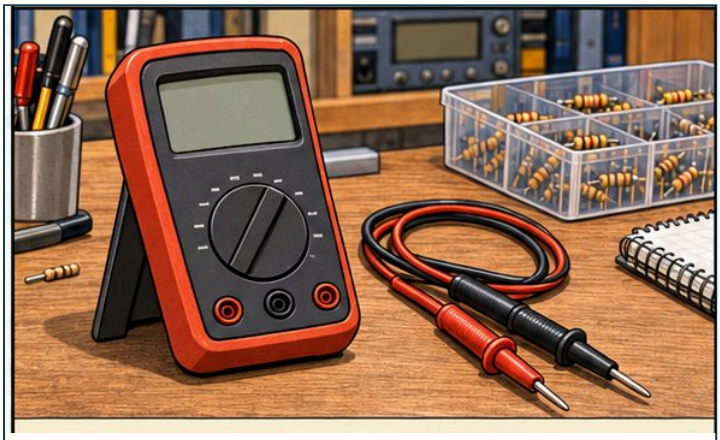
Medsebojni pregled



Pred ponovnim vklopom vsak preveri delo drugega.



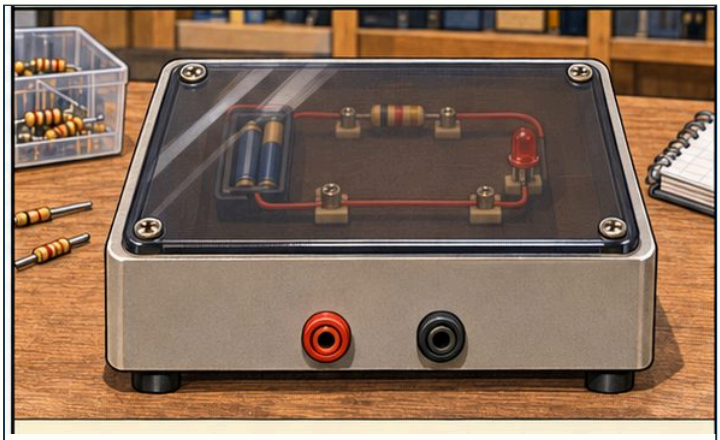
Iščeta kratek stik, izpuščeno povezavo ali pot mimo upora.



Kabli ohmmetra so odstranjeni s plošče.



Henri pripravi napajalnik na 5 V z ustrezno omejitvijo.

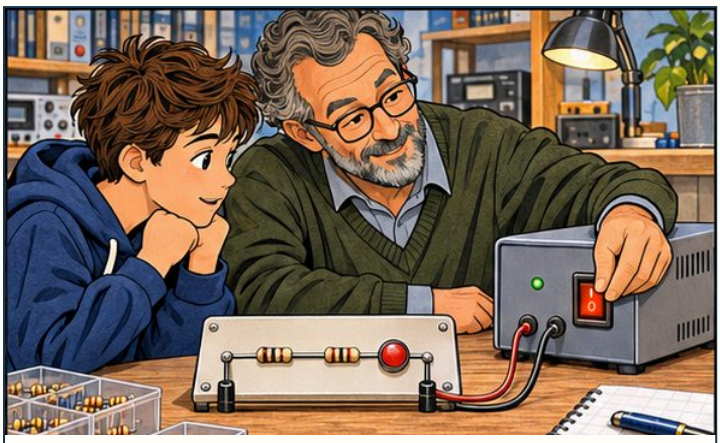


Ploščo zapreta po navodilih; povezave ostanejo zaščitene.



Lucas pove pričakovani rezultat: vidna lučka pri zmernem toku.

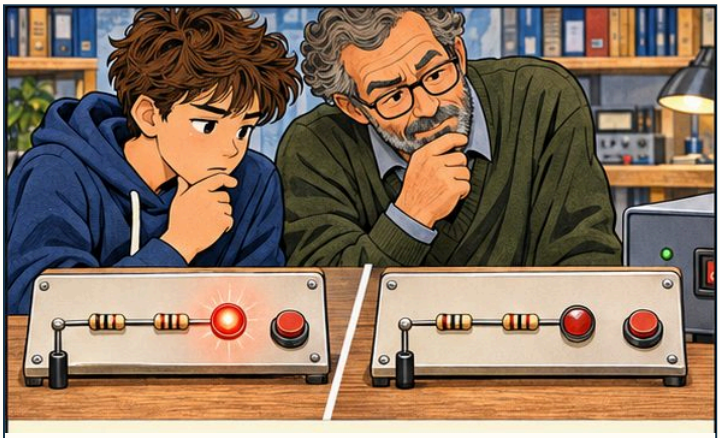
Prvi previdni preizkus



Henri vklopi zaprto ploščo; nihče ne premika povezav.



Lučka zasveti in ugasne po spustu tipke.



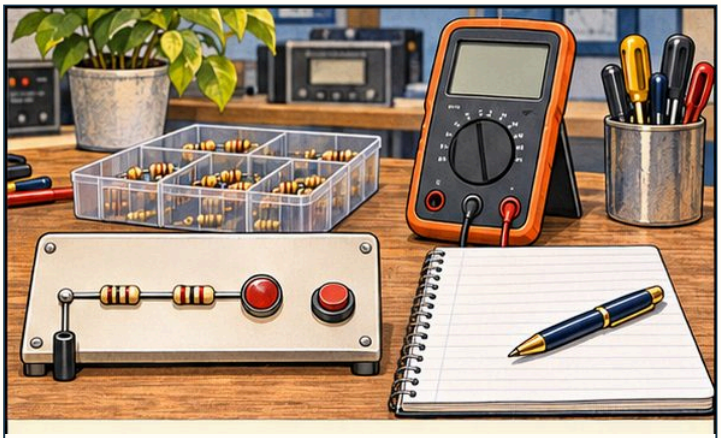
Ob naslednjem poskusu se pokaže neenakomerno delovanje.



Lucas predlaga višjo napetost, nato se spomni metode.



Pred nadaljnjo diagnostiko izklopita in odklopita.

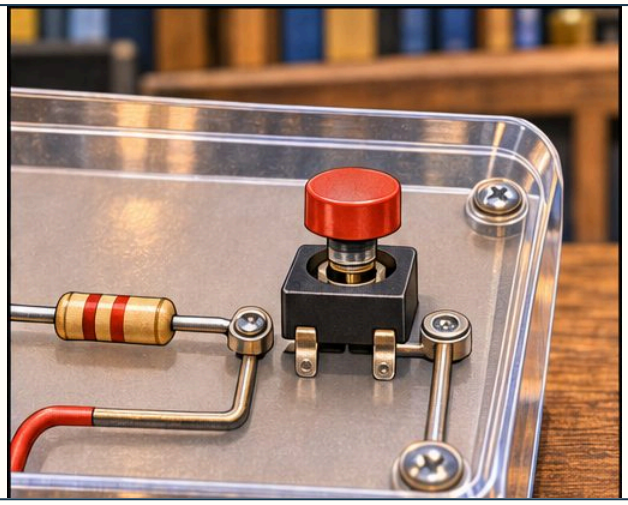


Enkratni blisk ne zadostuje za razglasitev pripravljenosti plošče.

Drugi vzrok



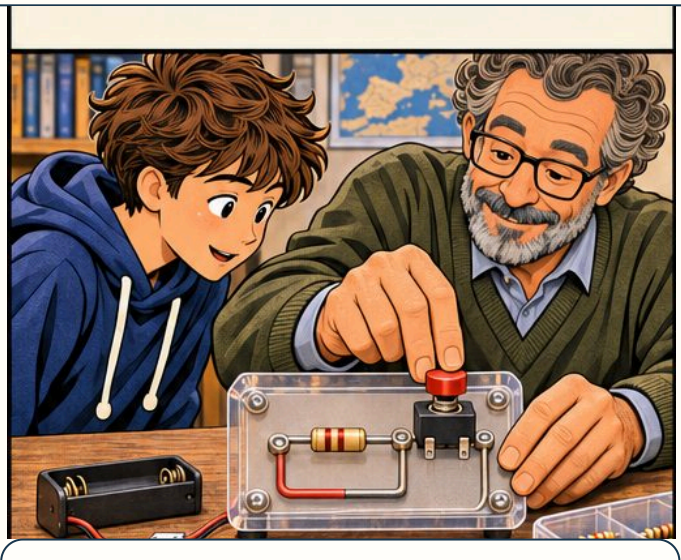
Po varnostnih pregledih brez napajanja preverita pot toka.



Snemljivi priključek tipke ni povsem vstavljen.



Dober upor sam ne odpravi slabega stika.



Henri vstavi priključek in preveri pritrditev.



Lucas dopolni list: sumljivi del in slab spoj sta dve sledi.

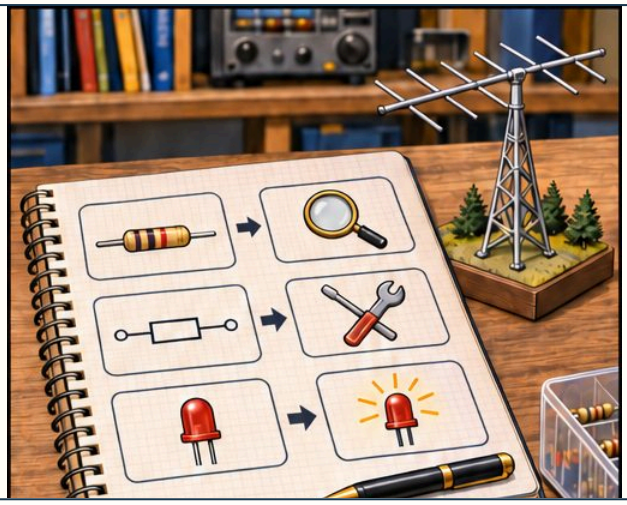


Pred novim preizkusom ponovita celoten pregled.

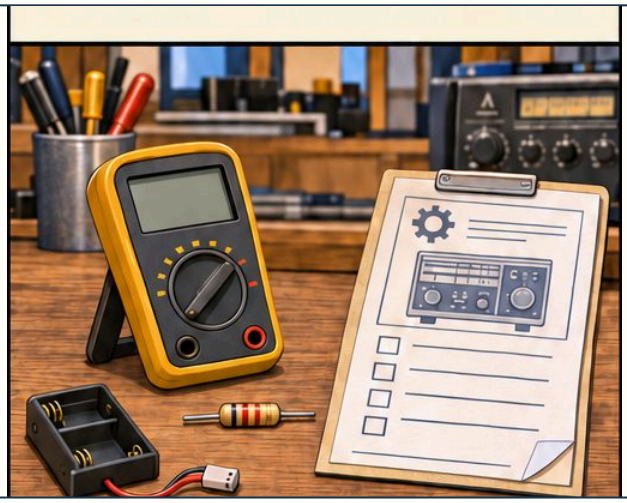
Opazovati eno stvar naenkrat



Ne menjata več več delov hkrati.



Zvezek ob vsakem koraku ohrani simptom in opravljeni pregled.



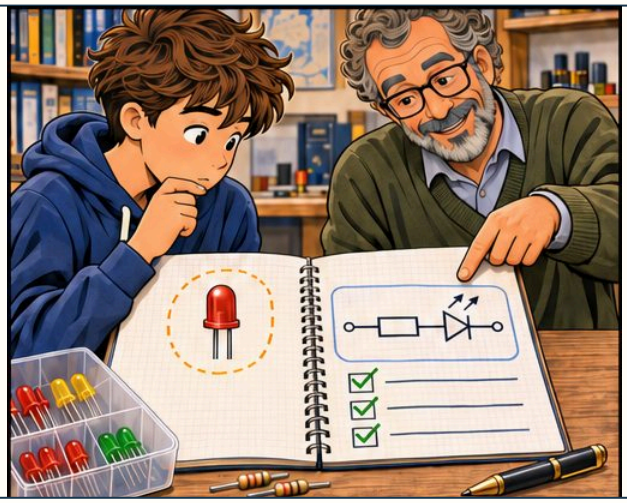
Pravilna vrednost na ohmmetru ne zagotavlja vsega vedenja pri delovanju.



Pregled, meje delov in načrtovani preizkus dopolnijo meritev.

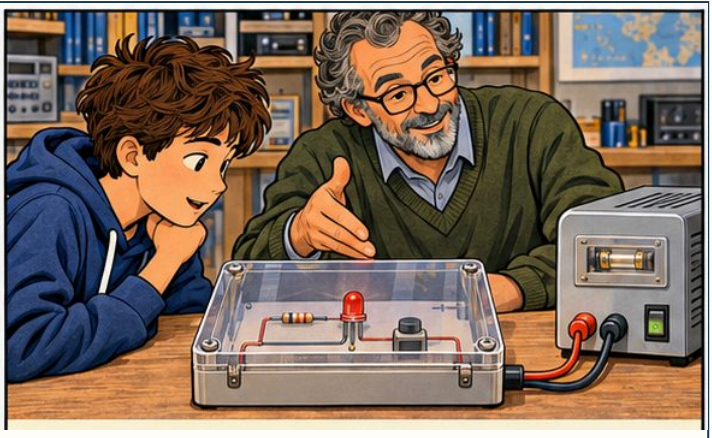


Ob nenavadnem znaku ustavita in iščeta brez napajanja.



Lucas zna razložiti, zakaj je bila prva zamisel prehitra.

Lučka izpolni obljubo



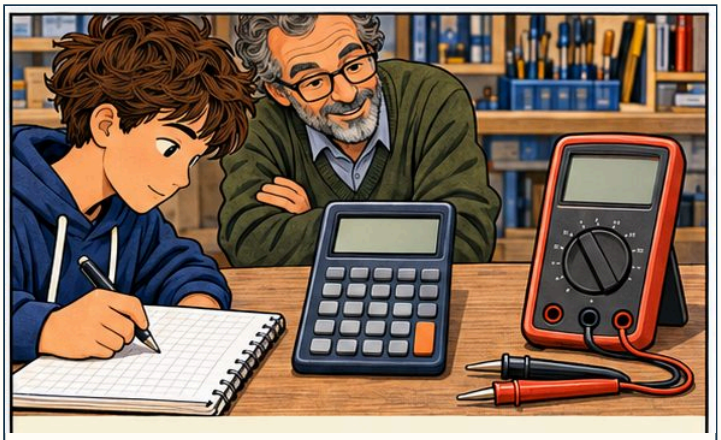
Zaprto ploščo ponovno napajata po postopku.



Pri predstavitvi se lučka zdaj redno odziva na tipko.



Henri spremlja delovanje; Lucas primerja s pričakovanjem.



Izračunanega toka ne predstavljata kot opravljene meritve.



Zvezek ločuje račune, preglede in opažanja preizkusa.



Pred pripravo prevoza do stojnice napajanje izklopita.

Razložiti izbiro



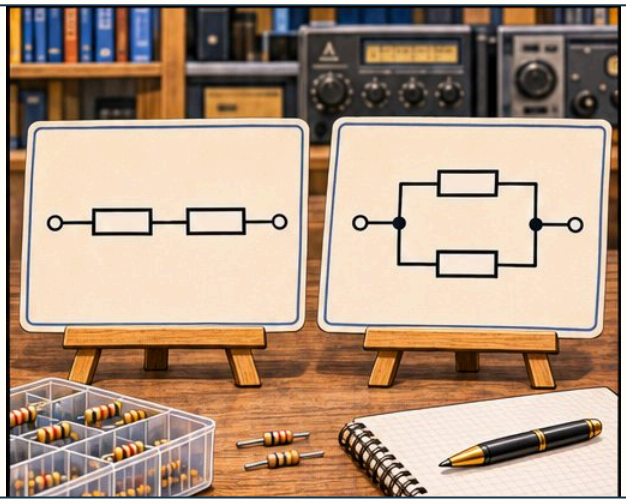
Na stojnici Lucas obiskovalcem pokaže povečan upor.



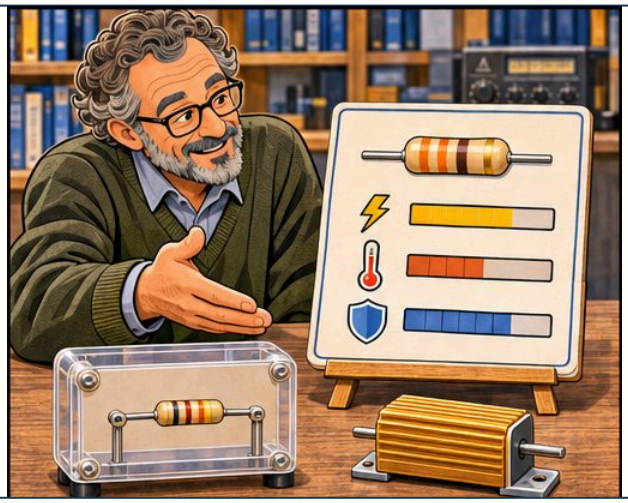
Razloži pasove, nazivno vrednost in toleranco.



Risba pokaže zaporedni upor, ki omejuje tok LED.



Druga risba primerja zaporedno in vzporedno vezavo.



Henri vpraša, zakaj je preveril moč in pogoje uporabe.

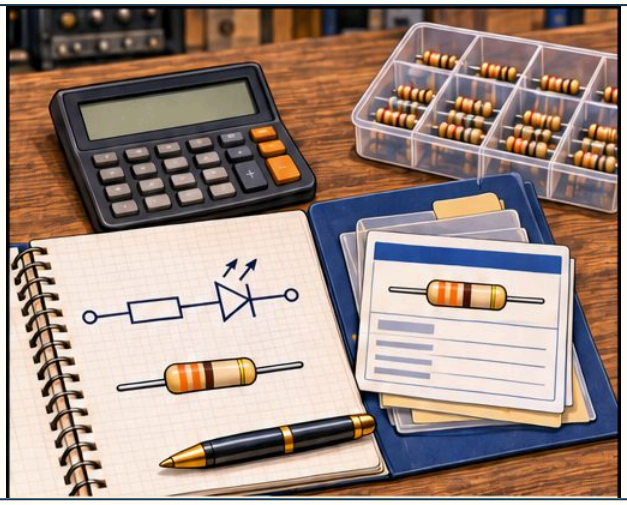


»Da izberem del, ki res ustreza vezju,« odgovori Lucas.

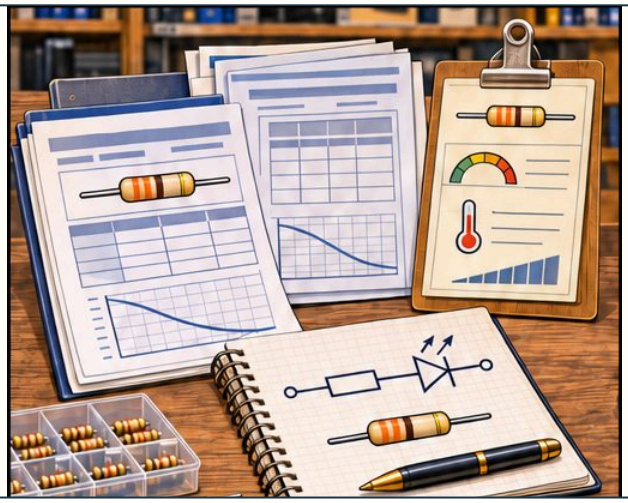
Zvezek za naslednjega



List se začne s potrebo: lučko za predstavitveno ploščo.



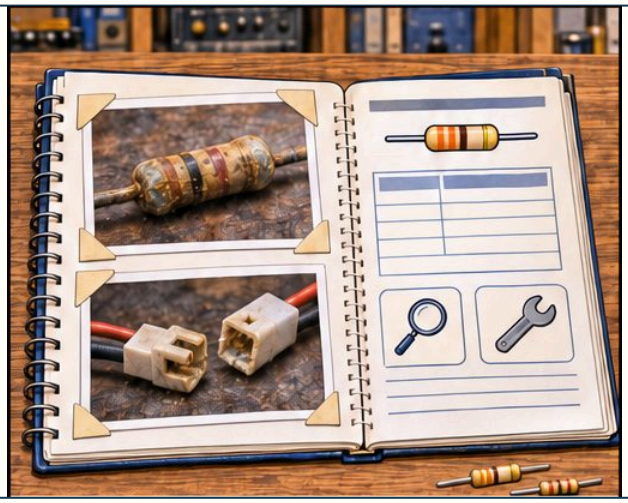
Ohrani predpostavke, enačbo in izbiro 330 Ω.



Toleranca, moč in oznake delov ostanejo pri shemi.



Postopek opomni na merjenje brez napajanja in po potrebi z ločitvijo.



Opažanja napake bodo prihodnji delavnici pomagala iskati metodično.

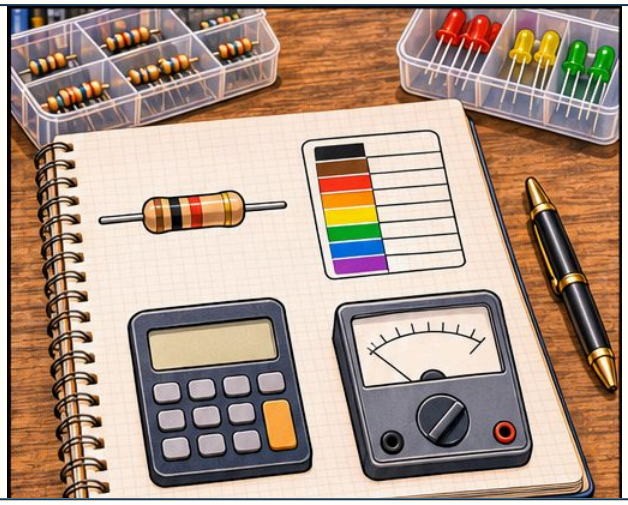


Henri prepusti Lucasu pospravljanje mape: učenje je postalo deljenje znanja.

Majhen del, velika metoda



Stojnica je pripravljena; Lucas vidi majhen upor drugače.



Brati, računati, izbrati, meriti: vsak korak odgovori na vprašanje.



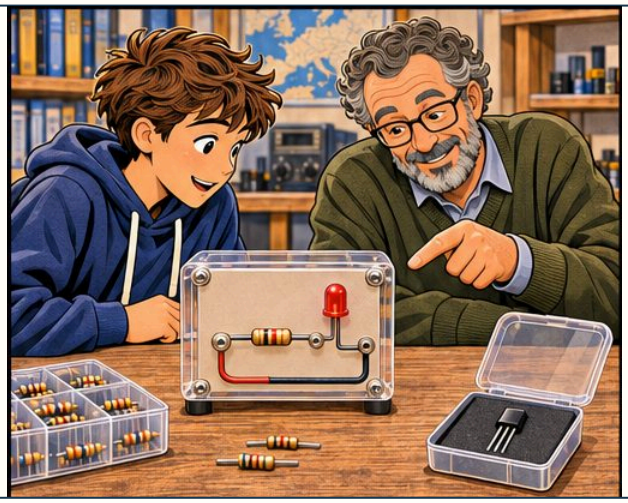
Lučka je tudi razlaga, ki jo lahko preda drugim.



V drugi škatlici Henri pokaže sestavni del s tremi priključki.



»Lahko krmili večji tok?« vpraša Lucas.



Naslednja preiskava ju čaka v zvezku 08: tranzistorji.