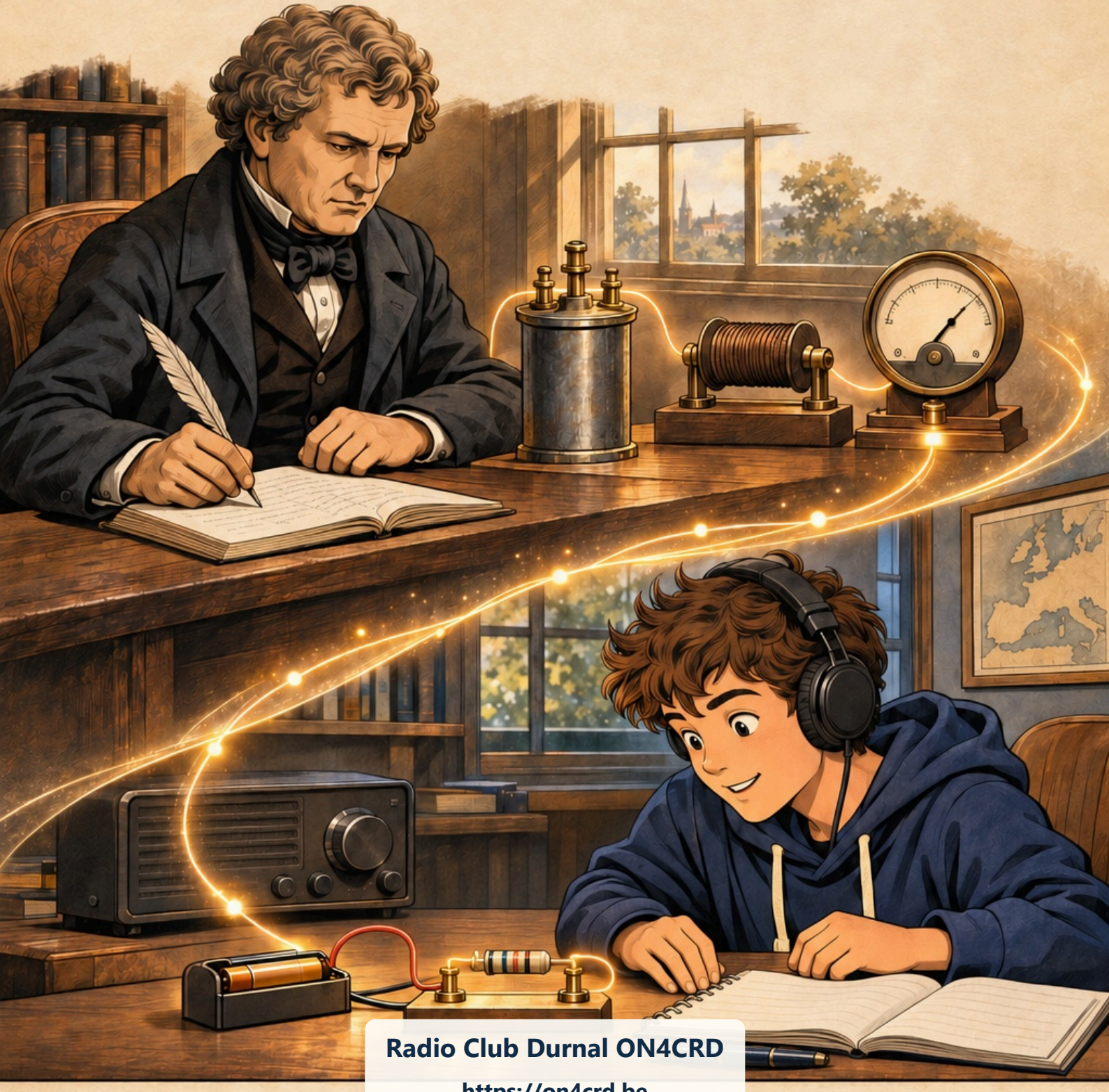
ON4CRD

खंड 04

ओम के नियम की खोज



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

कानूनी सूचना

खंड 04 · ओम के नियम की खोज

वेबसाइट प्रकाशक : Radio Club Durnal ON4CRD

प्रकाशन प्रबंधक : Radio Club Durnal ON4CRD समिति

https://on4crd.be

कानूनी सूचना

बौद्धिक संपदा

साइट पर प्रकाशित पाठ, चित्र, दस्तावेज़, लोगो और सामग्री उनके संबंधित लेखकों या क्लब की संपत्ति बने रहेंगे। किसी भी पुनरुत्पादन या पुन: उपयोग को स्रोत, लागू अधिकारों और किसी भी लेखक की अनुमति का सम्मान करना चाहिए।

दायित्व

क्लब उपयोगी और सत्यापित जानकारी प्रकाशित करने के लिए काम करता है, लेकिन त्रुटियों, चूक या रुकावटों की अनुपस्थिति की गारंटी नहीं देता है। जब तकनीकी या नियामक जानकारी किसी निर्णय का समर्थन करती है तो उसे आधिकारिक स्रोतों से जांचा जाना चाहिए।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता की सहायता से बनाए गए चित्र।

क्लब में एक सवाल



अपने पहले QSO के बाद Lucas क्लब की कार्यशाला में लौटता है।



मेज पर कॉपी के पास एक छोटा प्रतिरोधक रखा है।



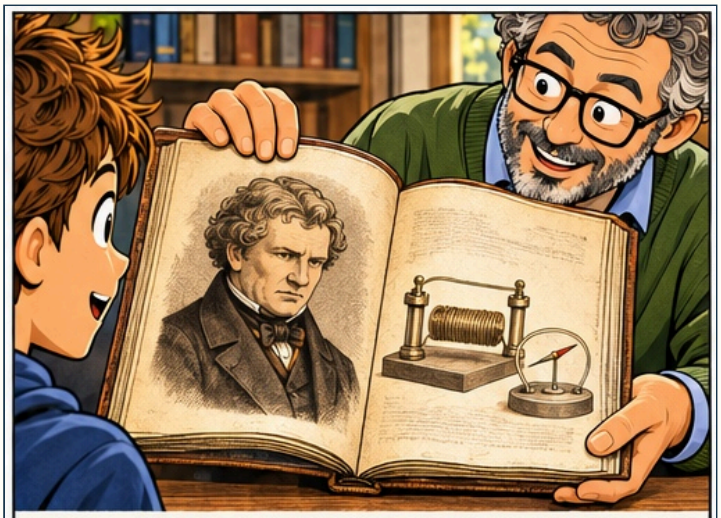
इतना साधारण पुर्जा इतने हिसाबों का आधार कैसे बनता है?



Henri पहले खोजबीन, फिर प्रयोग का सुझाव देते हैं।



वे मिलकर आगंतुकों के लिए एक प्रदर्शन तैयार करेंगे।

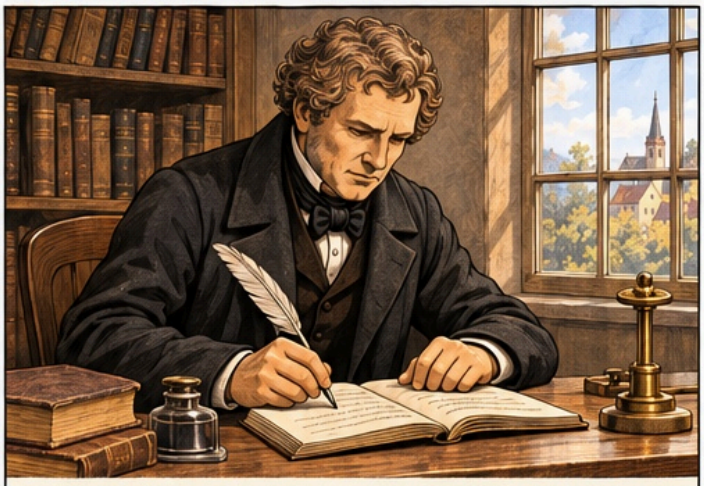


पहला सुराग एक नाम है: गेओर्ग सिमोन ओम।

नाम के पीछे का चेहरा



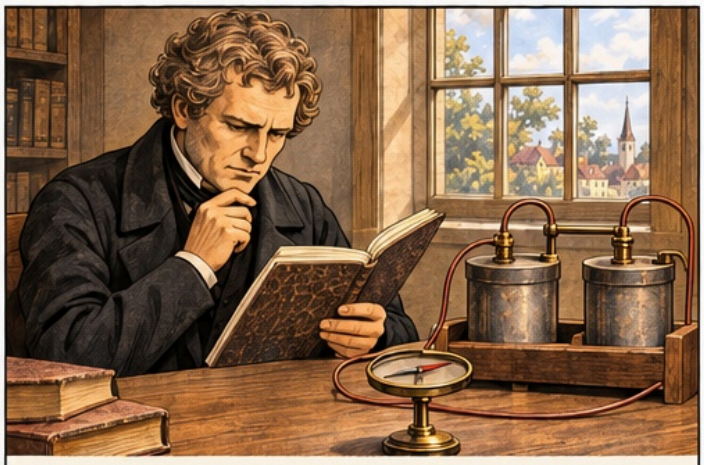
किताब में घुँघराले बालों वाला एक व्यक्ति दिखता है।



गेओर्ग सिमोन ओम पढ़ाते और विद्युत घटनाओं का अध्ययन करते हैं।



उनके समय में बैटरियाँ और चालक तार मौजूद हैं।



लेकिन अवलोकनों को नियम से जोड़ने में धैर्य लगता है।



युवक एक पुरानी कार्यशाला की शांति की कल्पना करता है।

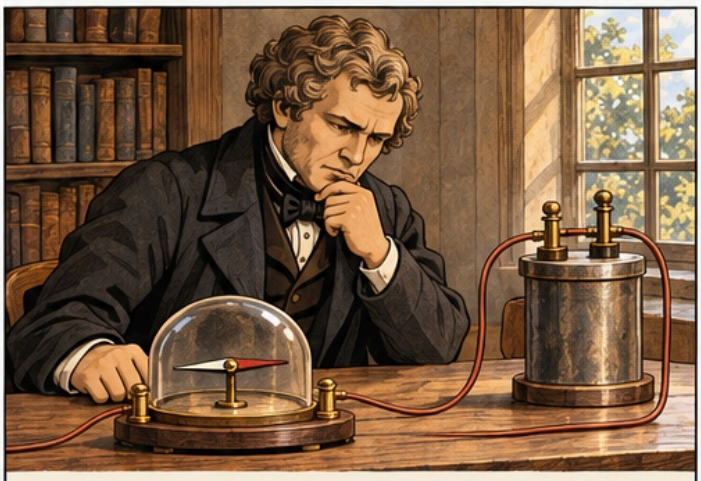


कहानी उन्हें ओम के शोध की ओर ले जाती है।

रेडियो स्टेशनों से पहले



हम 1820 के दशक में हैं, शौकिया रेडियो से बहुत पहले।



ओम समझना चाहते हैं कि बिजली कैसे बहती है।



वे न आधुनिक प्रेषित्र बना रहे हैं, न दूर संपर्क कर रहे हैं।



उनकी मेज पर चालकों के प्रयोग चल रहे हैं।

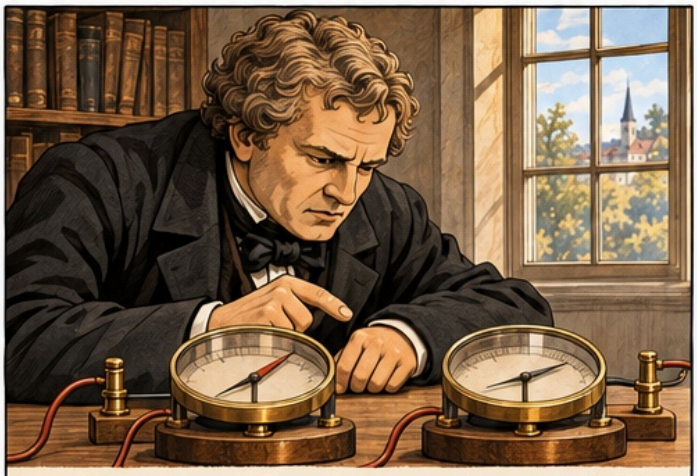


वे ऐसा संबंध चाहते हैं जिसे जाँचा जा सके।

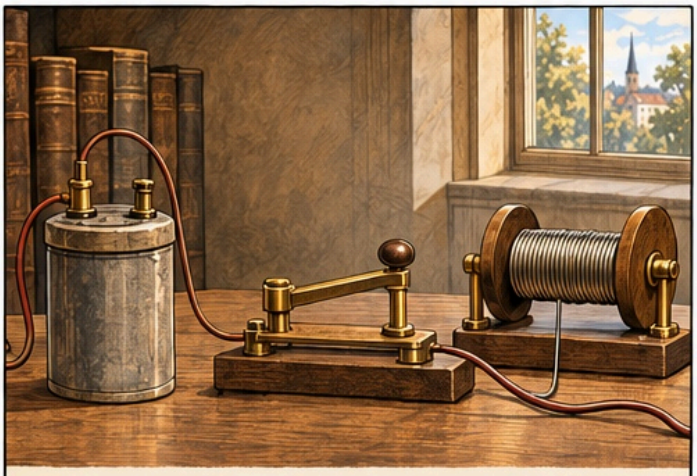


सटीक सवाल, जल्दबाजी में माने गए जवाब से बेहतर है।

जब नतीजे बदलते हैं



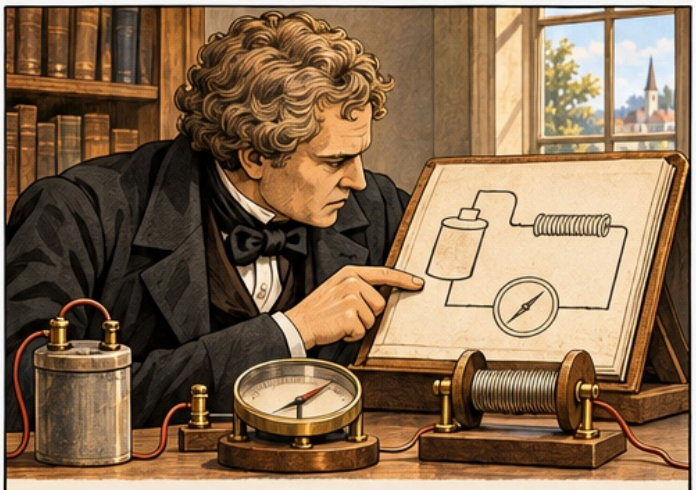
एक प्रयोग हमेशा एक जैसा नतीजा नहीं देता।



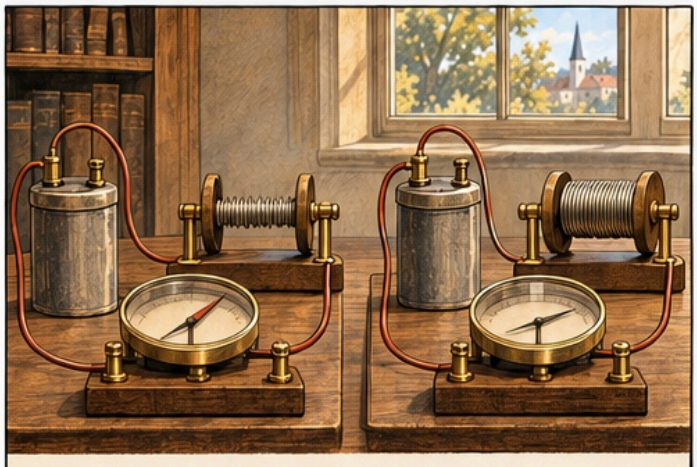
विद्युत स्रोत और संपर्क भी बदल सकते हैं।



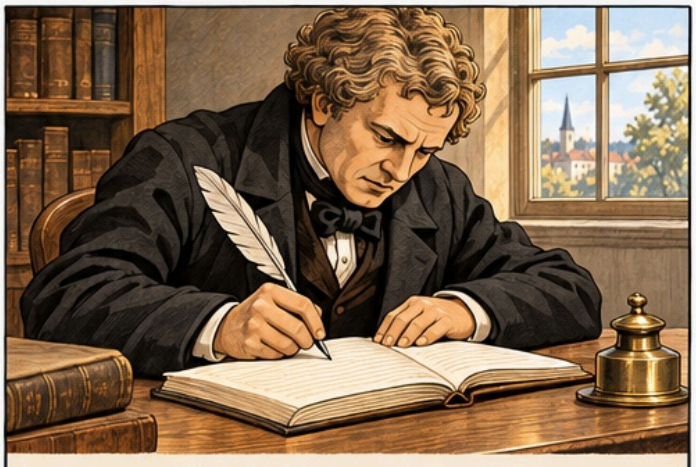
तुरंत तार को दोष देने से अंतर नहीं समझेंगे।



ओम अपने अवलोकनों की परिस्थितियाँ फिर जाँचते हैं।



वे देखते हैं क्या बदलता है और क्या स्थिर रहना चाहिए।



खोज इसी ध्यान से शुरू होती है।

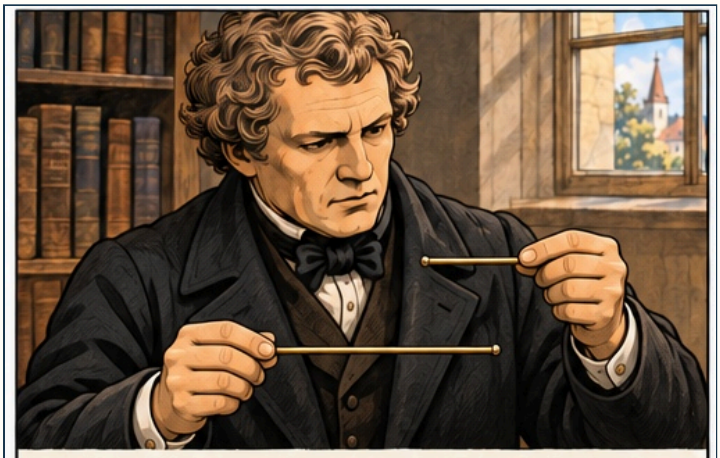
एक बार में एक सवाल



तुलना के लिए जानना होगा कि हमने क्या बदला।



सब कुछ एक साथ बदलने से जवाब उलझ जाएगा।



दो तारों की तुलना किसी चुने गुण पर हो सकती है।



बाकी परिस्थितियाँ यथासंभव समान रहनी चाहिए।



नोट हर परीक्षण का रिकॉर्ड रखते हैं।

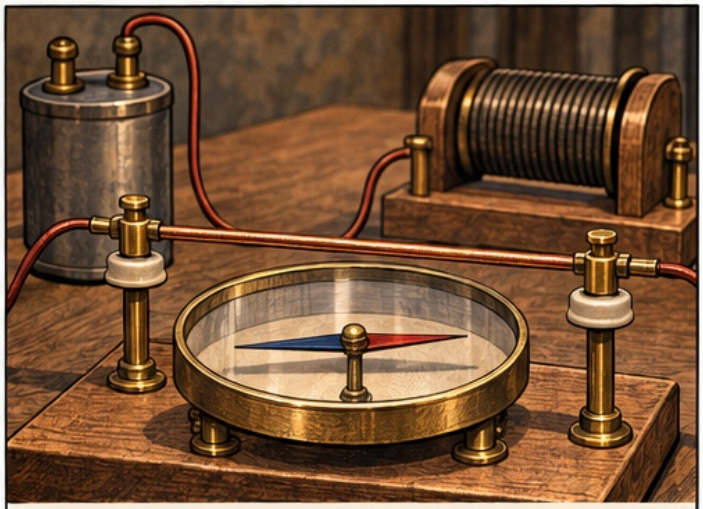


युवक अपनी कार्यशाला में भी यही तरीका पहचानेगा।

अपने समय के उपकरण



ओम के उपकरण हमारे मल्टीमीटर जैसे नहीं हैं।



चुंबकीय सुई से धारा का प्रभाव देखा जा सकता है।



सुई का हिलना सावधानी से तुलना करने वाला संकेत है।



उत्तर समझने के लिए उपकरण को समझना जरूरी है।



किताब शोध बताती है, घर में नकल करने का नुस्खा नहीं।

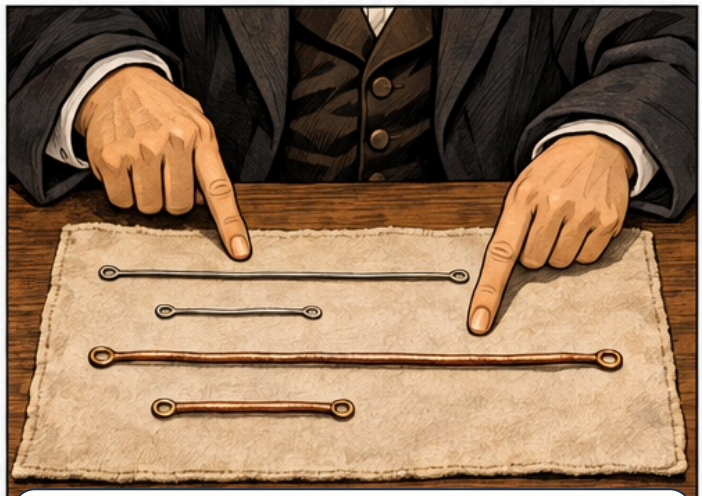


क्लब में वे उपयुक्त आधुनिक शिक्षण उपकरण इस्तेमाल करेंगे।

तार का प्रतिरोध



चालक का पदार्थ और आकार धारा को प्रभावित करते हैं।



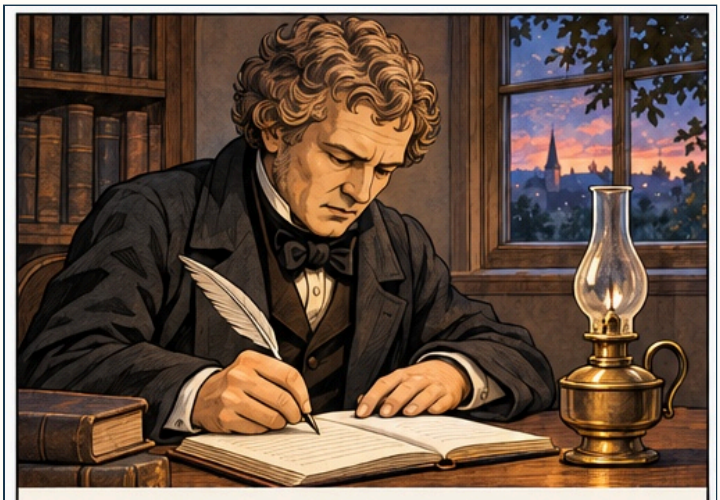
एक ही पदार्थ के लिए लंबाई और अनुप्रस्थ क्षेत्रफल मायने रखते हैं।



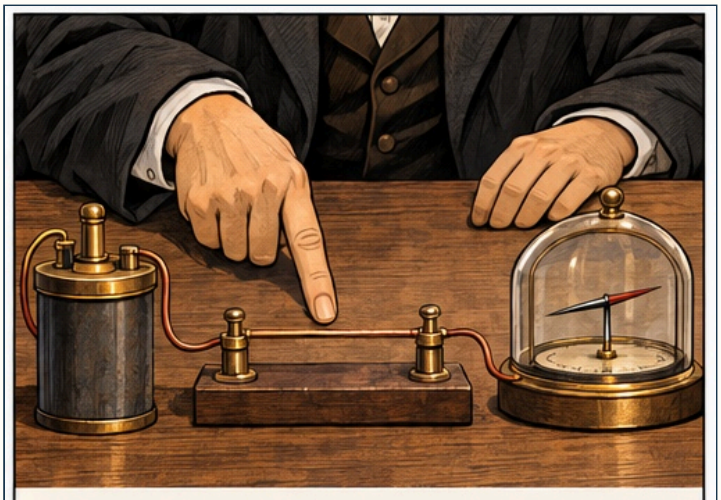
एक अकेला अवलोकन नियम स्थापित नहीं करता।



तुलनाएँ और सुसंगत वर्णन चाहिए।



ओम मापन और विचार जारी रखते हैं।

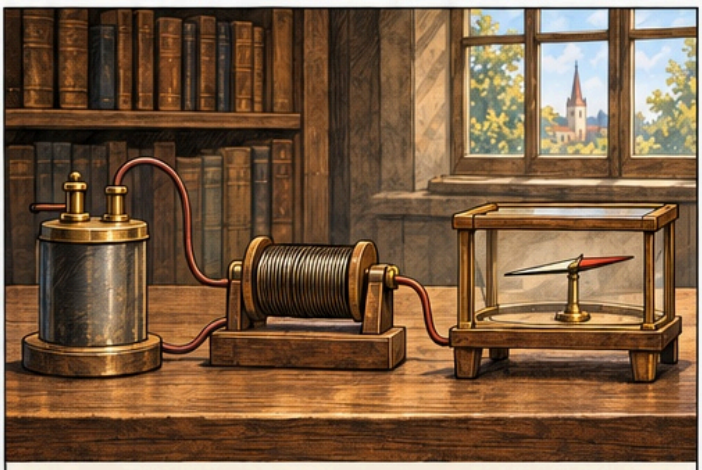


प्रतिरोध विद्युत राशियों में अपना स्थान पाएगा।

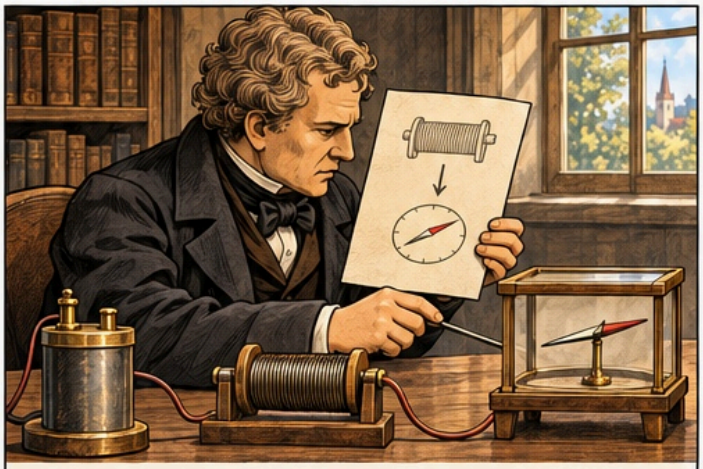
अवलोकन से संबंध तक



वैज्ञानिक केवल संख्याएँ इकट्ठी नहीं करना चाहते।



वे विद्युत कारण, धारा और चालक को जोड़ना चाहते हैं।



उपयोगी संबंध से नतीजे का पूर्वानुमान भी होता है।



उसके लागू होने की शर्तें बतानी होंगी।



क्लब में युवक लिखता है: देखना और पूर्वानुमान करना।

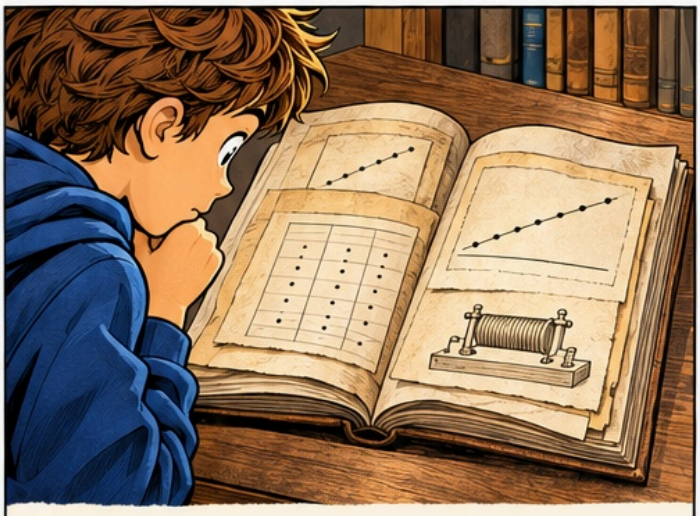


उसकी खोज अब एक पद्धति बन रही है।

कॉपी जोड़ती है



पुराने पन्ने में परीक्षण, संदेह और सुधार हो सकते हैं।



केवल सूत्र रखने से शोध का रास्ता खो जाता है।



युवक अपने अवलोकनों के लिए कॉपी तैयार करता है।



वह गणना और मापन के मान अलग रखेगा।

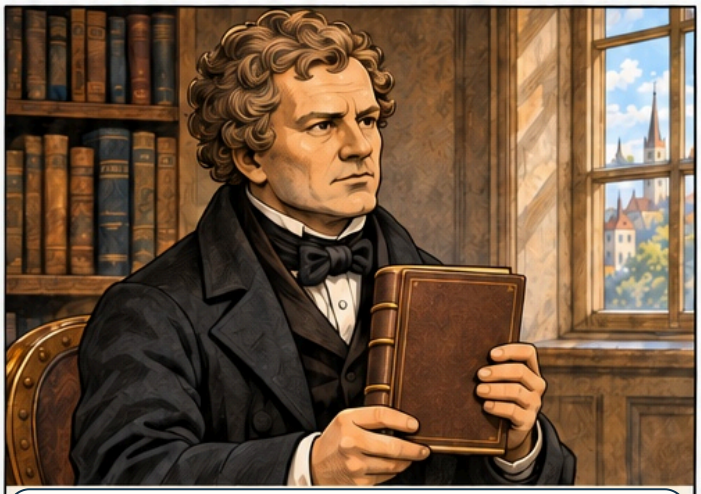


वह परिपथ और इकाइयाँ भी लिखेगा।



समझना, रटने से अधिक उपयोगी होगा।

1827 की एक किताब



1827 में ओम गैल्वैनिक परिपथ पर अपना गणितीय शोध प्रकाशित करते हैं।



किताब उनके शोध को विस्तार देती है।



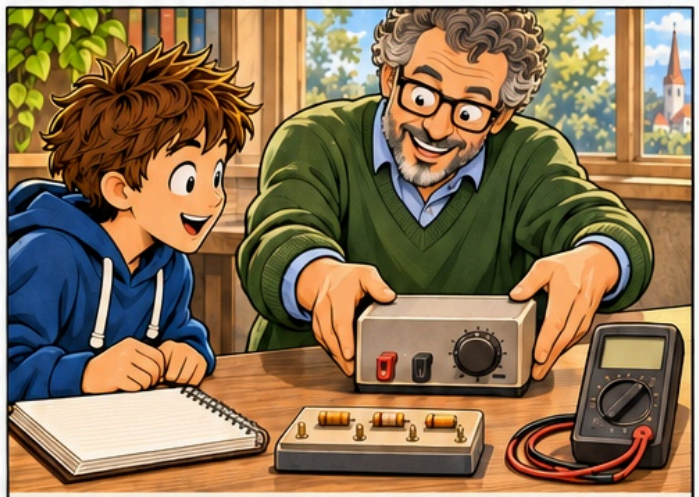
विज्ञान ऐसे संबंध देता है जिन्हें दूसरे जाँच सकें।



ओम का नाम प्रतिरोध की इकाई भी बनेगा।



युवक अब छोटे पुर्जे को नई नजर से देखता है।



अब वह भी विचार को अवलोकनों से जोड़ेगा।

क्लब का प्रयोग



वे एक बहुत सरल दिष्ट धारा परिपथ चुनते हैं।



कम वोल्टता वाला स्रोत उपयुक्त प्रतिरोधक को ऊर्जा देता है।



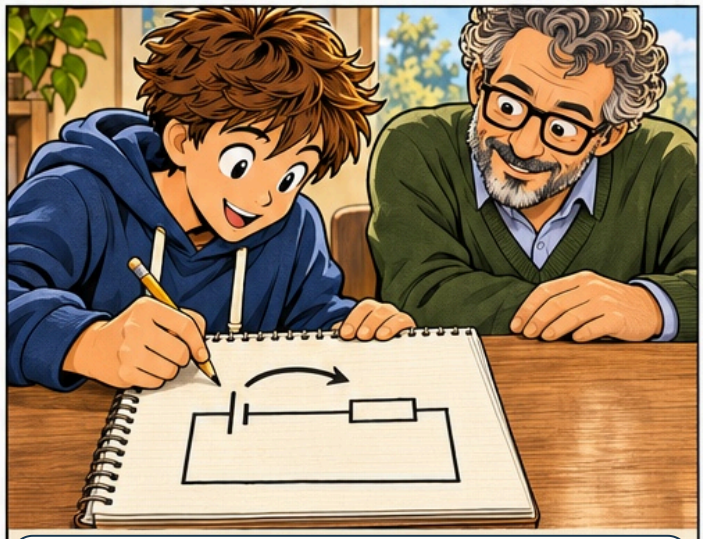
शिक्षण उपकरण में धारा सीमित करने की व्यवस्था है।



मेन्स से जुड़े किसी उपकरण को खोलेंगे या बदलेंगे नहीं।



मार्गदर्शक उपकरण, निर्देश और उपयोग की सीमाएँ जाँचते हैं।



सवाल है: वोल्टता बदलने पर धारा का क्या होगा?

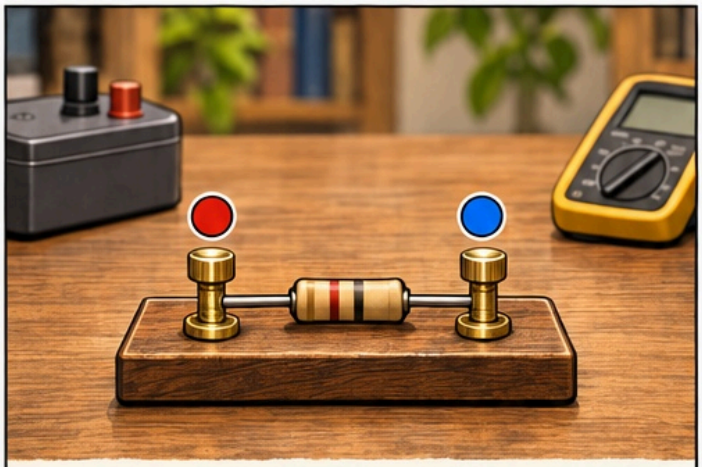
दो बिंदुओं के बीच वोल्टता



वोल्टता परिपथ के दो बिंदुओं के बीच परिभाषित होती है।



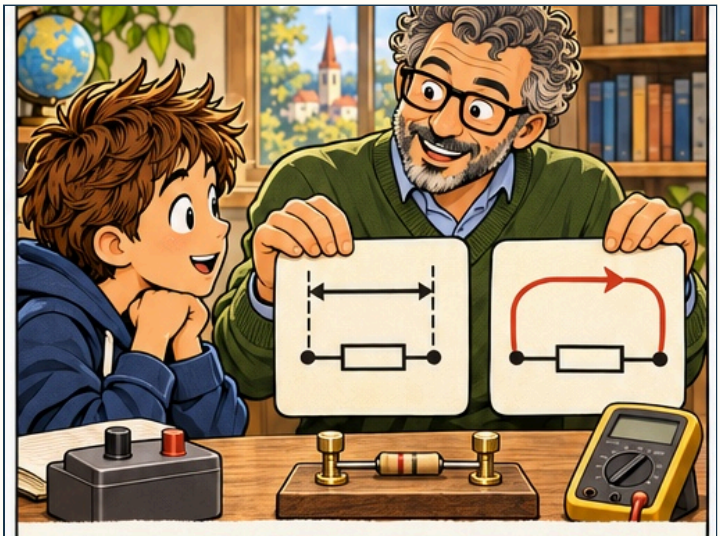
इसे U लिखते हैं; इकाई वोल्ट, प्रतीक V है।



इसलिए बताना होगा कि किन दो बिंदुओं के बीच।



यहाँ वे प्रतिरोधक के दोनों सिरों को देखते हैं।



वोल्टता तार में छिपी धारा की मात्रा नहीं है।



युवक कॉपी में दोनों बिंदु बनाता है।

लूप में धारा



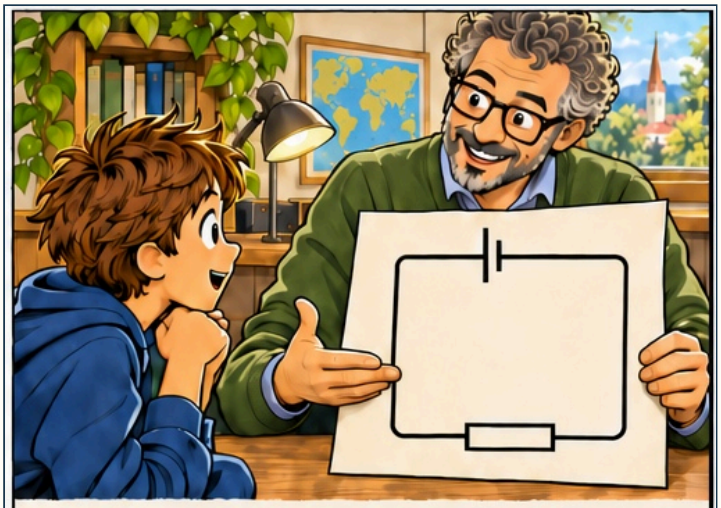
धारा को। लिखते हैं; इकाई ऐम्पियर, प्रतीक A है।



यहाँ लगातार धारा के लिए बंद चालक लूप चाहिए।



लूप खुला हो तो प्रतिरोधक में धारा नहीं बहती।



इस सरल लूप के हर हिस्से में समान धारा है।



स्रोत के बाहर परंपरागत दिशा धन से ऋण की ओर है।

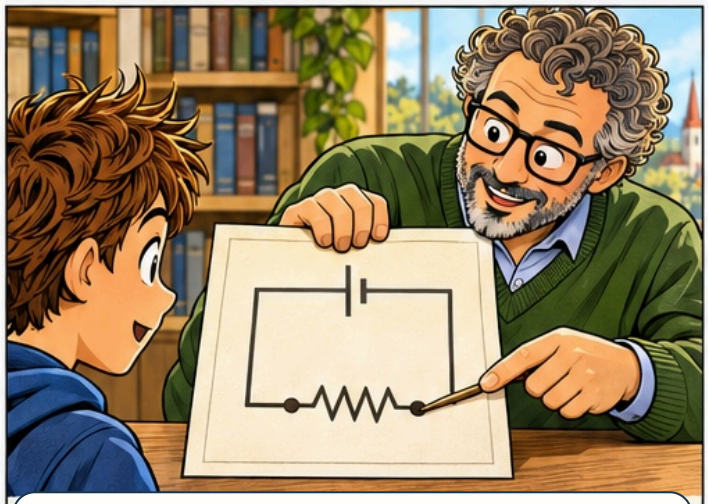


युवक चित्र में रास्ता देखता है, अभी जोड़ता नहीं।

प्रतिरोध की भूमिका



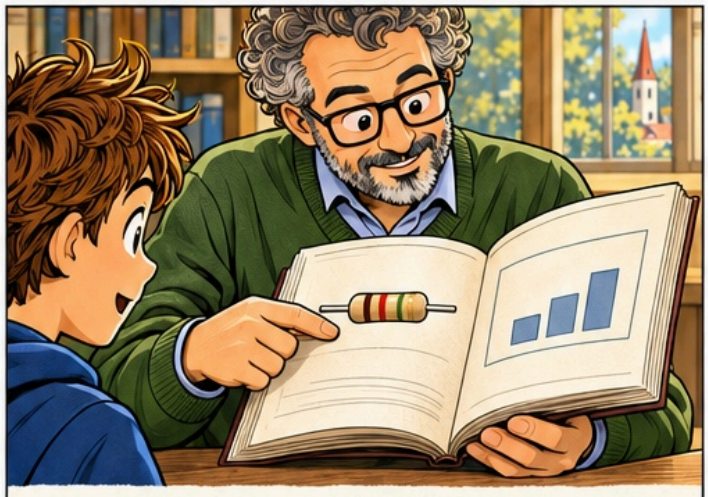
प्रतिरोध को R लिखते हैं; इकाई ओम, प्रतीक Ω है।



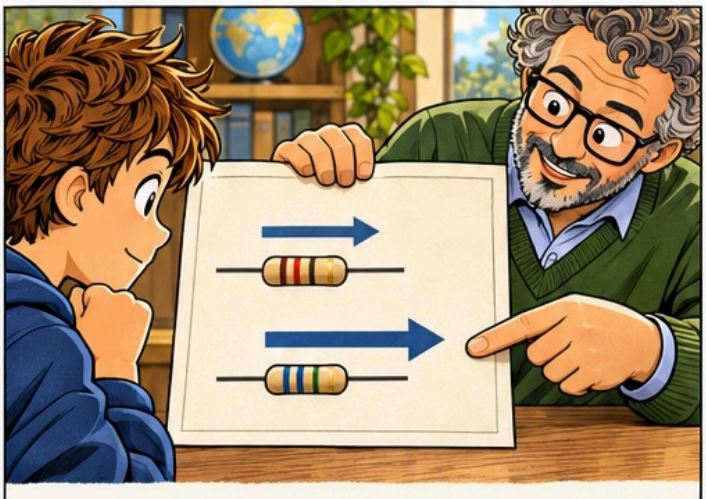
यहाँ वह पुर्जे की वोल्टता और उसमें बहती धारा जोड़ता है।



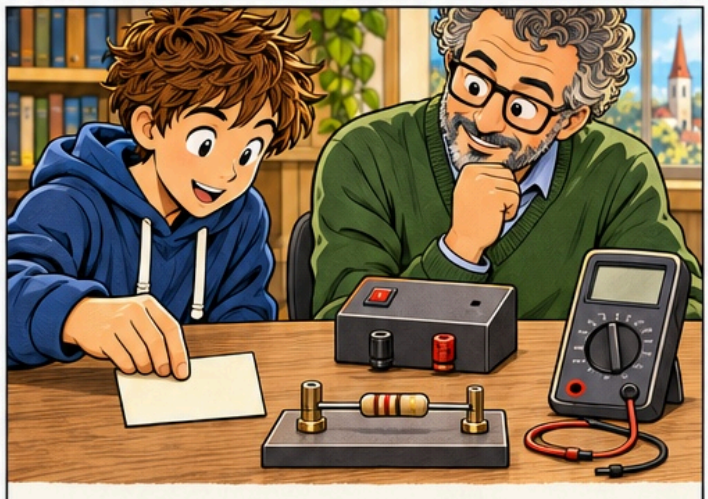
वे ओमीय व्यवहार वाला प्रतिरोधक चुनते हैं।



उसका तापमान पर्याप्त स्थिर रहना चाहिए।



समान वोल्टता पर अधिक प्रतिरोध से कम धारा होगी।

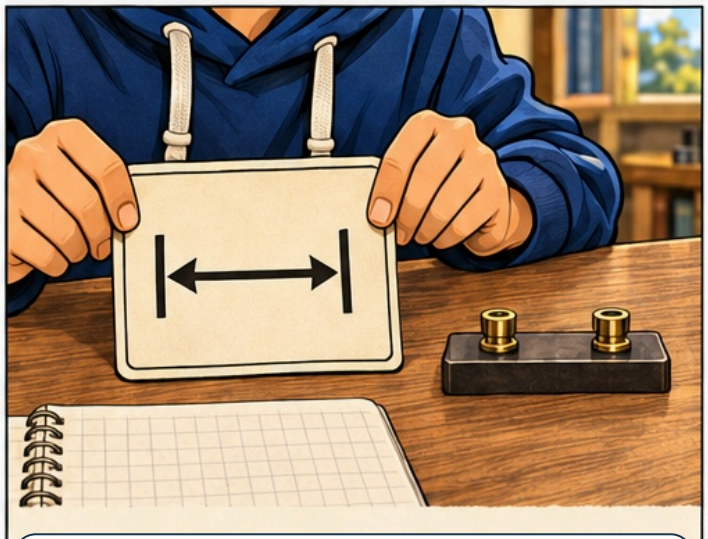


इस आखिरी बात की जाँच अभी बाकी है।

तीन राशियाँ, तीन इकाइयाँ



कॉपी U, I और R में अंतर करती है।



वोल्टता U को वोल्ट V में लिखते हैं।



धारा I को ऐम्पियर A में लिखते हैं।



प्रतिरोध R को ओम Ω में लिखते हैं।



राशि के अक्षर और इकाई के प्रतीक के काम अलग हैं।



हर नतीजे में संख्या के साथ इकाई रहेगी।

जोड़ने से पहले तैयारी



तैयारी के दौरान स्रोत अलग रहता है।



वे 100 Ω का, 1 W निर्धारित शक्ति वाला प्रतिरोधक चुनते हैं।



प्रदर्शन 1,5 V से 4,5 V दिष्ट वोल्टता के बीच रहेगा।



मार्गदर्शक जाँचते हैं कि सारे हिस्से परीक्षण सह सकें।



तार सही हैं और जोड़ बिना जुगाड़ के सुलभ हैं।



युवक उपयोग से पहले परिपथ बनाता है।

अलग प्रतिरोधक मापना



परीक्षण से पहले वे मल्टीमीटर से प्रतिरोधक जाँचते हैं।



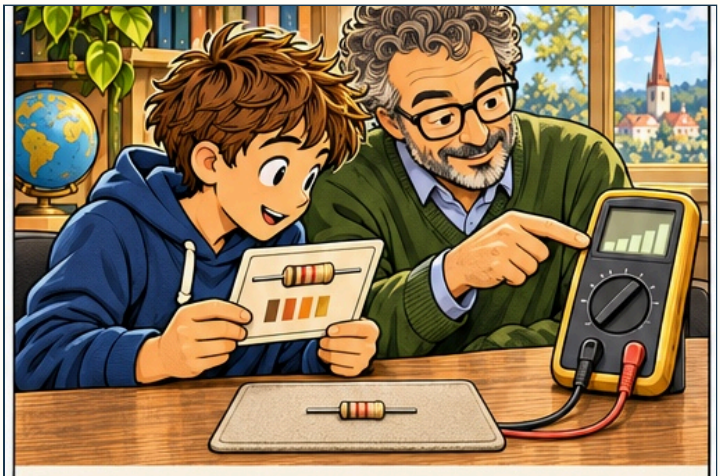
पुर्जा परिपथ से अलग है और हर स्रोत हटाया गया है।



निर्देश के अनुसार मीटर को ओममीटर मोड में रखते हैं।



100 Ω के पास मापन चुने पुर्जे की पुष्टि करता है।



सहिष्णुता समझाती है कि वास्तविक मान नाममात्र से थोड़ा अलग क्यों है।

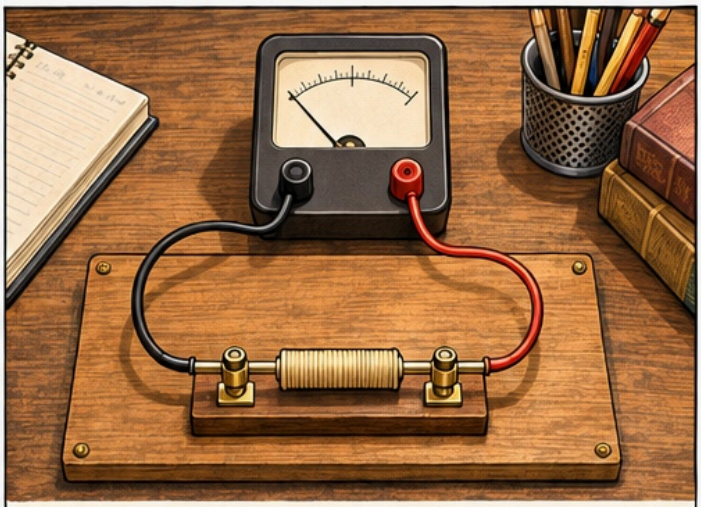


वे रीडिंग लिखकर परीक्षण सिरे हटा देते हैं।

वोल्टता समानांतर मापते हैं



U मापने के लिए वोल्टमीटर प्रतिरोधक के दोनों सिरों से जुड़ता है।



वह उसके समानांतर शाखा बनाता है।



तार लगाते समय स्रोत अलग रहता है।



मार्गदर्शक सॉकेट, दिष्ट वोल्टता मोड और परास जाँचते हैं।



फिर परिपथ चालू करके वोल्टता पढ़ते हैं।



ऊर्जा बंद करने से पहले मान लिखते हैं।

धारा श्रेणीक्रम में मापते हैं



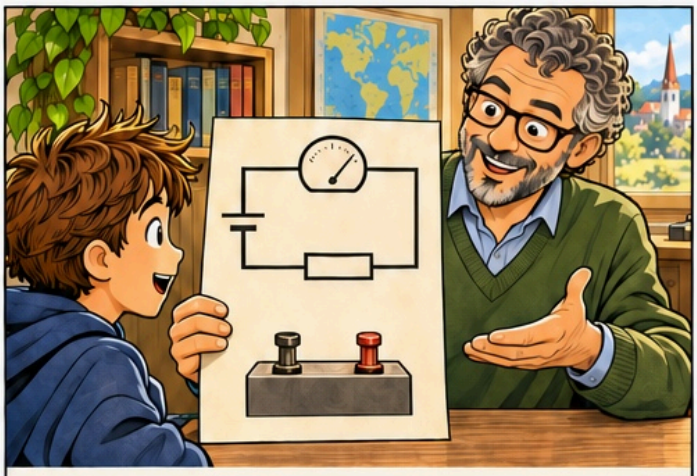
। मापने के लिए अलग व्यवस्था चाहिए।



स्रोत अलग रखकर मार्गदर्शक लूप खोलते और ऐमीटर श्रेणीक्रम में लगाते हैं।



वे धारा सॉकेट, फ्यूज, दिष्ट मोड और सही परास जाँचते हैं।



ऐमीटर को स्रोत के दोनों सिरों पर सीधे कभी न जोड़ें।



परिपथ जाँचकर वे चालू करते और धारा पढ़ते हैं।

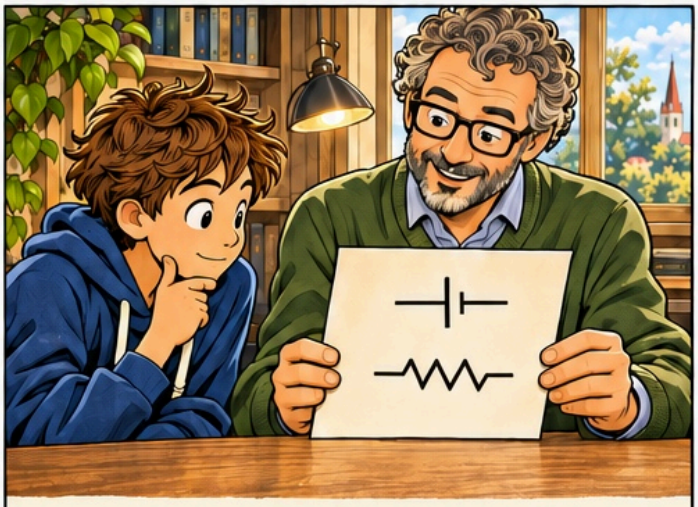


हर बदलाव से पहले बंद करते, फिर वोल्टता के लिए तार वापस लगाते हैं।

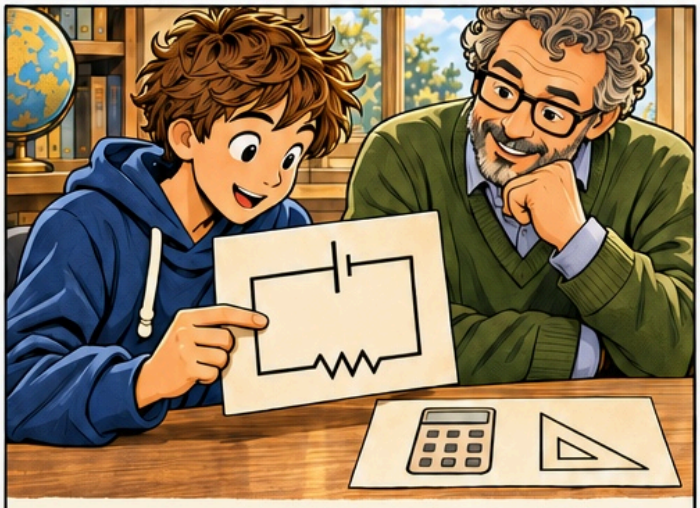
तुलना का पहला बिंदु



वे तय न्यूनतम वोल्टता से शुरू करते हैं।



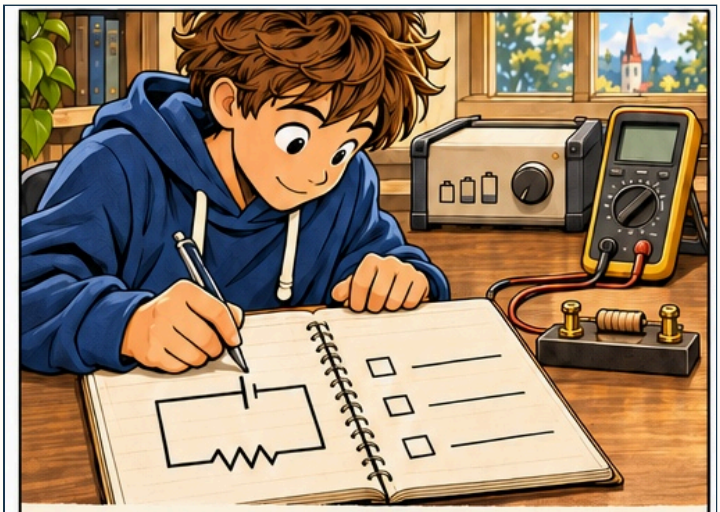
आदर्श उदाहरण में 1,5 V और 100 Ω हैं।



अपेक्षित धारा 0,015 A, यानी 15 mA है।



वास्तविक माप आदर्श मानों से अलग लिखते हैं।



Lucas परिपथ और इकाइयाँ बताता है।



पहली पंक्ति केवल शुरुआती बिंदु है।

दोगुनी वोल्टता



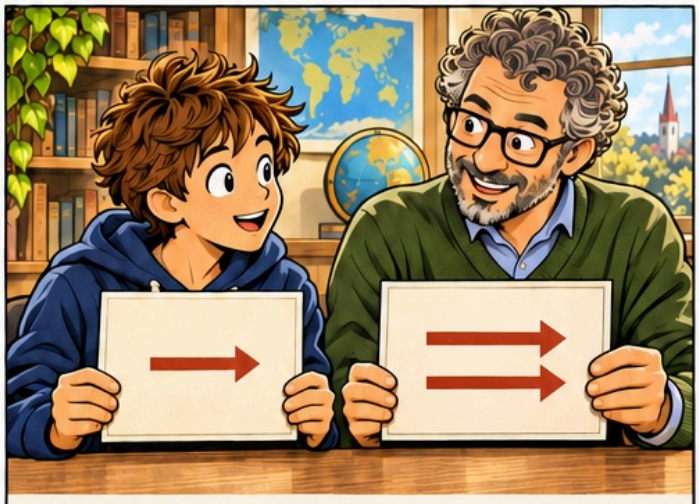
सेटिंग बदलने से पहले स्रोत हटाते हैं।



प्रतिरोधक और मापन की परिस्थितियाँ समान रहती हैं।



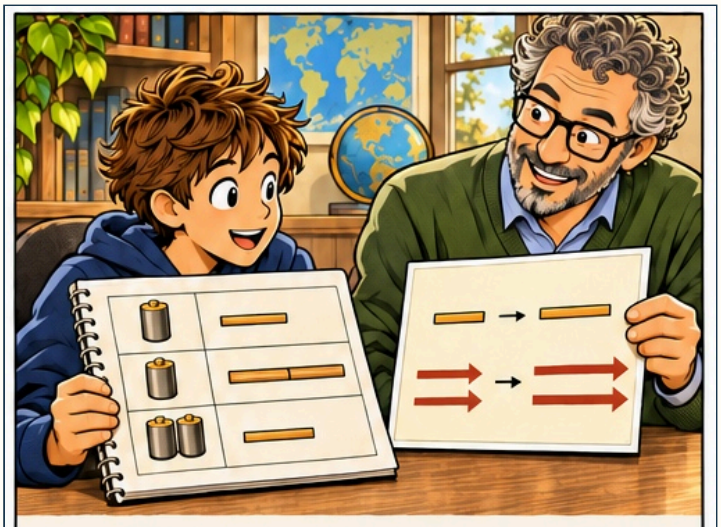
आदर्श उदाहरण में वोल्टता 1,5 V से 3 V होती है।



धारा 15 mA से 30 mA हो जाती है।



वोल्टता दोगुनी हुई; धारा भी।



युवक पूर्वानुमान की तुलना नए अवलोकनों से करता है।

तीसरा परीक्षण



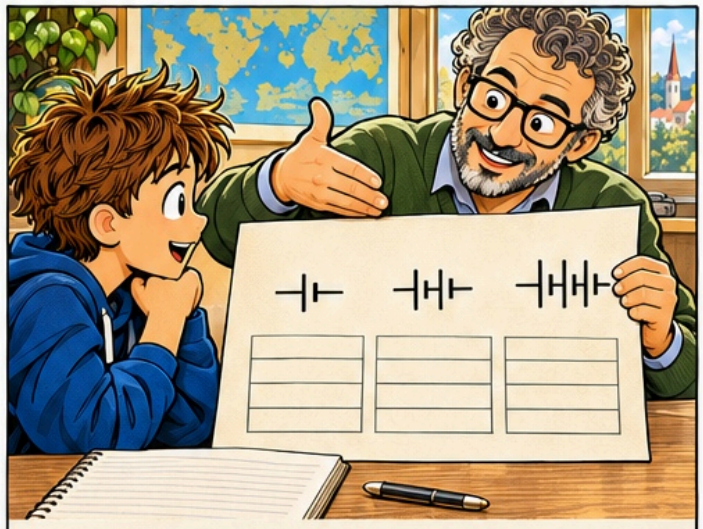
एक और परीक्षण प्रवृत्ति की सच में पुष्टि करेगा।



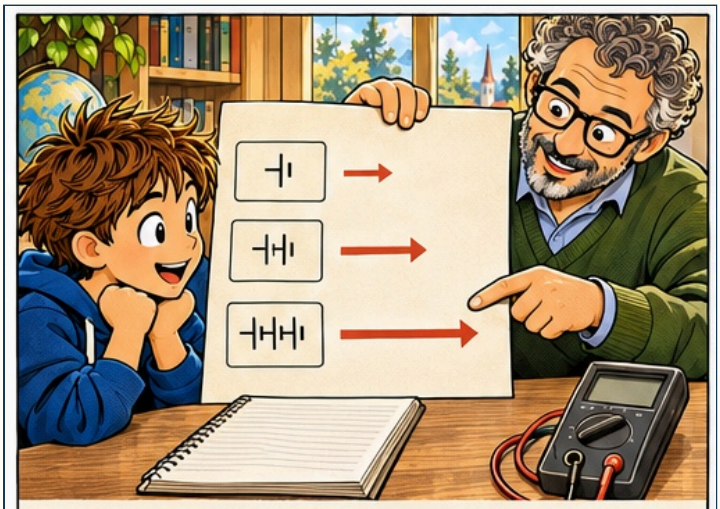
वे वही प्रक्रिया 4,5 V तक अपनाते हैं।



100 Ω पर आदर्श मॉडल 0,045 A, यानी 45 mA बताता है।



उदाहरण में अब 1,5 V, 3 V और 4,5 V हैं।



संबंधित धाराएँ 15 mA, 30 mA और 45 mA हैं।



पढ़ने के बाद स्रोत फिर अलग करते हैं।

क्या स्थिर रहता है



युवक हर वोल्टता को ऐम्पियर में उसकी धारा से भाग देता है।



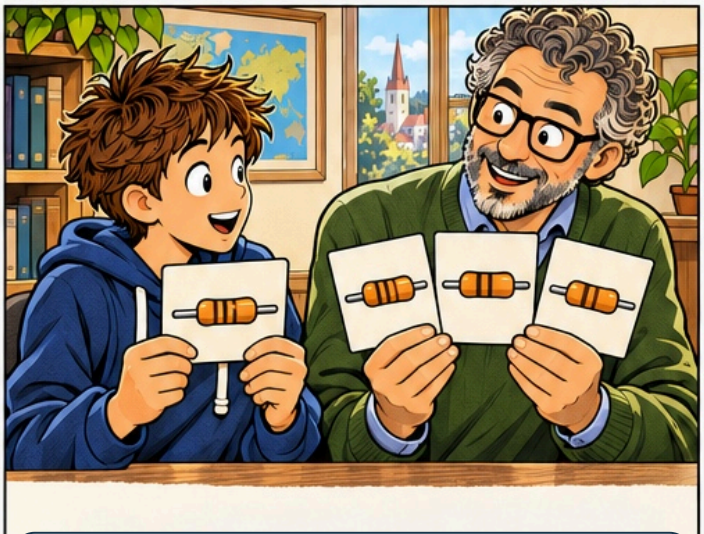
1,5 V ÷ 0,015 A से 100 Ω मिलता है।



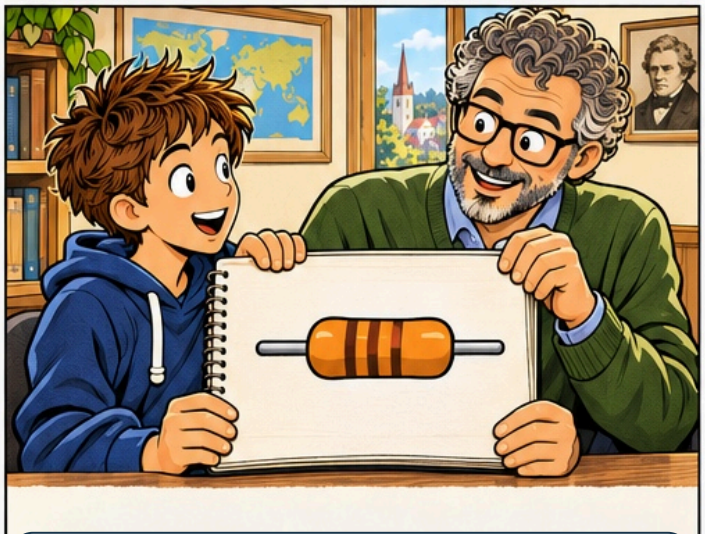
3 V ÷ 0,030 A से फिर 100 Ω मिलता है।



4,5 V ÷ 0,045 A से भी 100 Ω मिलता है।



इस आदर्श उदाहरण में U/I स्थिर रहता है।



यह स्थिरांक प्रतिरोध R है।

संबंध आकार लेता है



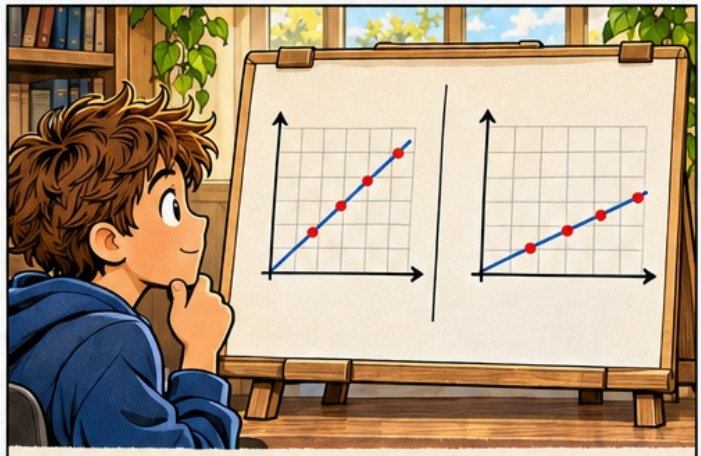
ग्राफ समानुपातिकता दिखाता है।



आदर्श प्रतिरोधक के बिंदु मूलबिंदु से गुजरती रेखा पर हैं।



U क्षैतिज और I ऊर्ध्वाधर हो तो ढाल 1/R है।



अक्ष बदलने से ढाल की व्याख्या बदलती है।



वास्तविक माप रेखा से थोड़ा हट सकते हैं।

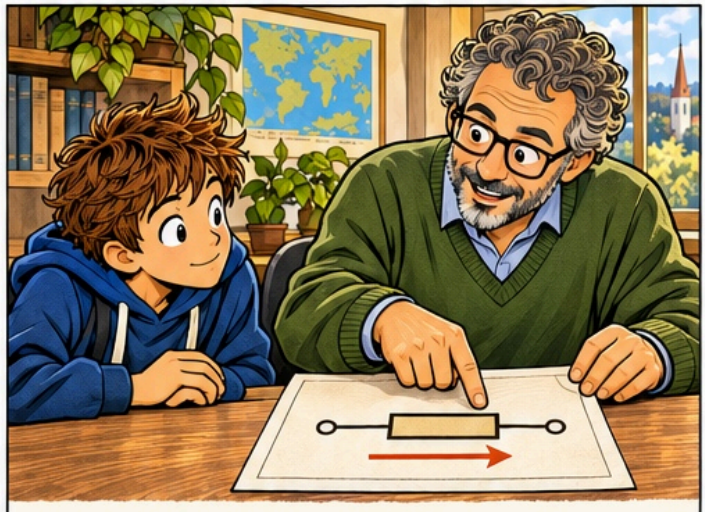


चित्र संख्याएँ समझाता है, प्रयोग की शर्तें नहीं हटाता।

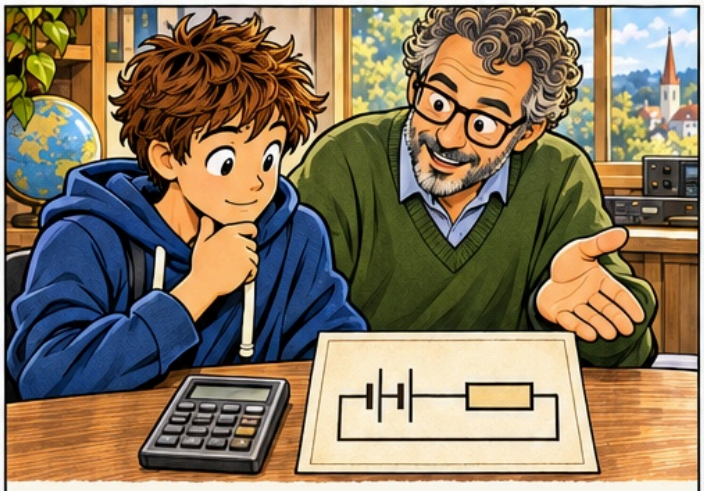
U = R × I



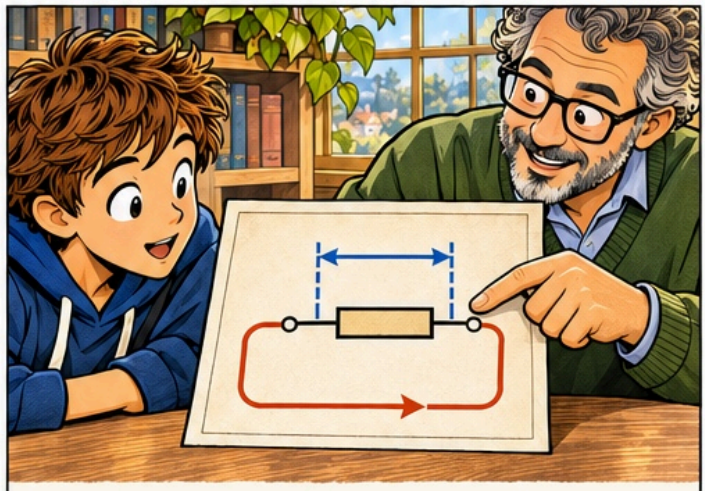
संबंध U = R × I है।



ओमीय प्रतिरोधक की वोल्टता R गुणा I है।



R = 100 Ω और I = 0,030 A पर U = 3 V मिलता है।



राशियाँ एक ही पुर्जे की होनी चाहिए।



इस गणना में धारा ऐम्पियर में है।



युवक आखिर समझता है कि सूत्र क्या जोड़ता है।

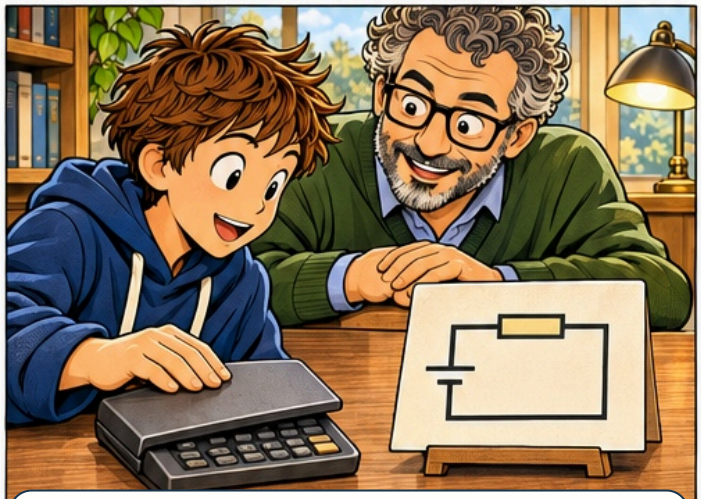
धारा निकालना



U और R जानकर युवक I का पूर्वानुमान करता है।



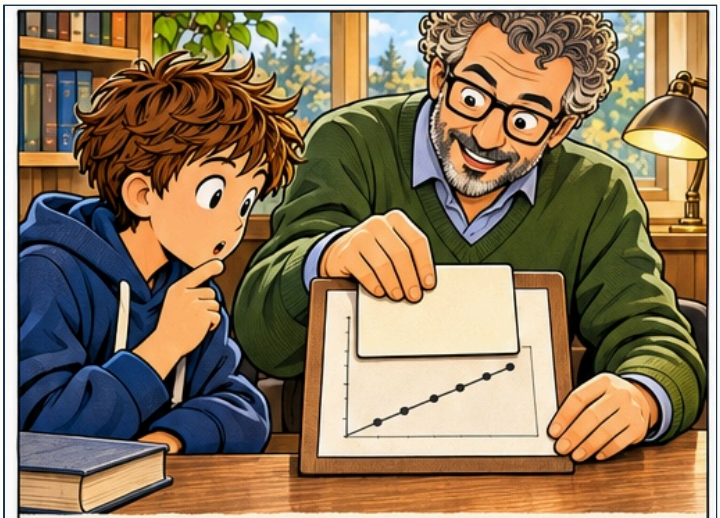
वह संबंध को I = U/R लिखता है।



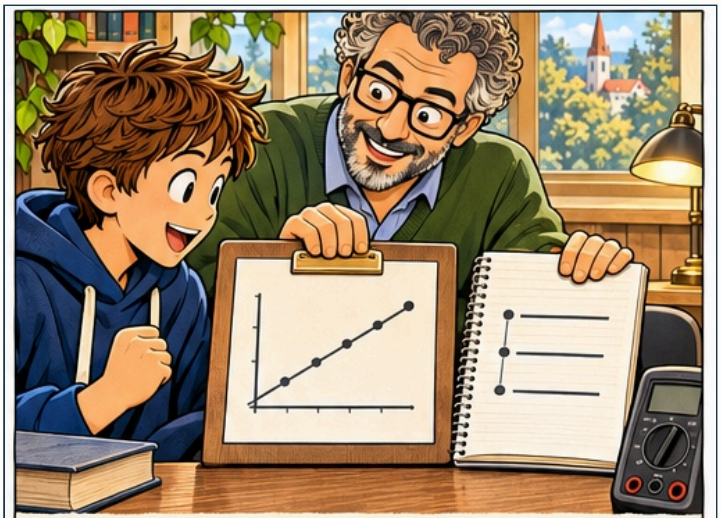
3 V और 100 Ω के लिए 3 ÷ 100 = 0,030 A करता है।



यह 30 mA है।



माप देखने से पहले वह पूर्वानुमान बताता है।



गणना प्रयोग से पूछा गया सवाल बनती है।

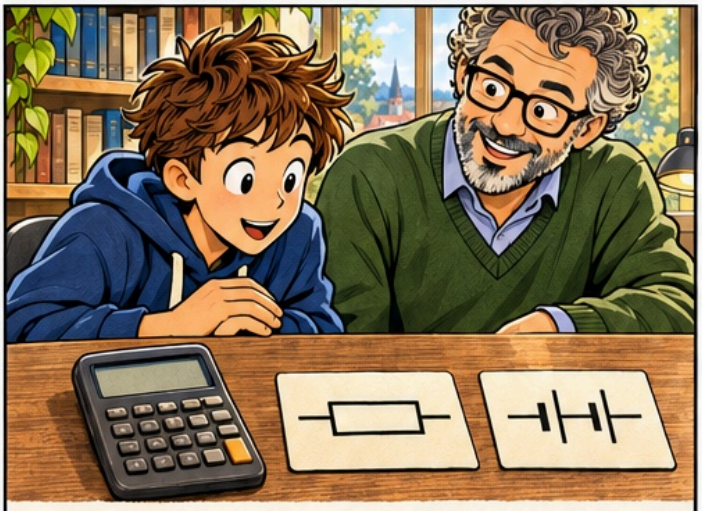
प्रतिरोध निकालना



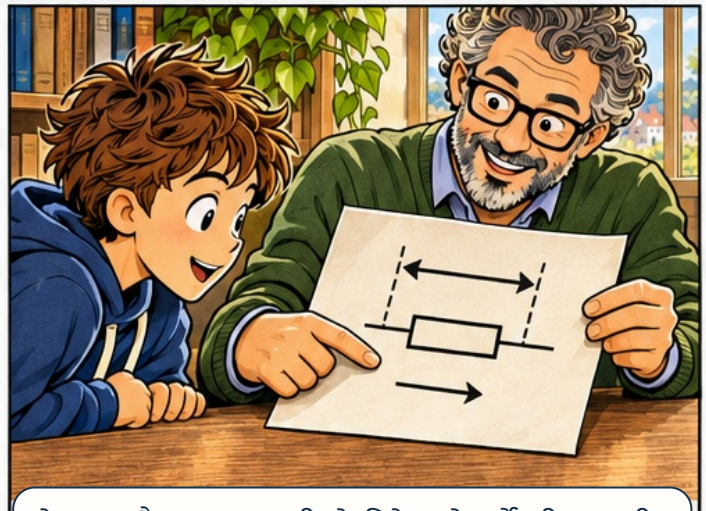
दूसरा सवाल U और I से शुरू होता है।



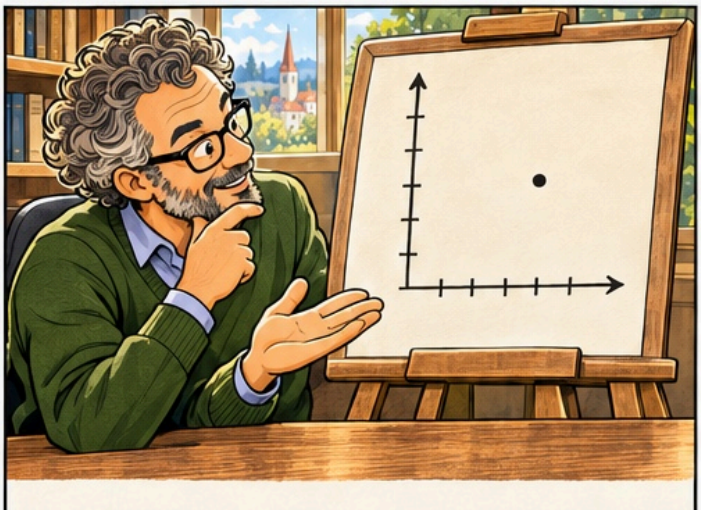
संबंध अब R = U/I है।



उदाहरण में 3 V और 0,015 A से 200 Ω मिलता है।



वोल्टता और धारा एक ही दो-सिरे वाले पुर्जे की, एक ही क्षण की हैं।



अकेला अनुपात ओमीय व्यवहार साबित नहीं करता।



कई बिंदुओं पर व्यवहार भी देखना होगा।

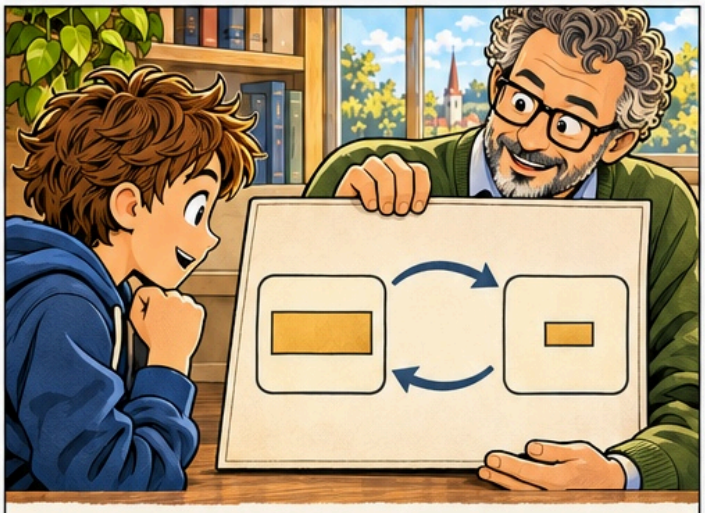
मिलीऐम्पियर का ध्यान



युवक 30 mA लिखकर कैलकुलेटर पर रुकता है।



एक मिलीऐम्पियर, ऐम्पियर का हजारवाँ हिस्सा है।



30 mA = 0,030 A; 15 mA = 0,015 A।



0,030 की जगह 30 डालने से उत्तर हजार गुना बदलता है।



पहले रूपांतरण, फिर संगत इकाइयों से गणना करता है।



परिमाण का अंदाजा जाँचना उत्तर पूरा करता है।

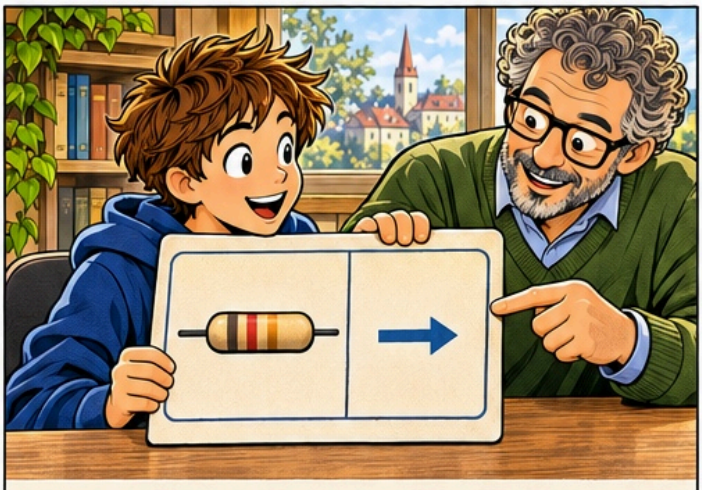
बदलने से पहले पूर्वानुमान



अब वे समान वोल्टता पर दो प्रतिरोधकों की तुलना करते हैं।



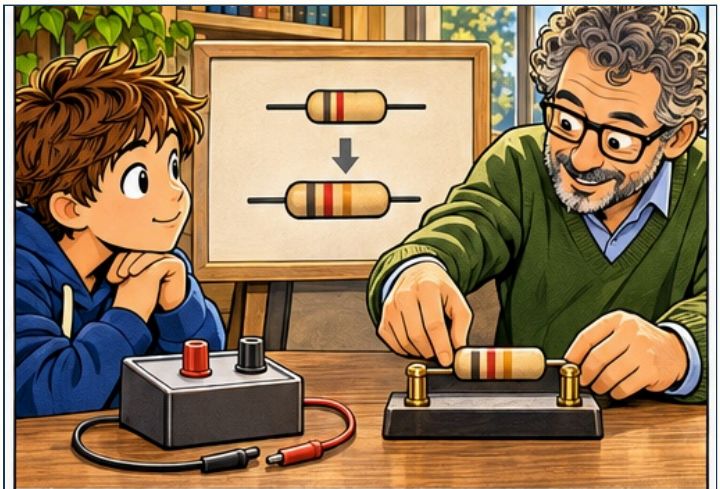
3 V और 100 Ω पर आदर्श धारा 30 mA है।



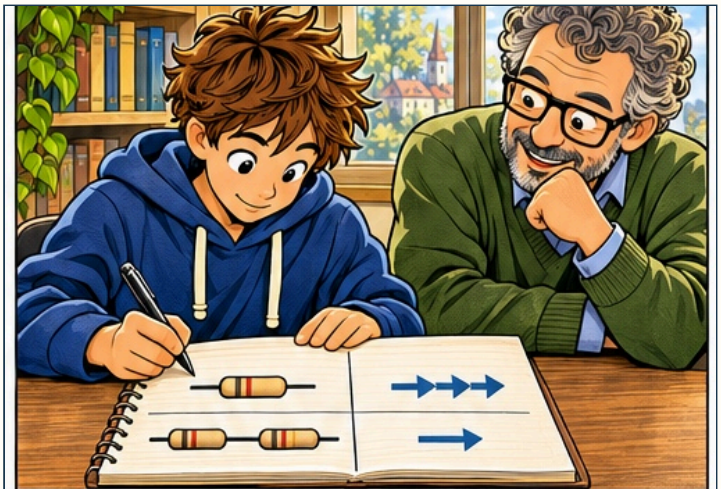
3 V और 200 Ω पर 15 mA होगी।



U स्थिर हो तो दोगुना R, I को आधा करता है।

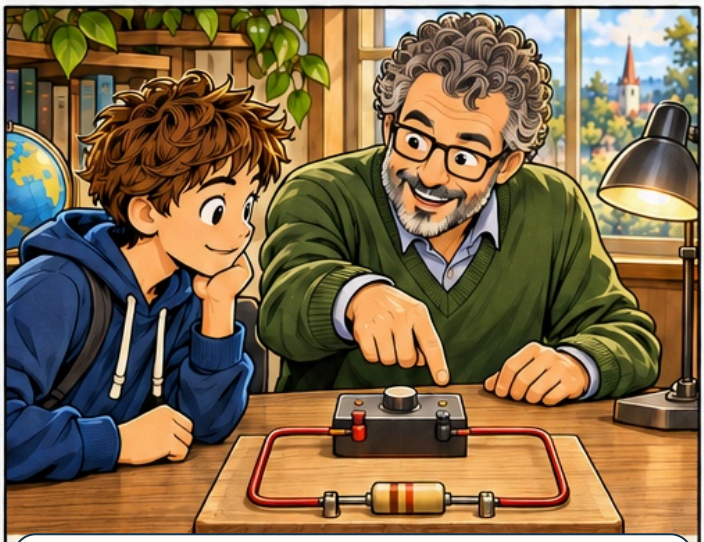


पुर्जा बदलने से पहले स्रोत हटाते हैं।

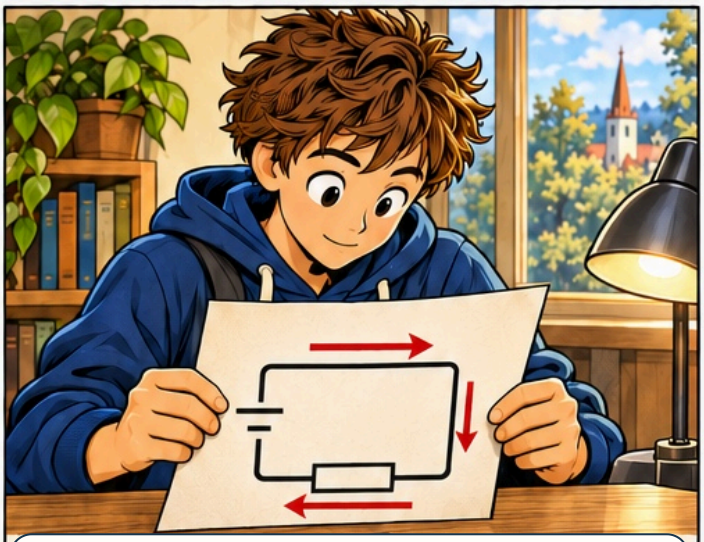


युवक पहले पूर्वानुमान, फिर माप लिखता है।

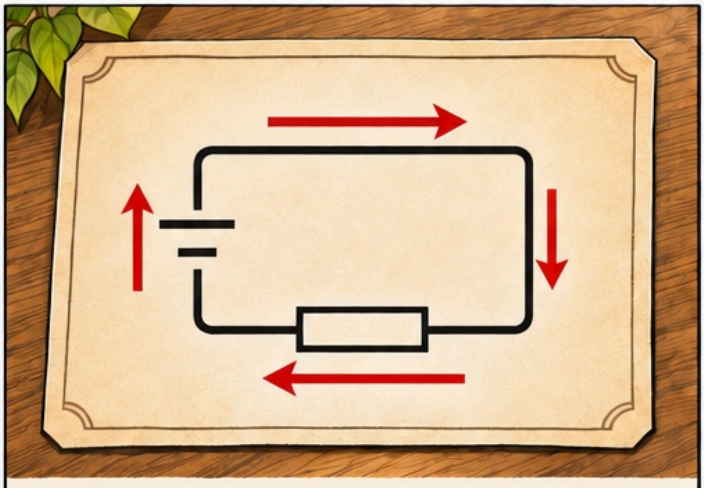
न अवरोध, न भंडार



धारा प्रतिरोधक में बाद के लिए जमा नहीं होती।



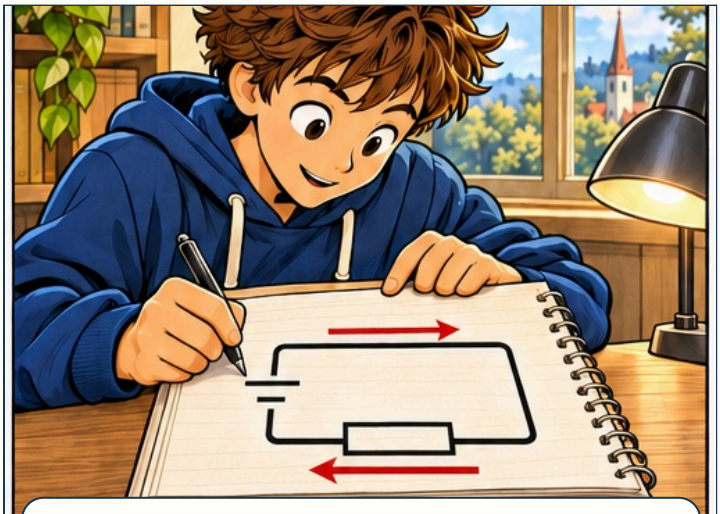
प्रतिरोधक इस लूप की धारा धीरे-धीरे खर्च नहीं करता।



स्थिर अवस्था में पहले और बाद की धारा समान है।



विद्युत ऊर्जा बदलती है, मुख्यतः ऊष्मा में।

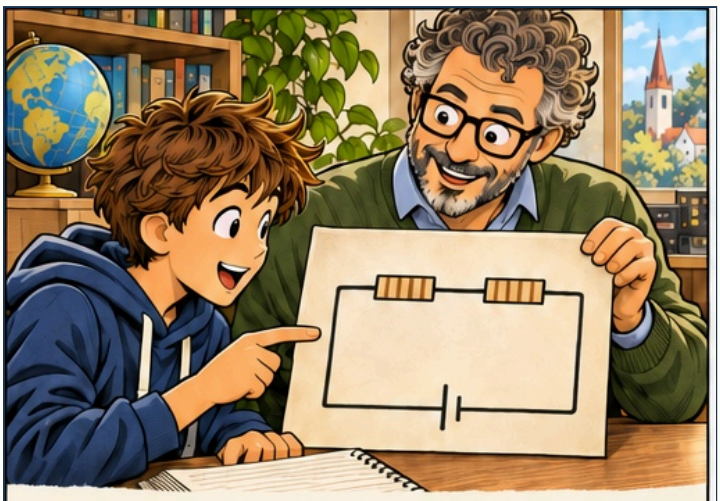


युवक पुर्जे के बाद छोटी होती तीरों वाला चित्र सुधारता है।



उसका मॉडल अवलोकनों से बेहतर मेल खाता है।

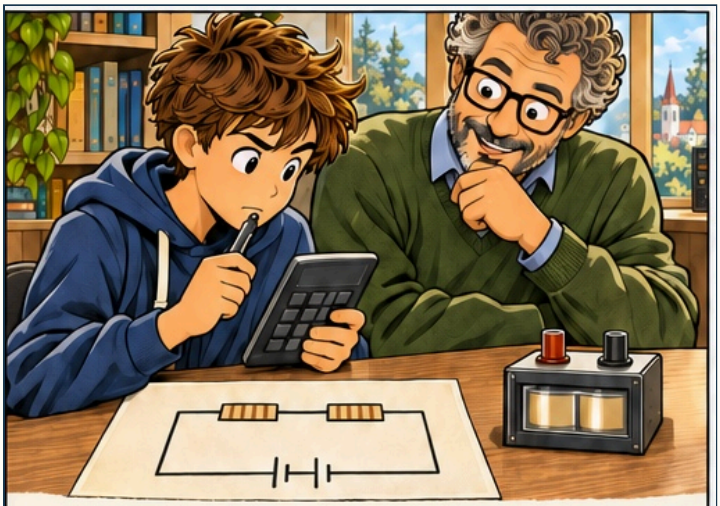
दो प्रतिरोधक श्रेणीक्रम में



कागज पर दो 100 Ω प्रतिरोधक एक के बाद एक हैं।



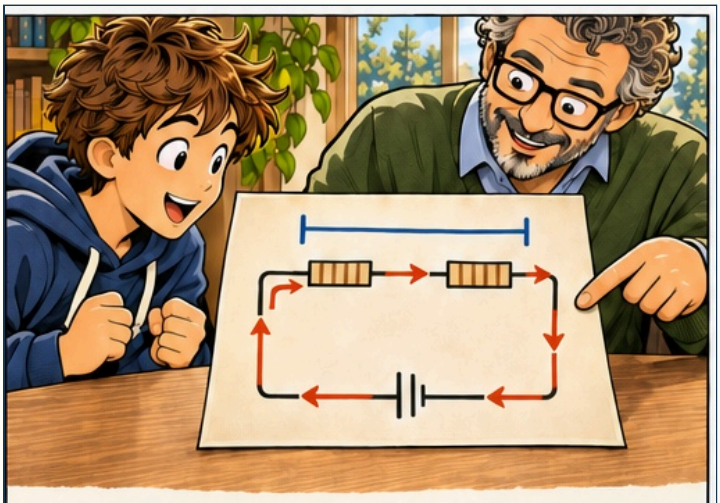
श्रेणीक्रम में समतुल्य प्रतिरोध 100 Ω + 100 Ω = 200 Ω है।



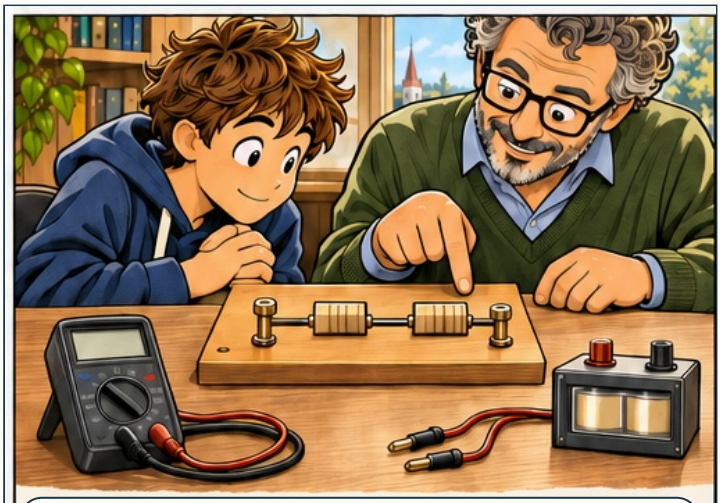
3 V पर आदर्श लूप धारा इसलिए 15 mA है।



हर प्रतिरोधक के सिरों पर तब 1,5 V है।

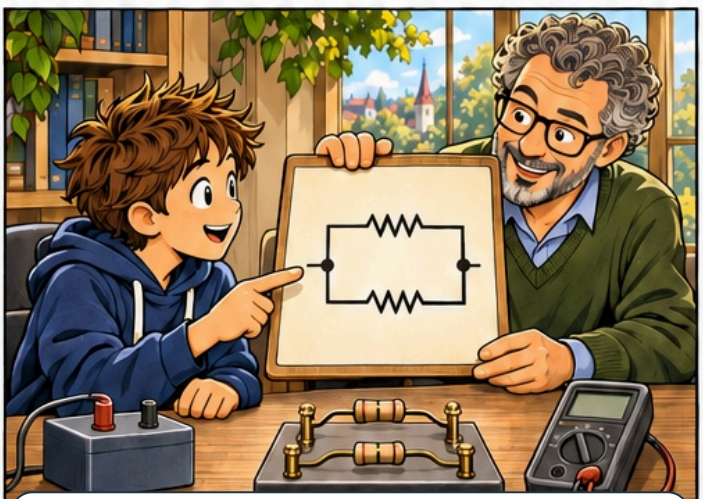


वोल्टताएँ जुड़ती हैं; दोनों में वही धारा बहती है।

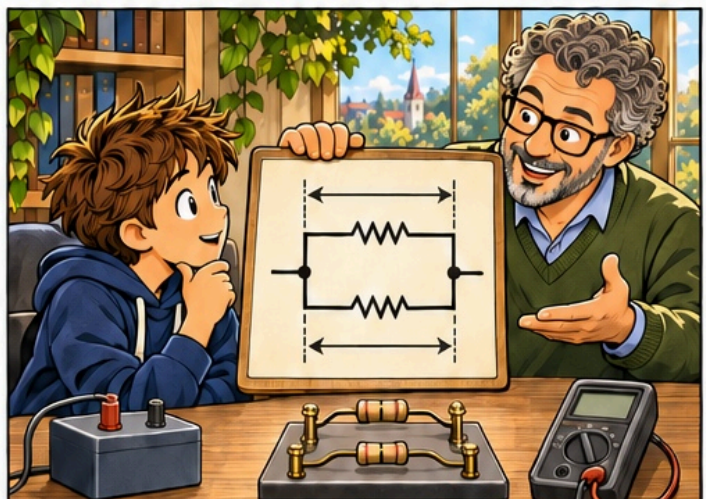


वे उपयुक्त उपकरण पर जाँचते हैं, बदलाव ऊर्जा हटाकर करते हैं।

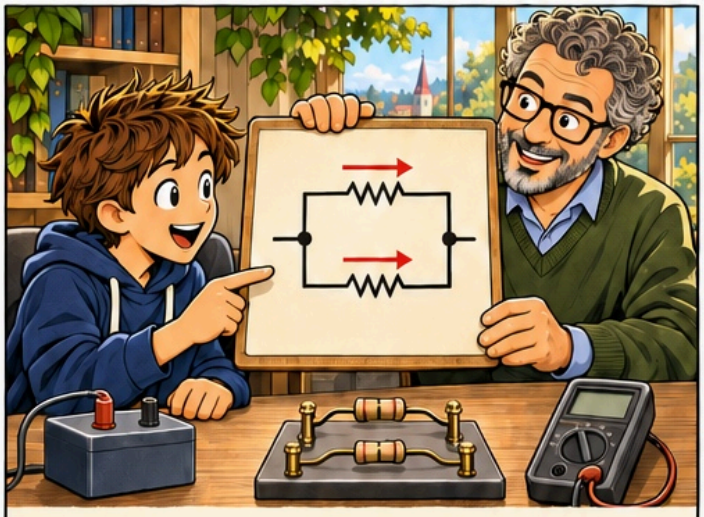
दो समानांतर रास्ते



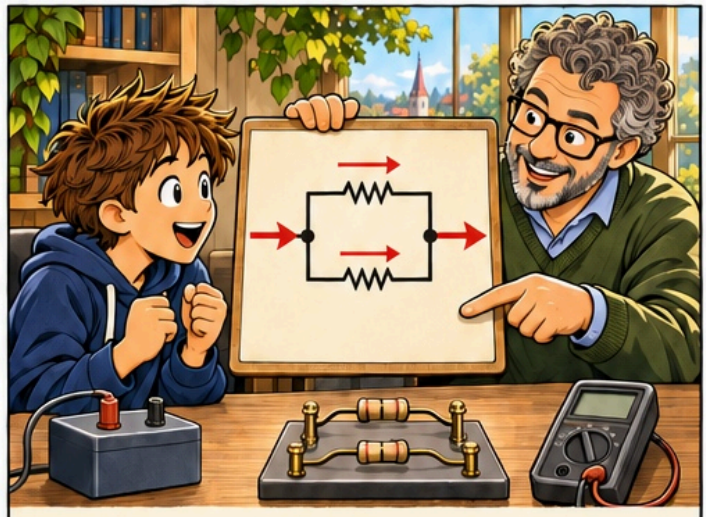
दूसरे चित्र में दो 100 Ω प्रतिरोधक समानांतर शाखाओं में हैं।



हर शाखा को वही 3 V मिलता है।



हर प्रतिरोधक में आदर्श रूप से 30 mA बहती है।



कुल 60 mA है: शाखाओं की धाराएँ जुड़ती हैं।

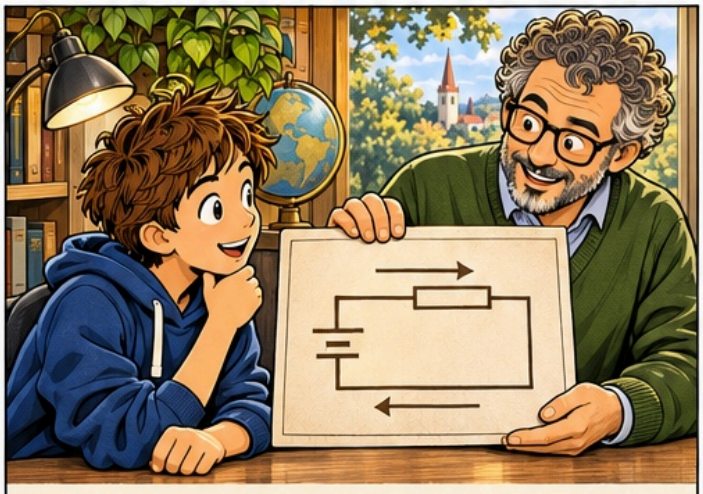


समतुल्य प्रतिरोध 3 V ÷ 0,060 A = 50 Ω है।

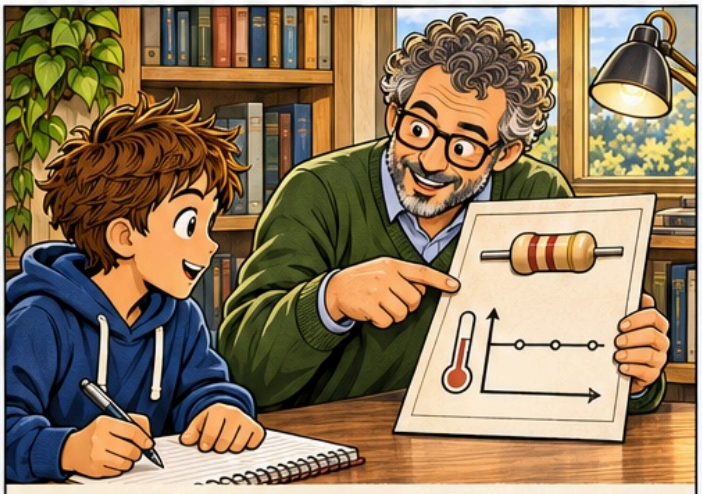


यह इसी परिपथ के लिए है; प्रतिरोध जोड़ने से नहीं मिलता।

मॉडल का दायरा



गणनाएँ दिष्ट धारा वाले ओमीय प्रतिरोधकों की हैं।



तापमान और पुर्जों के गुण अब भी जरूरी हैं।



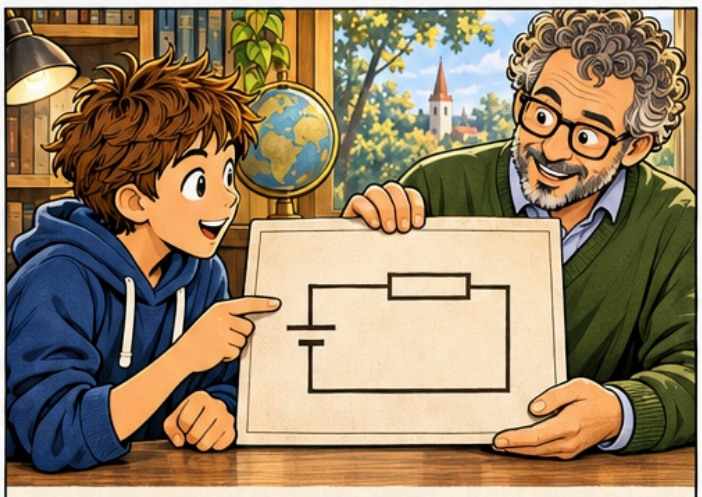
कुंडली, संधारित्र या ऐंटेना हमेशा इसी प्रतिरोध में नहीं समाते।



रेडियो आवृत्ति पर अन्य प्रभावों के कारण प्रतिबाधा की बात होती है।



युवक यह सवाल अगले साहसिक सफर के लिए रखता है।



मॉडल समझना उसकी सीमाएँ जानना भी है।

ऊर्जा की भी गणना



प्रदर्शन में क्षय होने वाली शक्ति भी देखनी होगी।



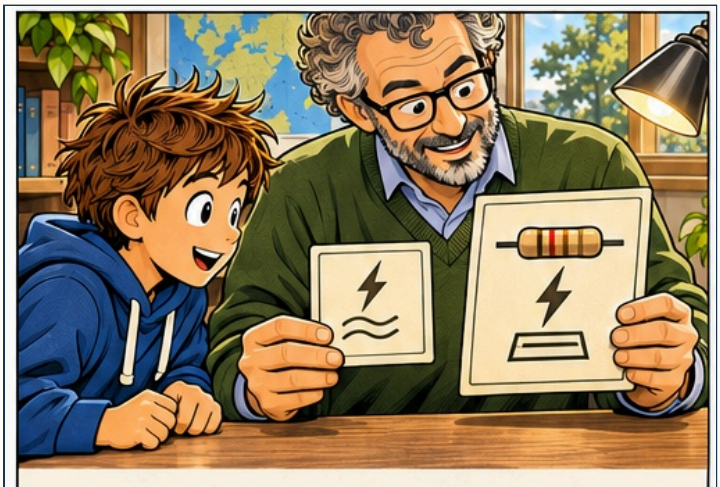
दिष्ट धारा में P = U × I, जहाँ P की इकाई वाट W है।



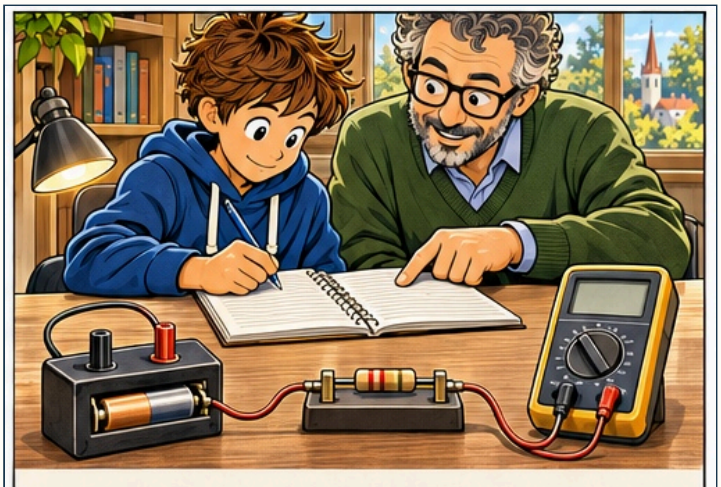
3 V और 0,030 A पर P = 0,090 W है।



प्रतिरोधक में यह ऊर्जा मुख्यतः ऊष्मा बनती है।



पुर्जे की अनुमत शक्ति सीमा माननी चाहिए।



छोटा परिपथ भी इस जाँच से मुक्त नहीं।

गुंजाइश के साथ चुनाव



तय अधिकतम 4,5 V पर 100 Ω आदर्श रूप से 45 mA देता है।



गणितीय शक्ति 4,5 × 0,045 = 0,2025 W है।



उनका 1 W प्रतिरोधक तैयार परीक्षण के लिए गुंजाइश छोड़ता है।



यह मान निर्माता की उपयोग संबंधी शर्तों पर भी निर्भर है।



चालू पुर्जे को छूकर गर्मी कभी नहीं जाँचते।



Henri उपकरण की सीमाओं के अनुसार चुनाव करते हैं।

रहस्यमय प्रतिरोध



मार्गदर्शक कार्ड पर एक आखिरी पहेली देते हैं।



ओमीय प्रतिरोधक में 3 V और 0,020 A हैं।



युवक R = 3 ÷ 0,020 = 150 Ω निकालता है।



फिर P = 3 × 0,020 = 0,060 W जाँचता है।



वह अपेक्षित उत्तर का अनुमान नहीं, हर कदम समझाता है।



पहेली उसकी पद्धति दिखाती है।

जब माप थोड़ा अलग हो



माप आदर्श मान से थोड़ा अलग हो सकता है।



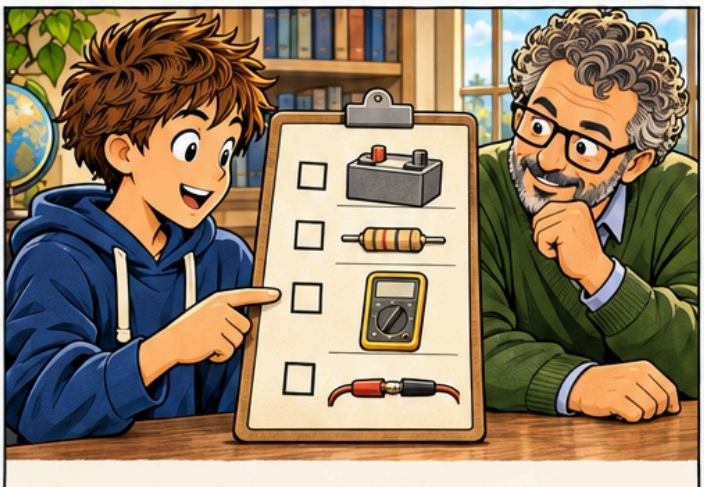
प्रतिरोधक की सहिष्णुता और स्रोत की वास्तविक वोल्टता होती है।



मीटर की भी सीमाएँ हैं और वह परिपथ प्रभावित कर सकता है।



अपूर्ण संपर्क भी अवलोकन बदल सकते हैं।



नियम गलत कहने से पहले वे परिस्थितियों की तुलना करते हैं।



युवक रीडिंग बदलने के बजाय समझने योग्य अंतर लिखता है।

सिखाने वाली गलती



रफ हिसाब में युवक को हजार गुना अधिक धारा मिलती है।



वह स्रोत बदलकर उसे पाने की कोशिश नहीं करता।



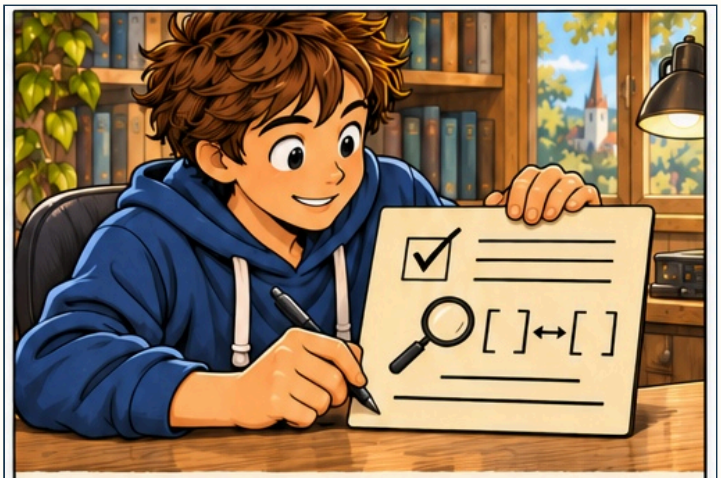
इकाइयाँ जाँचने पर मिलीऐम्पियर को ऐम्पियर समझने की गलती मिलती है।



जाँच के दौरान परिपथ अलग रहता है।



रूपांतरण के बाद परिमाण फिर संगत हो जाता है।

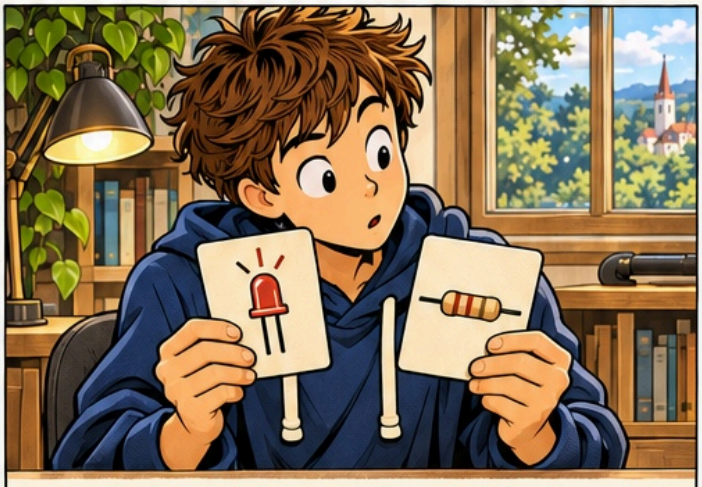


पहचानी गलती उपयोगी याद बनती है।

डायोड का नया सवाल



पास की डिब्बी में युवक प्रकाश उत्सर्जक डायोड देखता है।



क्या उसे स्थिर मान के प्रतिरोधक जैसा मान सकते हैं?



मार्गदर्शक वोल्टता और धारा का गैर-रैखिक संबंध समझाते हैं।



स्थिर R वाला U = R × I हर डायोड नहीं बताता।



वे उसे डिब्बी में रखते हैं: अध्ययन के लिए सही परिपथ चाहिए।



नियम समझना उसका अंधाधुंध उपयोग भी रोकता है।

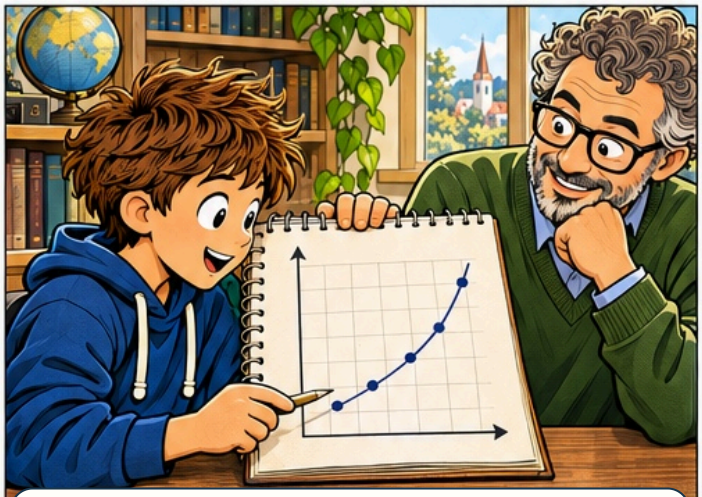
तापमान अहम हो सकता है



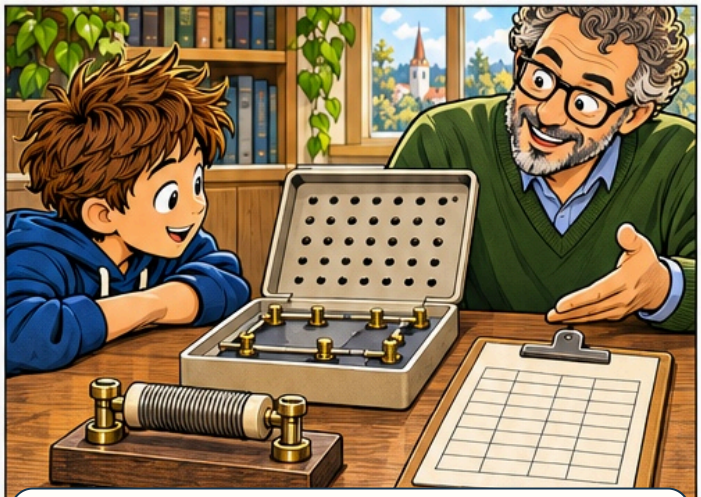
फिलामेंट बल्ब अलग व्यवहार का एक और उदाहरण है।



तापमान बदलने पर उसका प्रतिरोध भी बदलता है।



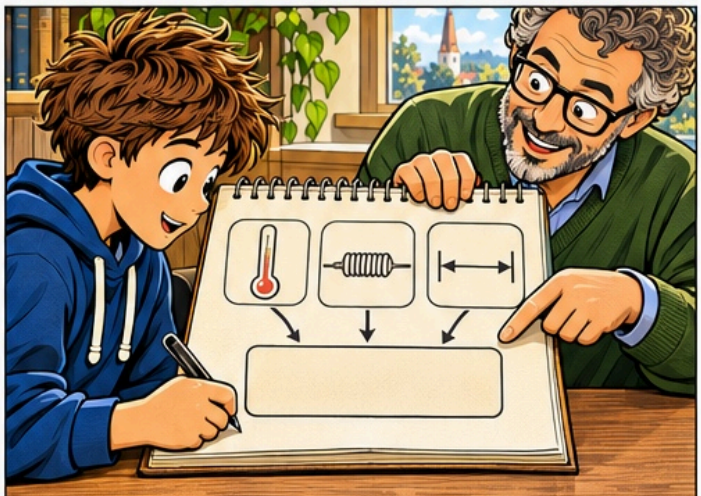
एक क्षण का निकाला मान सार्वभौमिक स्थिरांक नहीं बनता।



उनका अपना प्रतिरोधक भी सामान्य उपयोग की शर्तों में रहे।



यह सिद्ध करने के लिए वे गर्म करने का प्रयोग नहीं करते।



युवक सूत्र के पास लागू होने की शर्तें जोड़ता है।

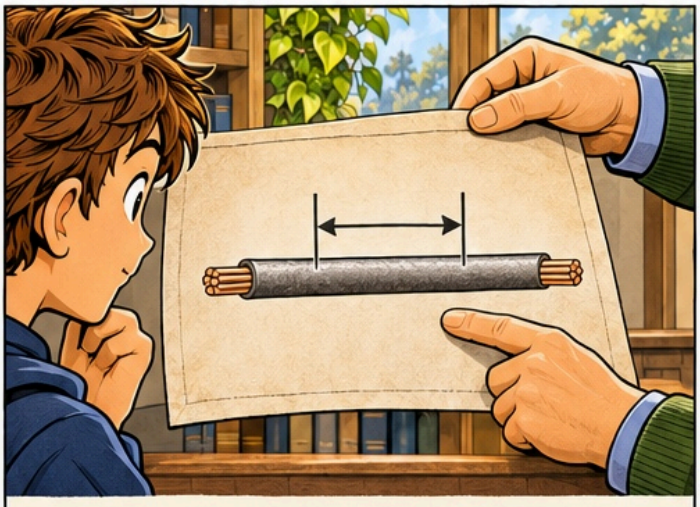
स्टेशन के तारों तक



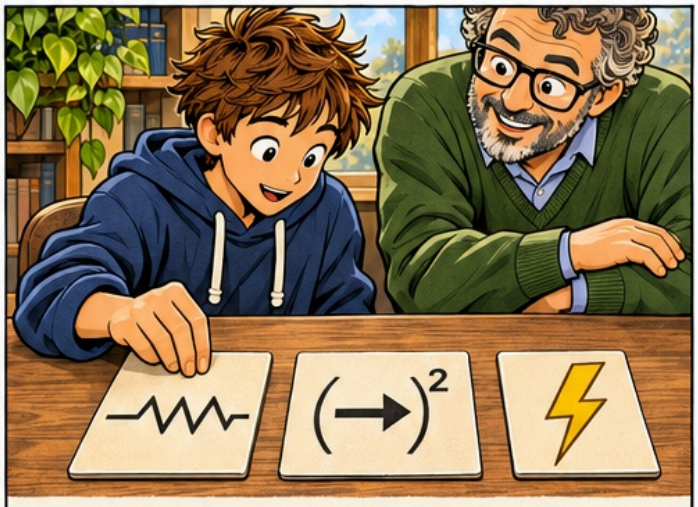
अब युवक परिपथ के तार देखता है।



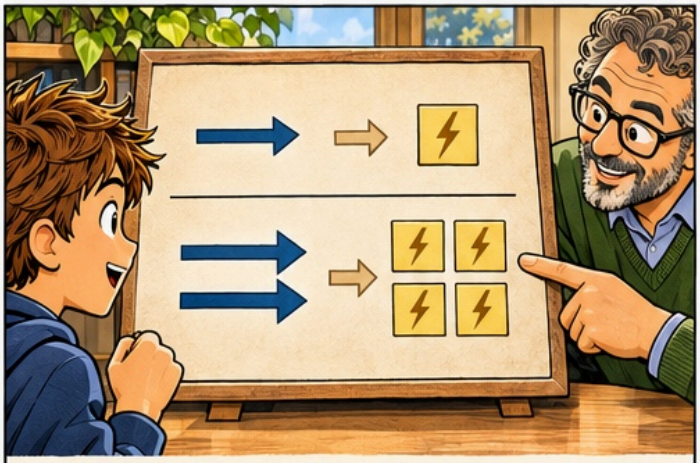
असली चालक में भी प्रतिरोध हो सकता है।



उसमें बहती धारा वोल्टता-पात बनाती है।



प्रतिरोध के लिए शक्ति $P = R \times I^2$ भी है।



R समान हो तो I दोगुना करने से शक्ति चार गुनी होती है।



स्टेशन छेड़े बिना वह सही तारों और जोड़ का महत्व समझता है।

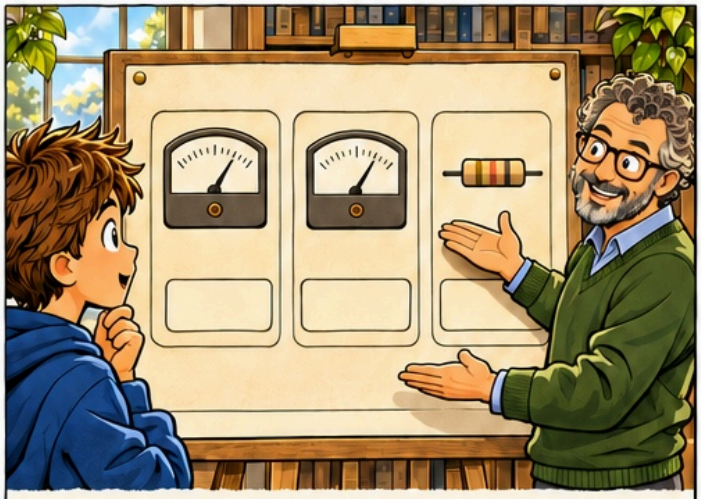
प्रदर्शन की तैयारी



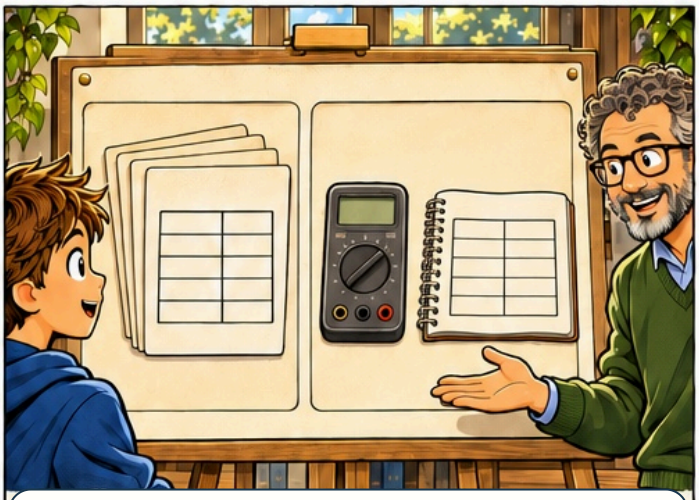
आगंतुकों का कार्यक्रम करीब है।



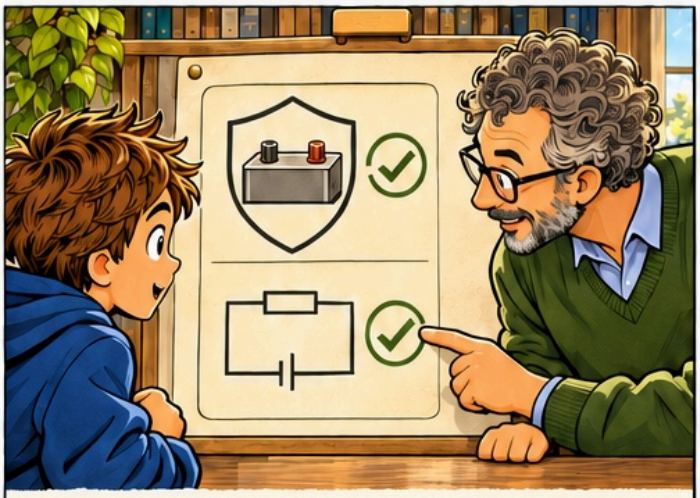
युवक मूल बातें समझाने को एक परिपथ चुनता है।



वह U, I और R उनकी इकाइयों सहित बताता है।



आदर्श उदाहरण और माप के लिए अलग जगह रखता है।



जोड़ने के निर्देश और मॉडल की सीमाएँ दिखती रहती हैं।



उसकी कहानी सवाल से शुरू होगी, ओम की खोज जैसी।

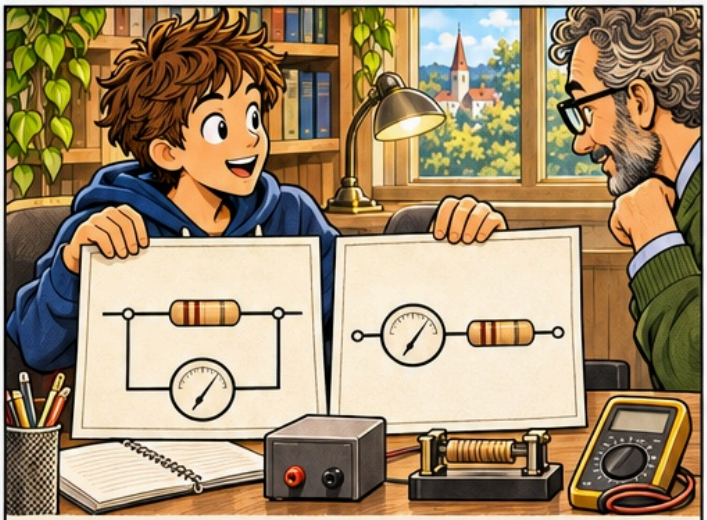
साथ में समीक्षा



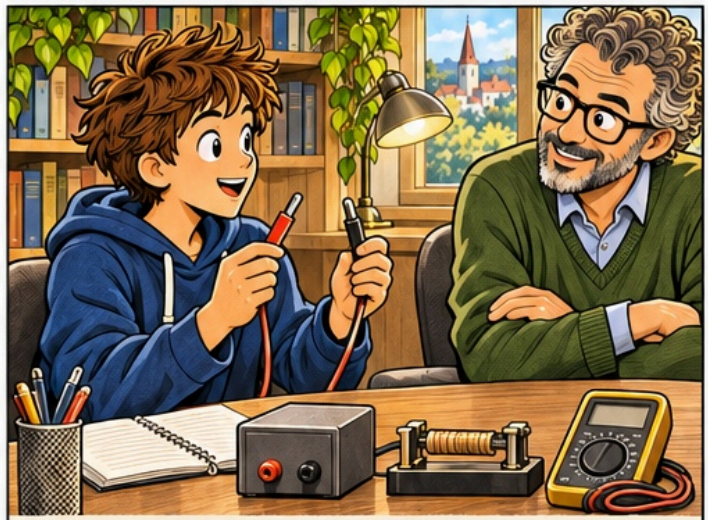
Henri उत्सुक आगंतुक की भूमिका करते हैं।



Lucas बताता है वोल्टता दो बिंदुओं के बीच क्यों मापते हैं।



वह वोल्टमीटर और ऐमीटर के जोड़ अलग समझाता है।



याद दिलाता है: जोड़ हमेशा स्रोत हटाकर बदलते हैं।



फिर प्रतिरोधक और अनुमत शक्ति का औचित्य बताता है।



कठिन सवाल से उसका स्पष्टीकरण और सटीक होता है।

पूर्वानुमान, मापन, समझ



अभ्यास तय सीमाओं के भीतर परीक्षण पर समाप्त होता है।



युवक वोल्टता और प्रतिरोध से धारा का पूर्वानुमान करता है।



मार्गदर्शक परिपथ जाँचकर माप की देखरेख करते हैं।



फिर युवक पूर्वानुमान और अवलोकन इकाइयों सहित तुलना करता है।



अब वह परिणाम गढ़े बिना थोड़ा अंतर समझा सकता है।



परीक्षण के बाद स्रोत अलग करके सामान समेटते हैं।

यात्रा करती खोज



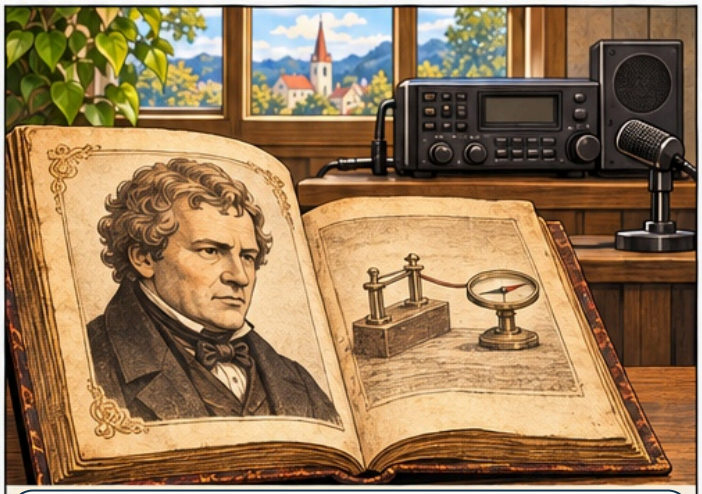
Lucas फिर गेओर्ग सिमोन ओम वाला पन्ना खोलता है।



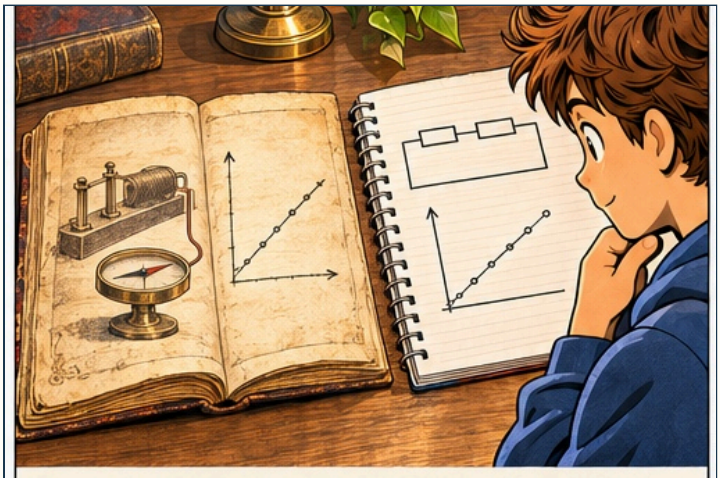
पुरानी कार्यशाला से क्लब तक उपकरण बदले हैं।



अवलोकन का धैर्य फिर भी परिचित है।



ओम ने उनका स्टेशन नहीं बनाया, पर उसे समझने में मदद करते हैं।



आधुनिक कॉपी वैज्ञानिक की कल्पित कॉपी को उत्तर देती है।



सवाल जारी रहें तो विचार दूर तक यात्रा करता है।

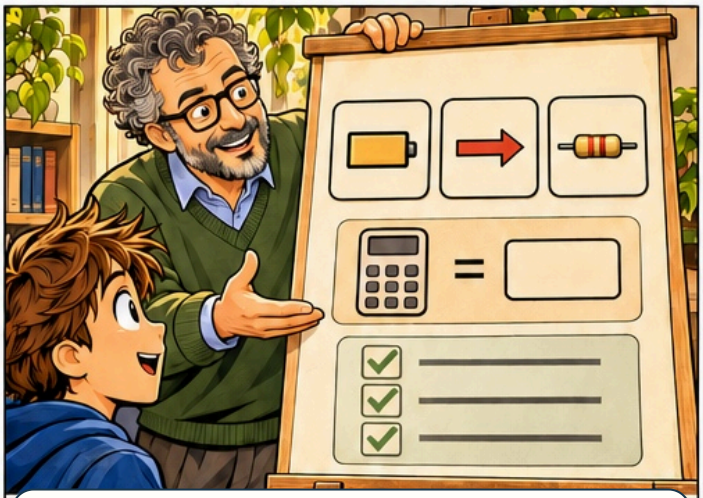
सूत्र बना साधन



छोटा प्रतिरोधक डिब्बी में लौटता है, अब रहस्य नहीं।



U = R × I अब वे राशियाँ जोड़ता है जिन्हें युवक पहचानता है।



वह रूपांतरण, पूर्वानुमान, मापन और मॉडल की शर्तें जाँच सकता है।



वह जानता है: सूत्र पद्धति या उपकरण की सीमाओं की जगह नहीं लेता।



साझा करने को तैयार प्रदर्शन देखकर Henri मुस्कराते हैं।



क्लब में अगली कॉपी के लिए नया सवाल पहले से है।