ON4CRD

第07卷

电阻器



Radio Club Durnal ON4CRD

https://on4crd.be

法律声明

第07卷 • 电阻器

网站发布者 : Radio Club Durnal ON4CRD

出版经理 : Radio Club Durnal ON4CRD 委员会

https://on4crd.be

法律声明

知识产权

网站上发布的文本、图像、文件、徽标和材料仍属于其各自作者或俱乐部的财产。任何复制或再利用都必须尊重来源、适用权利和任何作者许可。

责任

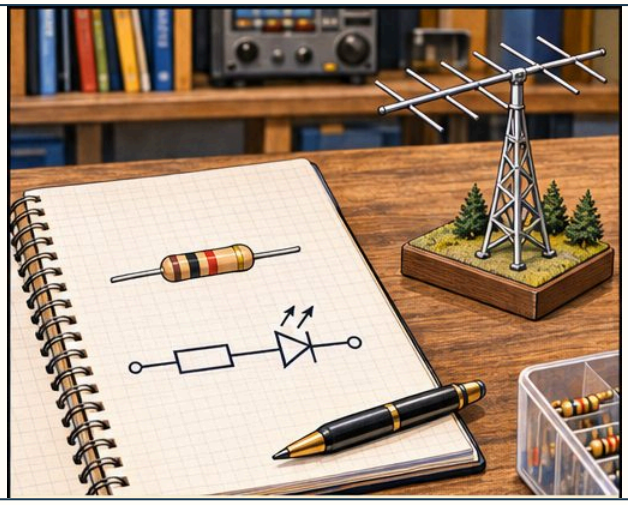
俱乐部致力于发布有用且经过验证的信息，但不保证不存在错误、遗漏或中断。当技术或监管信息支持决策时，必须对照官方来源进行检查。

插图在人工智能辅助下创作。

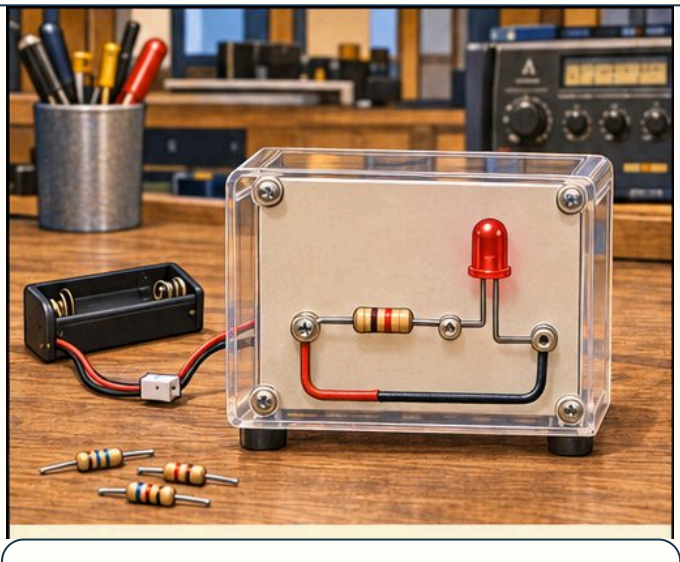
展台的指示灯



Lucas与Henri再次相聚，准备俱乐部的体验展台。



继天线之后，他们的笔记本迎来了小得多的元件。



小型演示面板的指示灯不亮了。



“换掉LED吗？”Lucas打开零件盒提议道。



Henri想先弄清电路，再考虑更换元件。

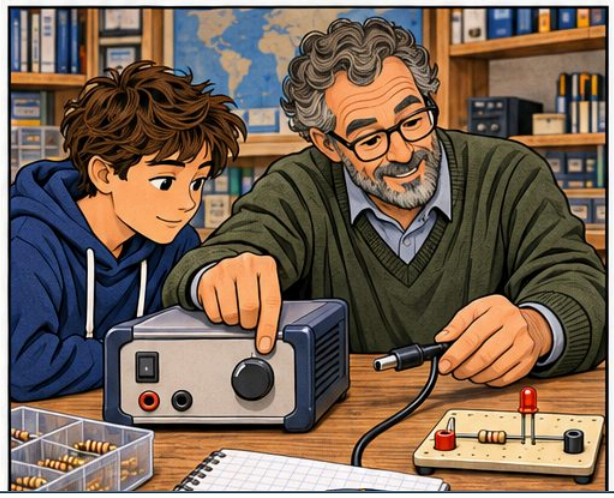


他们的任务是恢复可靠的指示灯，并解释每项选择。

查找之前先断电



面板使用5 V教学电源，并有限流功能。



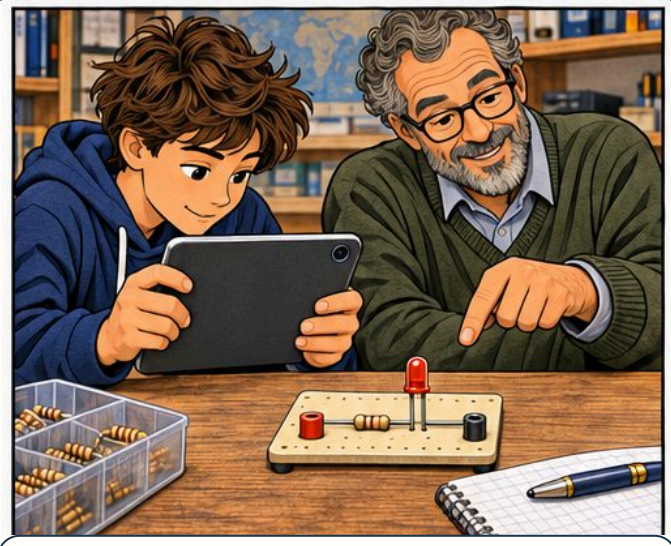
Henri先关闭电源，再拔掉连接，然后才开始操作。



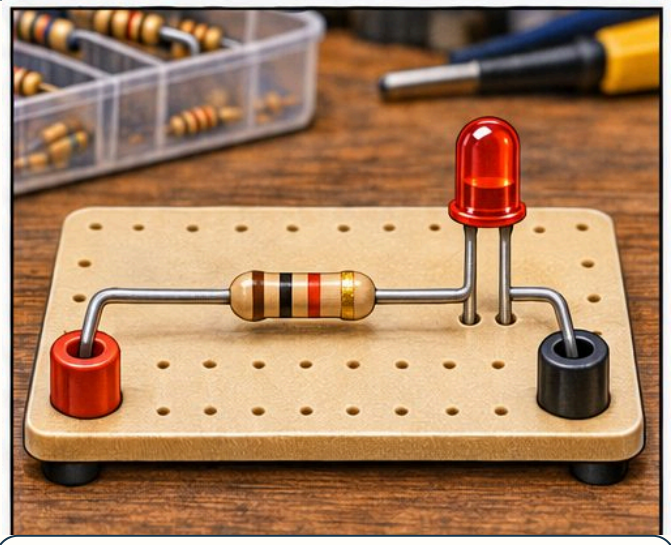
他们按规定等待放电，并确认没有电压。



本次工作不会打开任何连接市电的设备。



Lucas拍下连接方式，沿着面板电路图检查。



LED通路上的一只小电阻引起了他的注意。

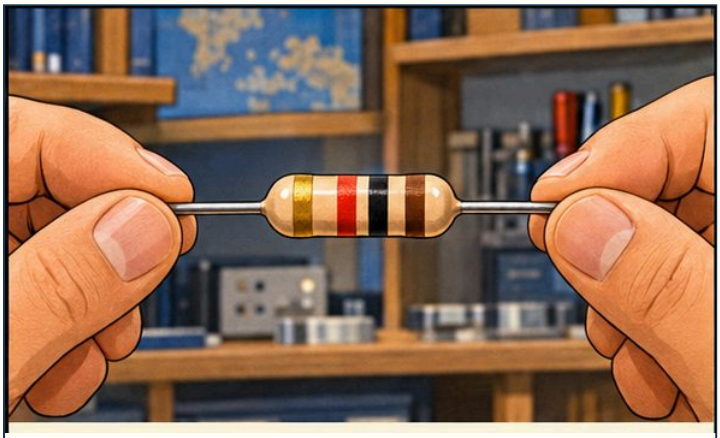
一个名称，两种含义



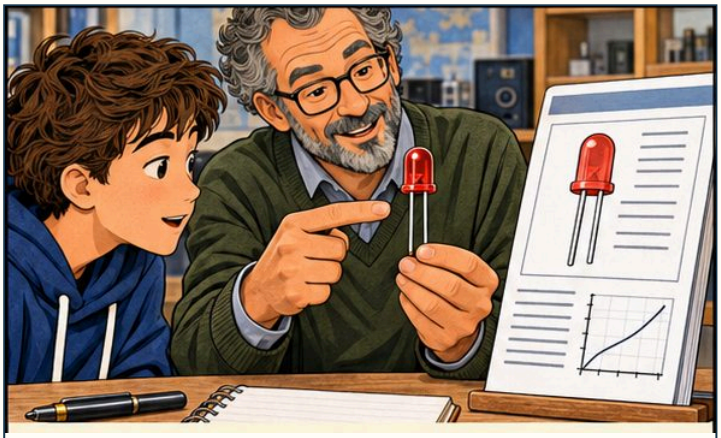
电阻一词既指元件，也指电学量R。



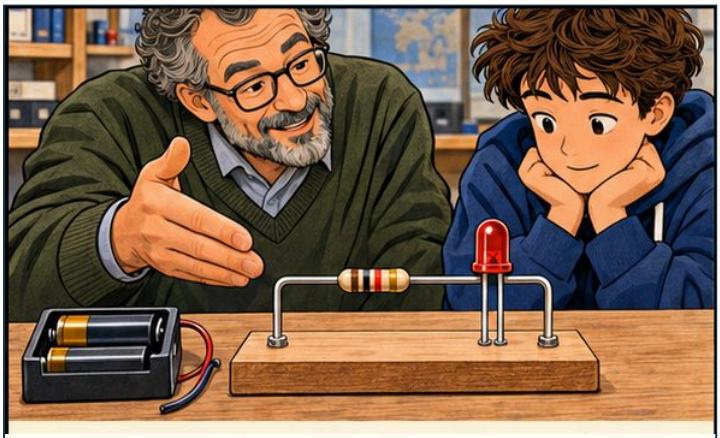
这个量用欧姆表示，符号为Ω。



普通电阻器没有规定的连接方向。



LED则有极性，连接时必须遵守。



串联电阻有助于限制流过LED的电流。

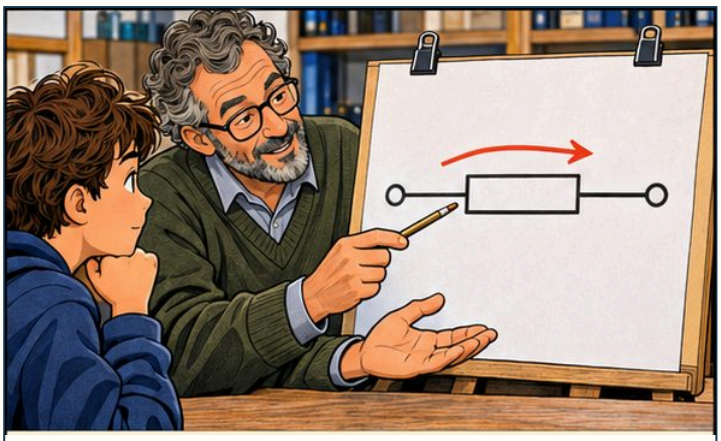


Lucas先分清每个元件的作用，再寻找故障。

重温欧姆定律



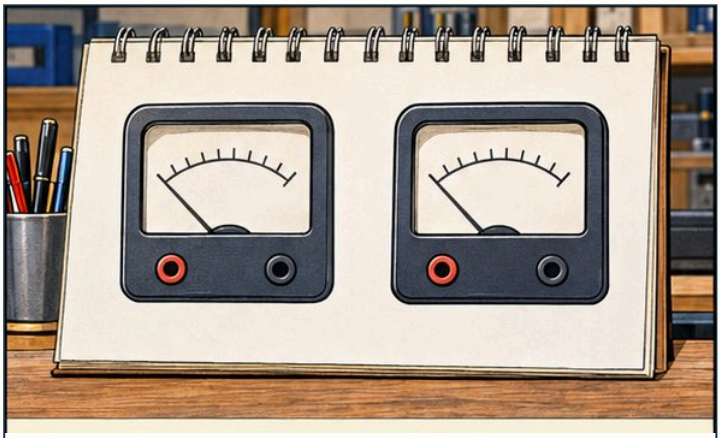
对给定温度下的欧姆电阻，U = R × I。



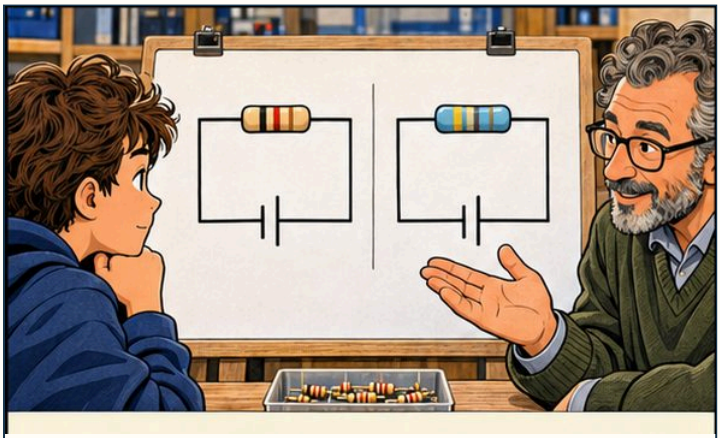
U是其两端电压，I是流过它的电流。



也可以写成I = U / R及R = U / I。



这些计算中，U用伏特，I用安培。



在相同电压下，增大R会减小电流。

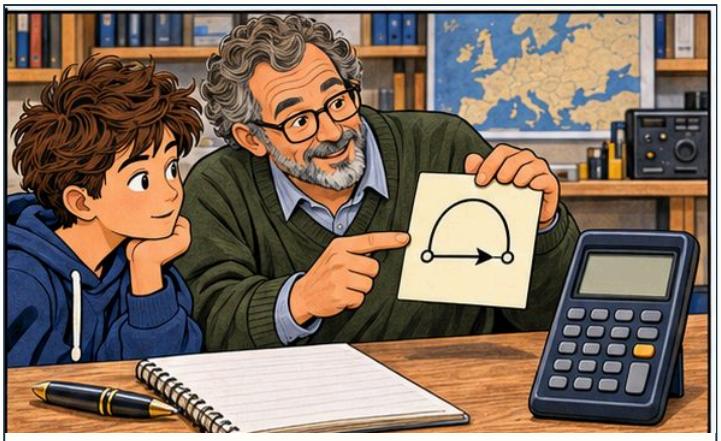


“LED不是欧姆电阻。”Henri提醒道。

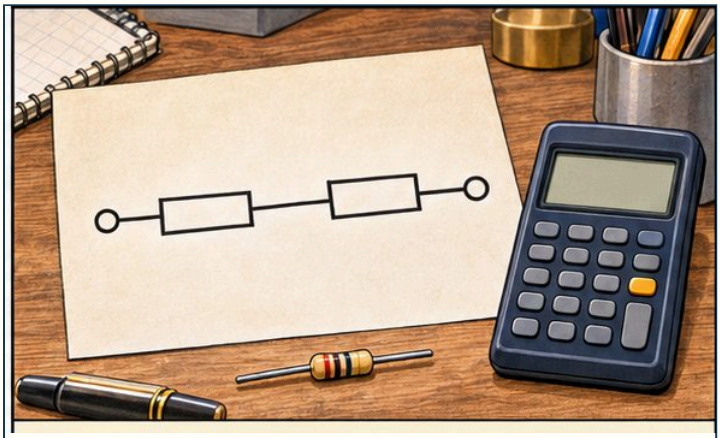
先看单位，再看数字



1 kΩ = 1 000 Ω；1 MΩ = 1 000 000 Ω。



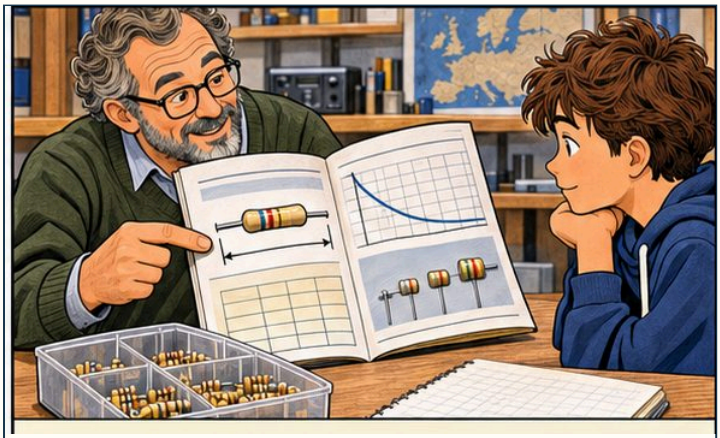
1 mA = 0,001 A：Lucas先换算，再用公式。



5 V加在1 kΩ两端，算得电流5 mA。



有些元件上的4K7表示4,7 kΩ，2R2表示2,2 Ω。



标记取决于元件，其资料始终是依据。



Lucas圈出单位：漏掉前缀可能改变整个选择。

测量之前先读标记



面板的电阻带有彩色环。



Henri拿来厂家色码表和放大镜。



他们先确定色环数量和间距。



公差环通常与其他色环分得较开。



如果方向仍不明确，他们核对型号和测量值。



照明不佳时辨认的颜色不足以决定替换件。

四色环，四种作用



常用四色环编码的前两环给出两个数字。



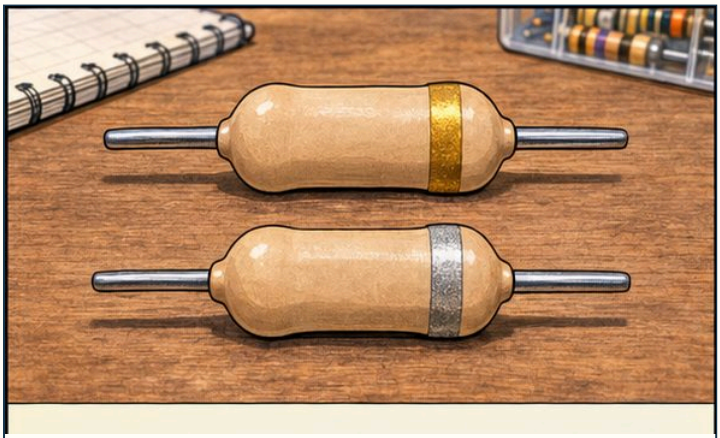
第三环是倍率。



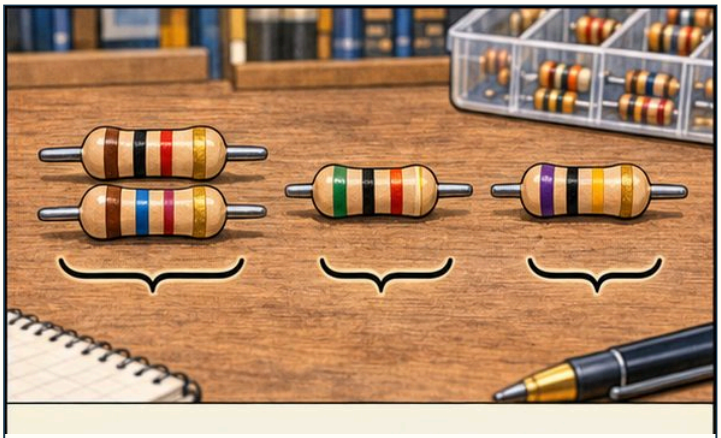
第四环表示标称值的公差。



他们从远离公差环的一端开始读。



这里金色表示±5 %，银色表示±10 %。



“两个数字，一个倍率，一个范围。”Lucas总结道。

数字的色板



黑为0；棕为1；红为2；橙为3；黄为4。



绿为5；蓝为6；紫为7；灰为8；白为9。



颜色在编码中的位置决定它的作用。



作为倍率时，红色表示×100，橙色表示×1 000。



金色和银色也可分别表示乘以0,1和0,01。



Lucas把色码表放在手边：理解比猜测更可靠。

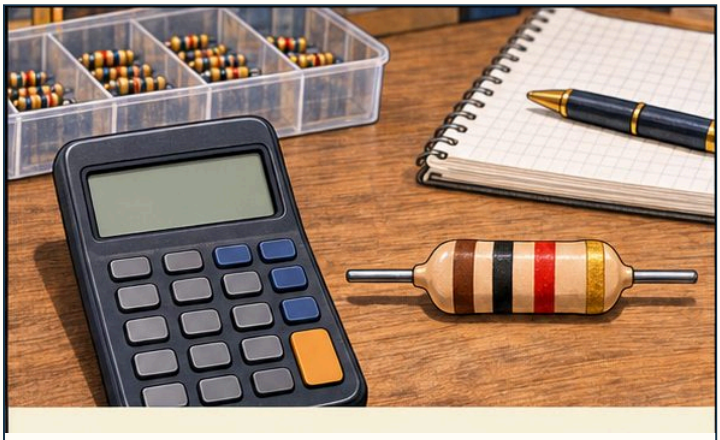
第一次解码



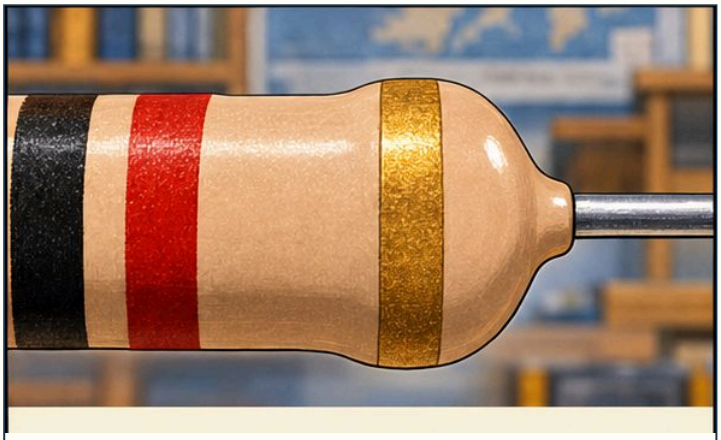
看这个例子：棕、黑、红、金。



棕和黑给出10；红色表示乘以100。



10 × 100 = 1 000 Ω，即1 kΩ。



金环表示公差为±5 %。



因此，标称值并不保证实际值完全相同。

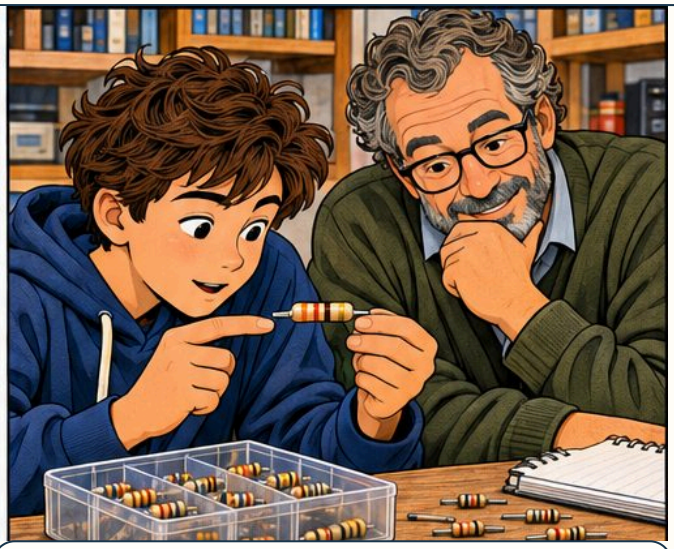


Lucas分别记下阻值和公差。

指示灯的电阻



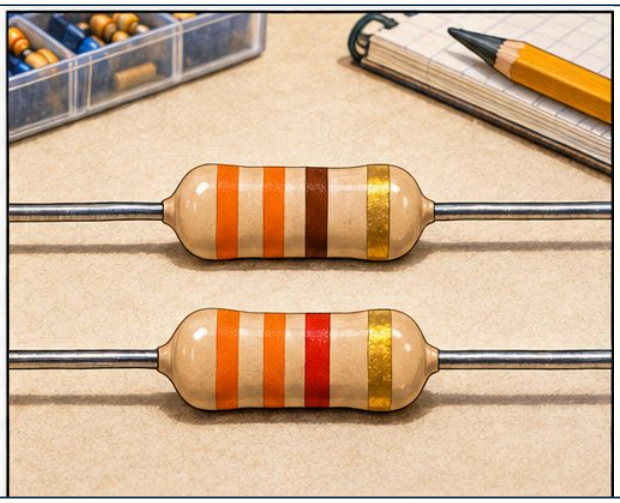
面板资料指定橙、橙、棕、金。



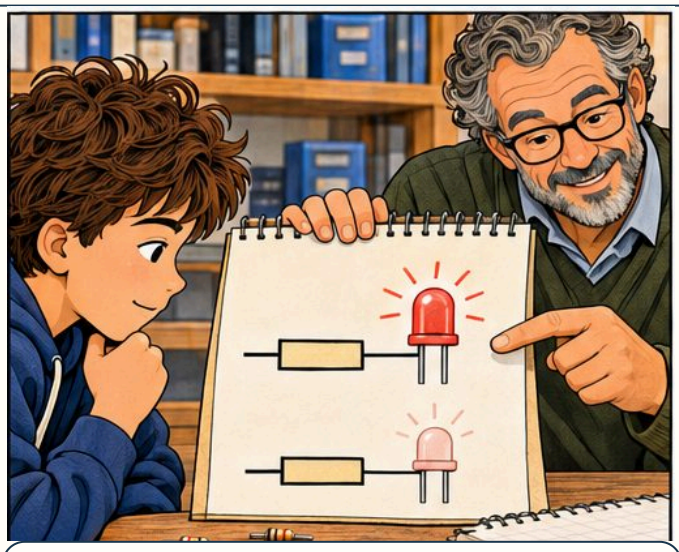
前两环给出33；棕色表示×10。



结果为330 Ω，公差±5 %。



如果第三环为红色，结果就是3 300 Ω，即3,3 kΩ。



这种混淆会使指示灯电流大幅降低。



Henri保留两个例子，供以后的访客工作坊使用。

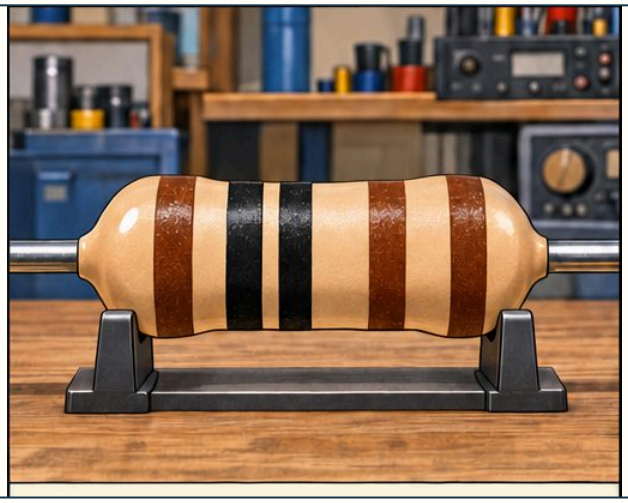
多一条色环



常用五色环编码从三个有效数字开始。



第四环是倍率；第五环表示公差。



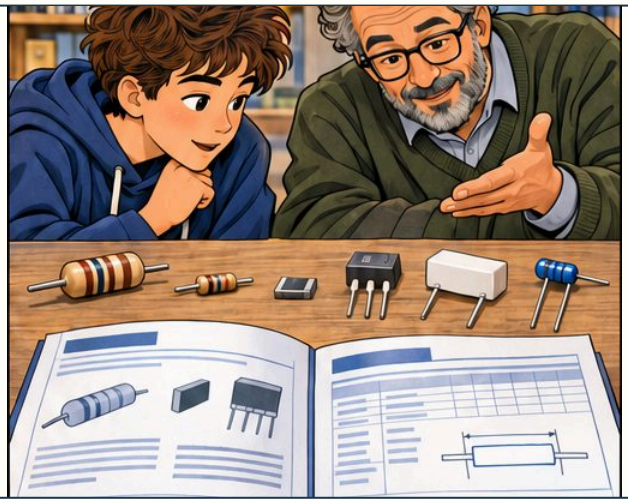
棕、黑、黑、棕、棕表示100 × 10 = 1 000 Ω。



最后的棕环在这里表示±1 %。

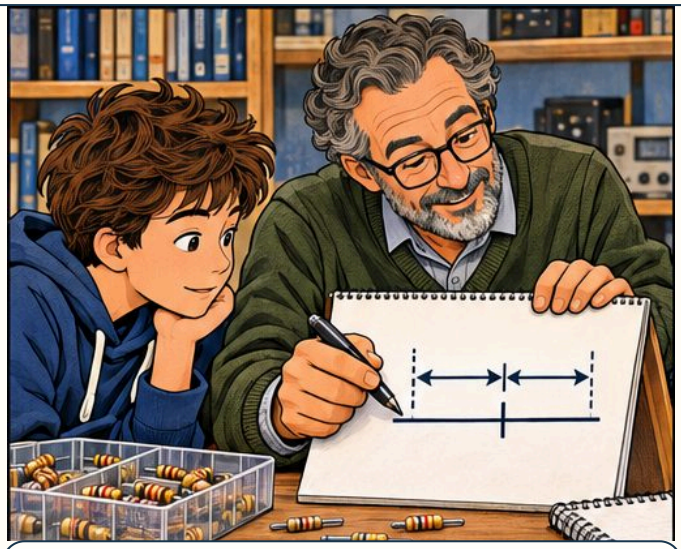


因此，不能把五色环当作四色环来读。



还有其他标记方式：Henri建议始终查阅正确资料。

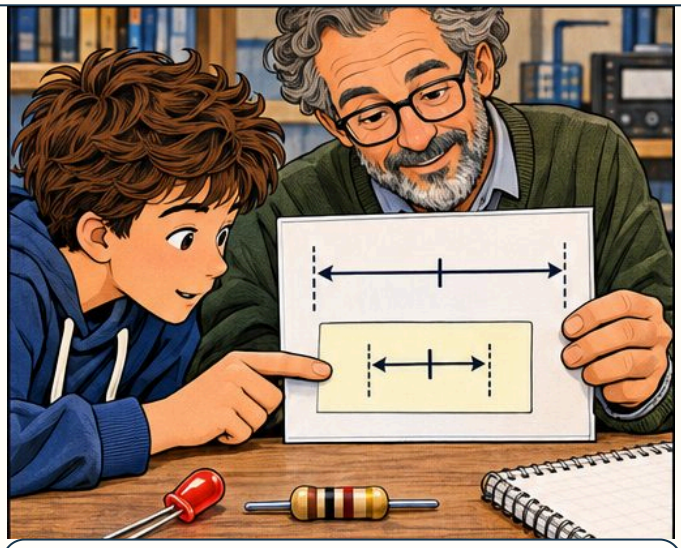
理解公差



1 kΩ、±5 %的电阻，标称最大偏差为50 Ω。



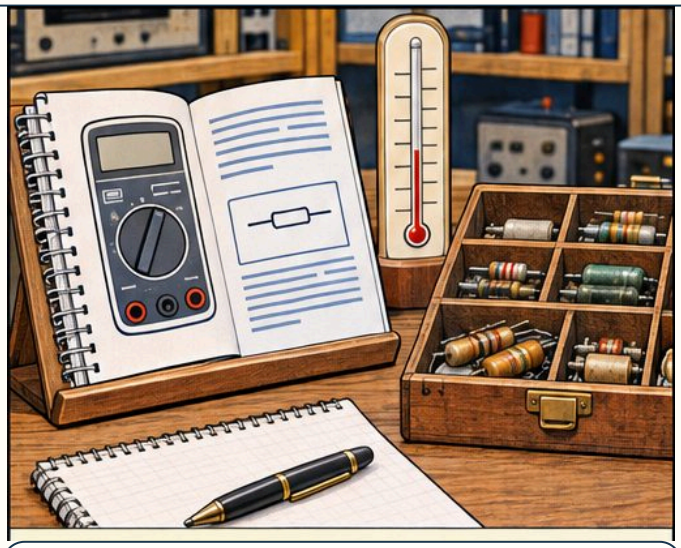
相应范围为950 Ω到1 050 Ω。



330 Ω、±5 %的范围为313,5 Ω到346,5 Ω。



这些限值适用于厂家规定的参考条件。



温度、老化和测量不确定度也会影响判断。



Lucas明白了，两只合格元件可能读出不同数值。

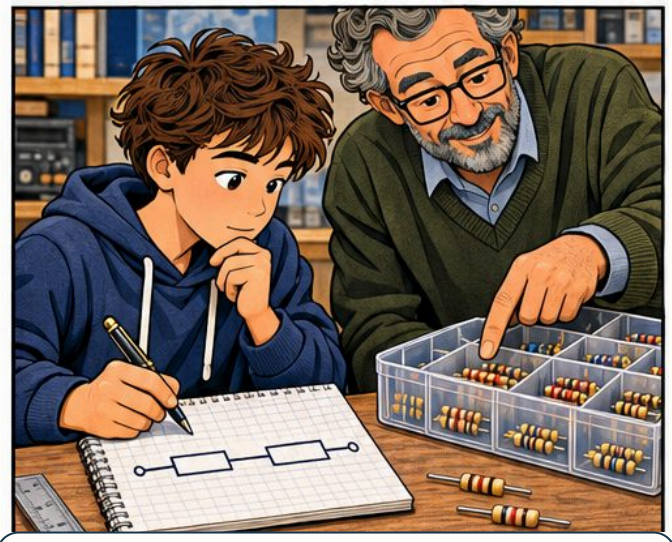
选择可以买到的阻值



厂家提供标准阻值系列。



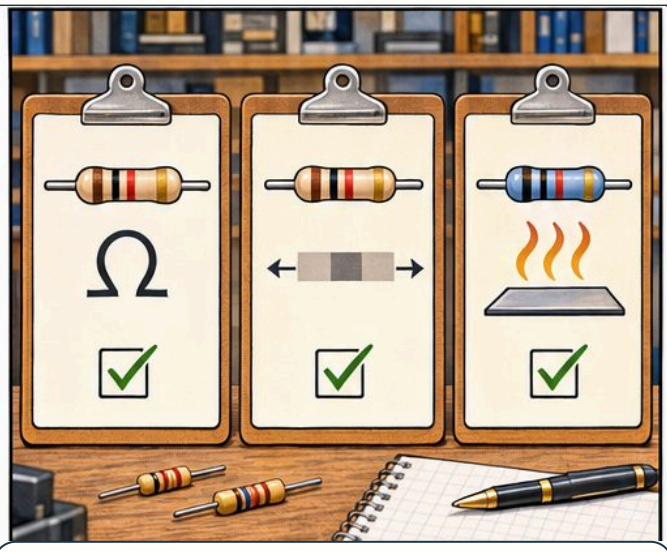
例如E12系列包括270 Ω、330 Ω和390 Ω。



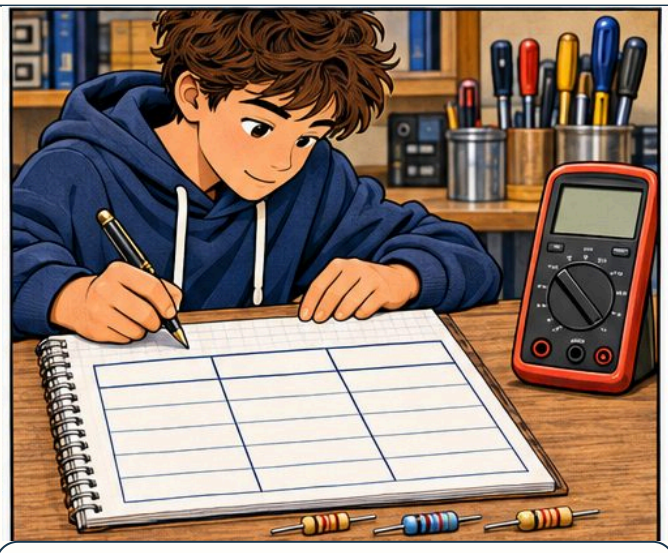
计算结果并不总能在抽屉里找到对应元件。



他们按所需功能选择，然后重新计算。



阻值、公差和功率是三项不同指标。

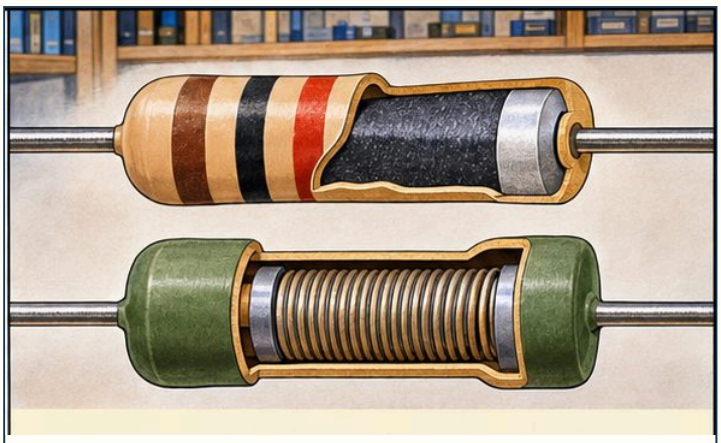


Lucas在元件清单上分别为它们留出位置。

同名之下



相同阻值的电阻可能采用不同结构。



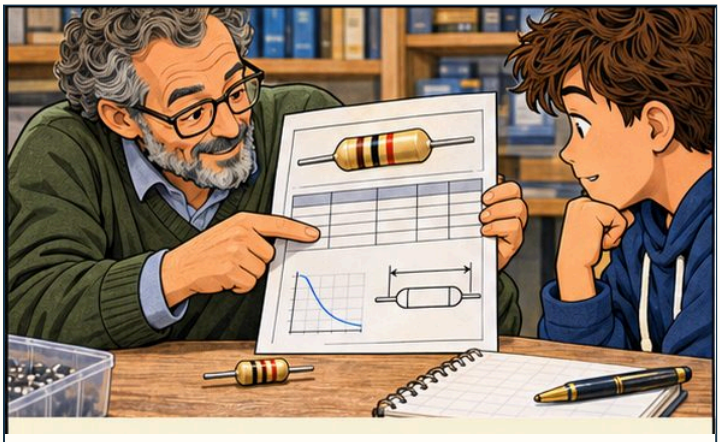
Henri展示薄膜类电阻和一只绕线电阻。



小型贴片电阻直接装在印制电路板上。



仅凭尺寸无法判断公差或所有使用限制。

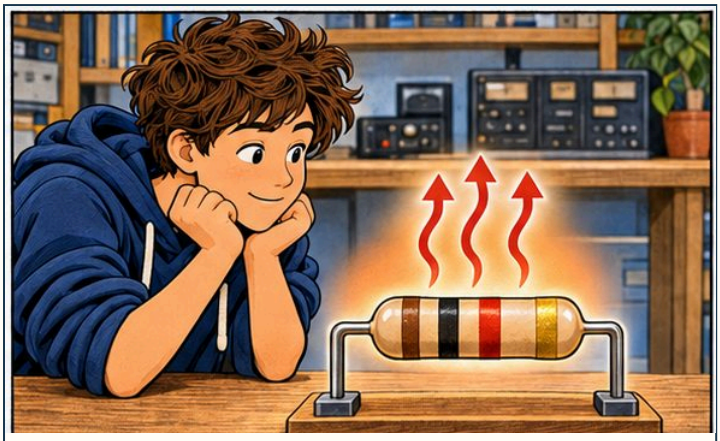


资料规定功率、最高电压和使用条件。

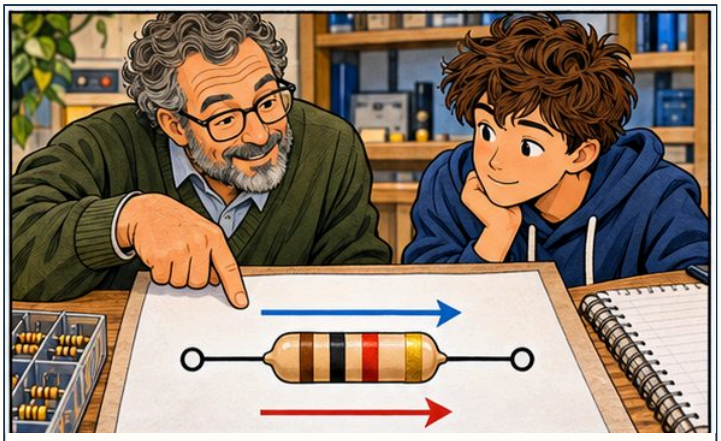


他们为指示灯选择型号明确、资料齐全的元件。

能量去了哪里？



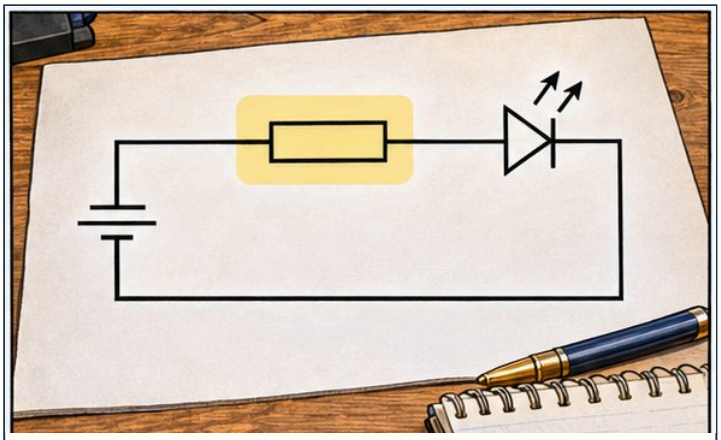
电阻把电能以热的形式耗散。



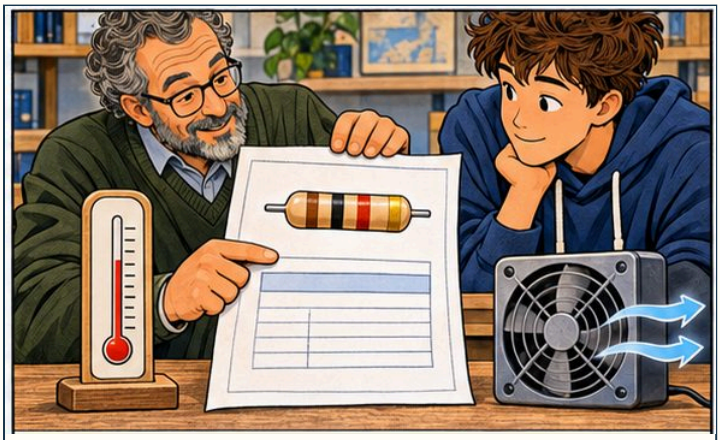
其耗散功率为P = U × I。



利用欧姆定律，可得P = R × I² = U² / R。



这里的U和I属于正在分析的那只电阻。

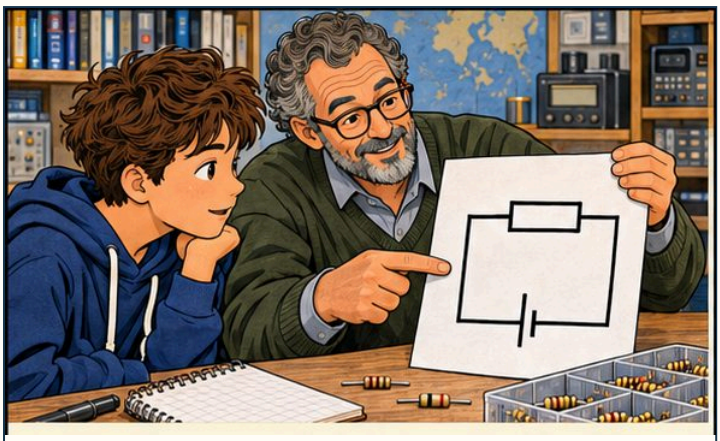


额定功率是特定条件下规定的限值。



“瓦数更大，不代表欧姆数更大。”Lucas总结道。

会发热的例子



他们在纸上计算：12 V加在1 kΩ两端，电流为12 mA。



功率为12^2 / 1 000 = 0,144 W。



若使用条件允许，一只0,25 W电阻可能适用。



他们留出余量，并检查环境温度。

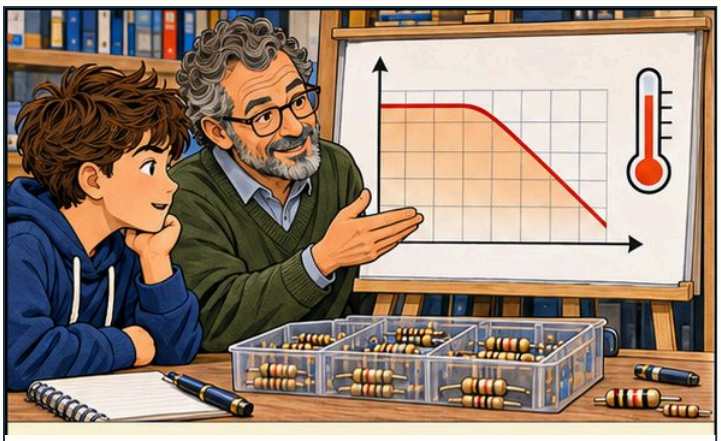


封闭外壳或附近热源都可能改变选择。



理解计算无需进行加热试验。

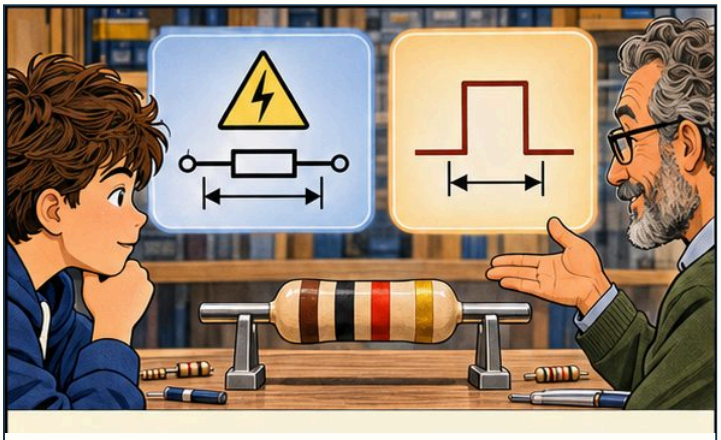
限值不是目标



温度升高时，降额曲线有时会降低允许功率。



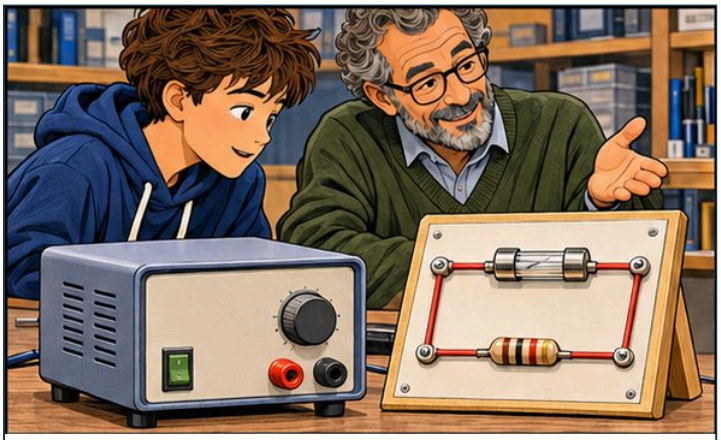
Henri展示所选型号资料中的这条曲线。



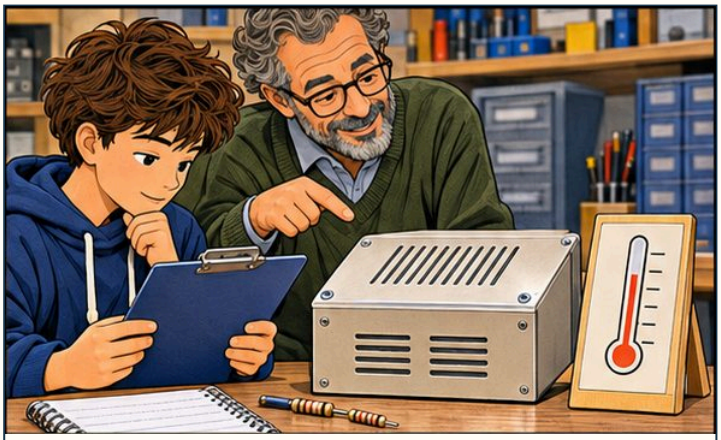
他们还核对工作电压和可能出现的脉冲。



用于耗散的电阻不能代替保险丝。

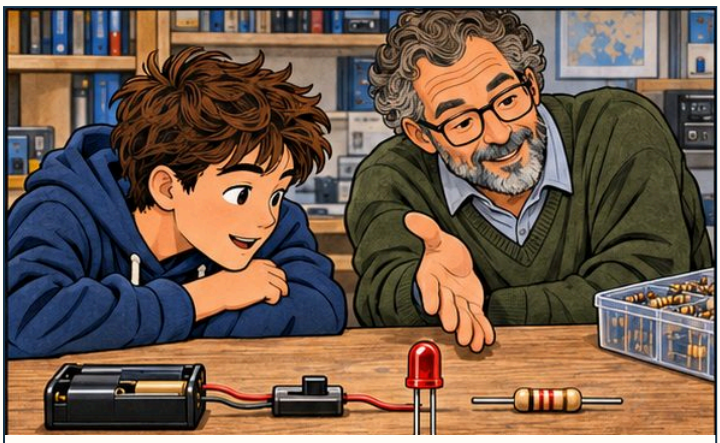


小面板保留设计者规定的保护措施。

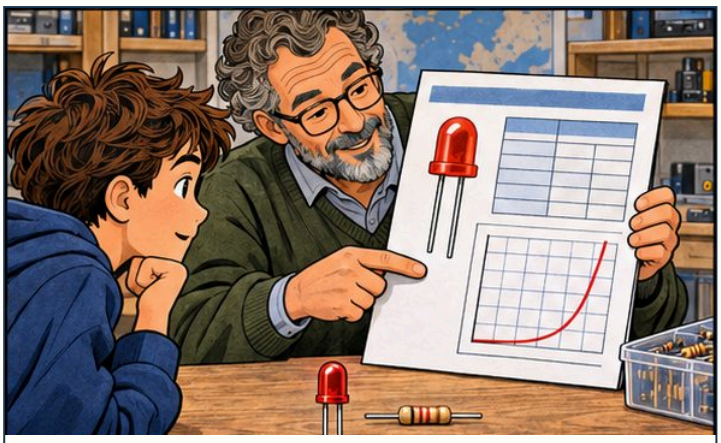


Lucas会留出余量，再核对实际使用条件。

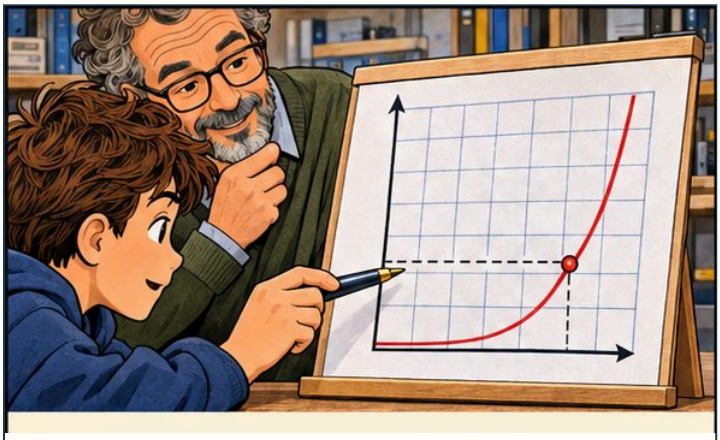
准备指示灯计算



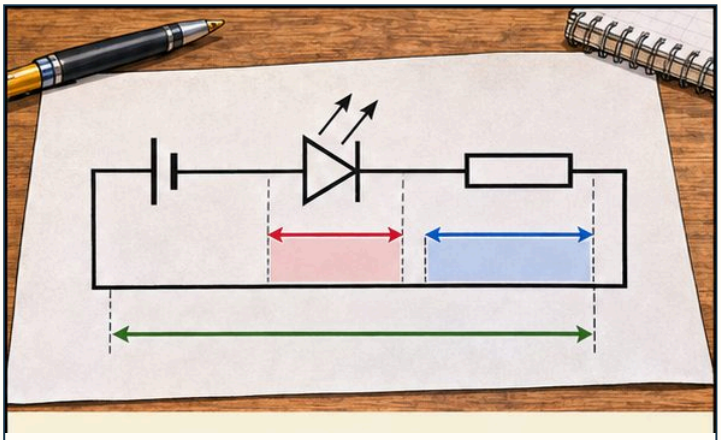
示例采用5 V电源和一只红色LED。



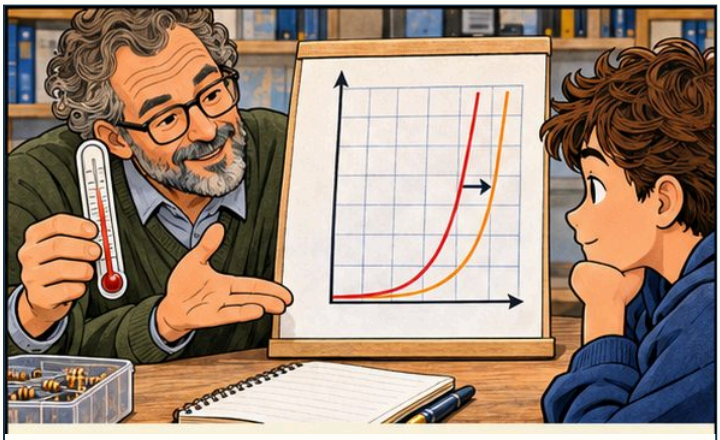
根据该LED的资料，在研究电流下可取约2 V。



目标为10 mA，且不超过该型号限制。



串联电阻两端约为5 − 2 = 3 V。

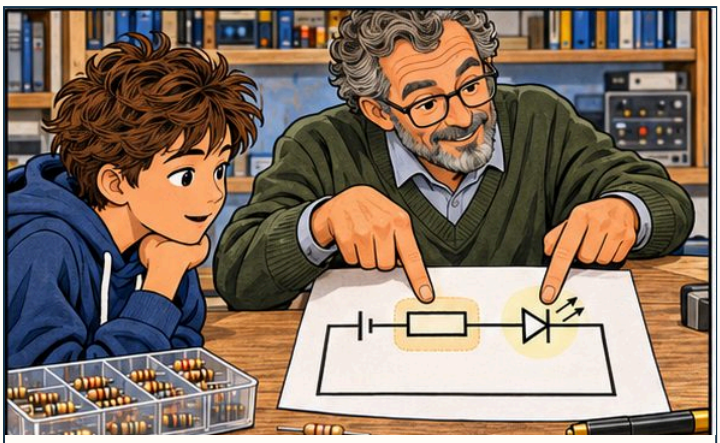


LED的正向电压随电流和温度变化。

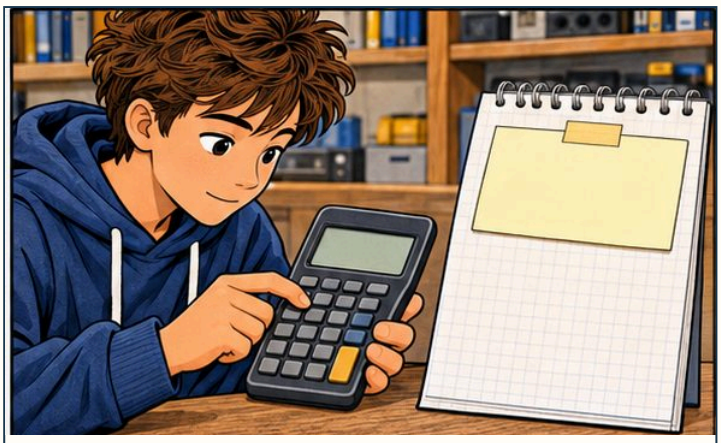


这些假设仅用于本次计算，不适用于所有LED。

理论阻值



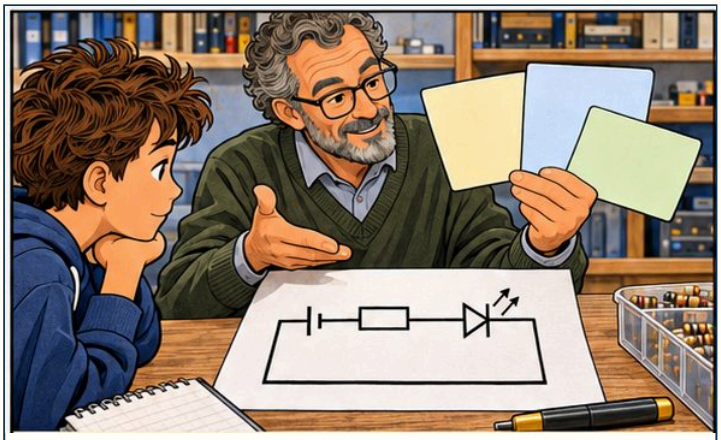
串联电阻为R = (U电源 − ULED) / I。



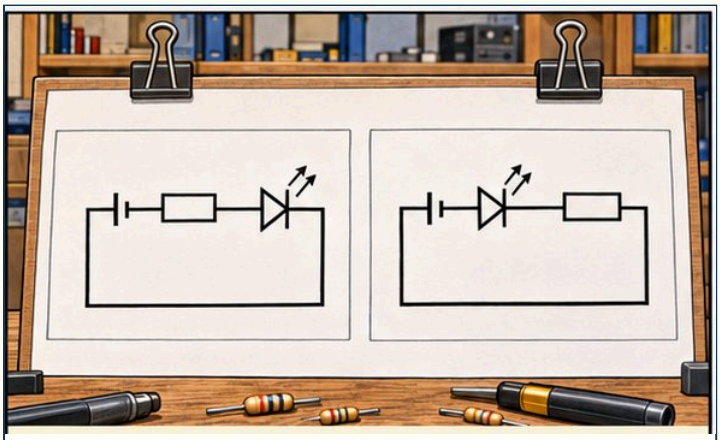
Lucas换算：10 mA = 0,010 A。



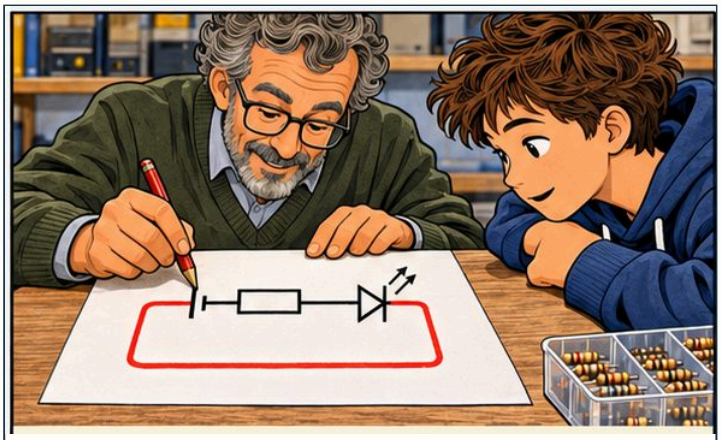
他算出R = (5 − 2) / 0,010 = 300 Ω。



该值基于示例中的电压和目标电流。



在同一串联回路中，电阻可置于LED之前或之后。

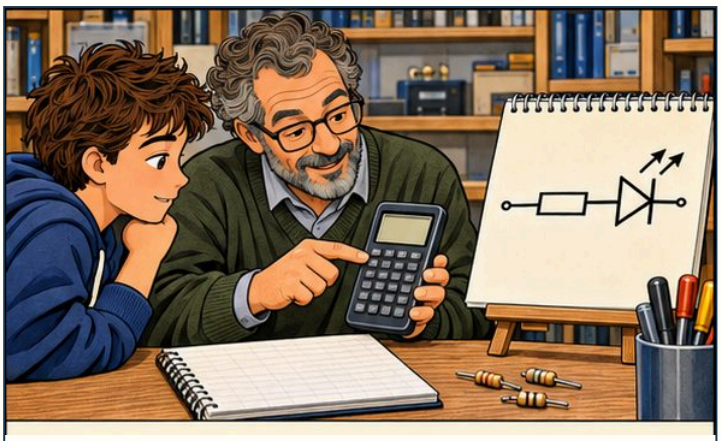


Henri核对电路图，尤其检查是否有绕过电阻的通路。

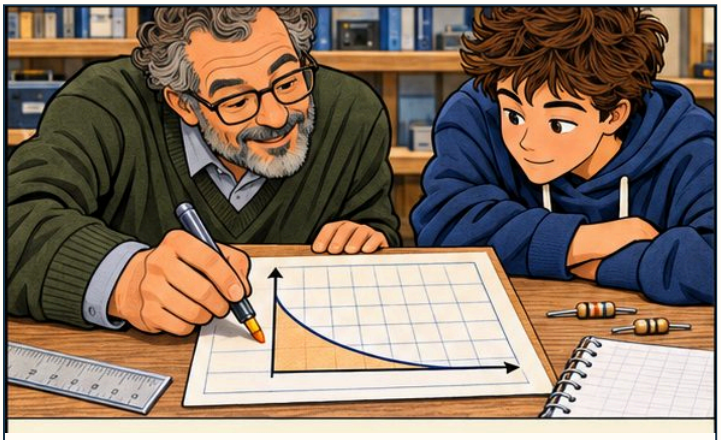
从计算走向零件抽屉



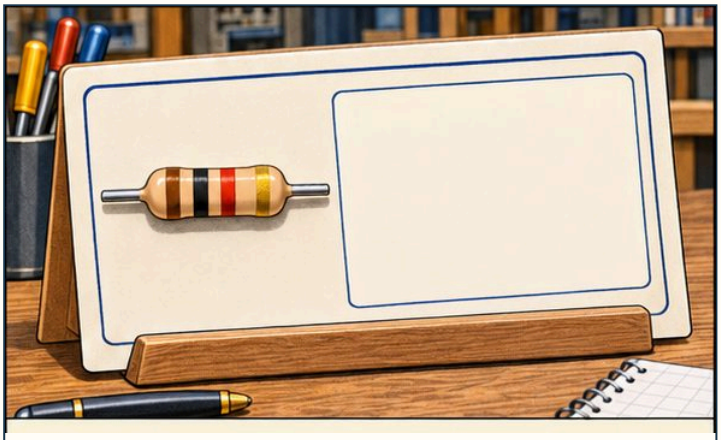
他们从库存中选择330 Ω，而不是270 Ω。



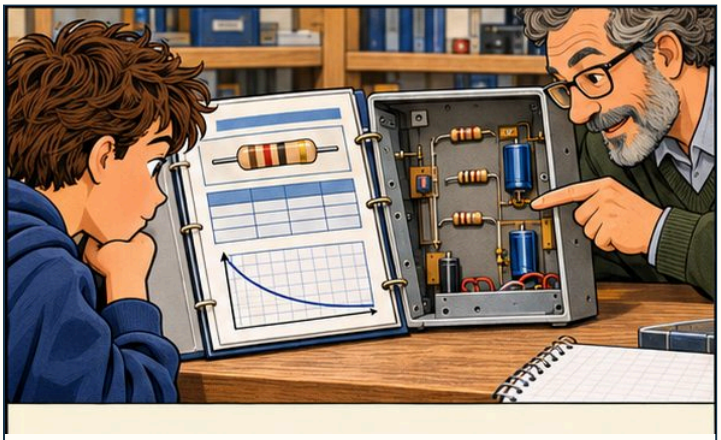
采用相同假设，I ≈ 3 / 330 ≈ 9,1 mA。



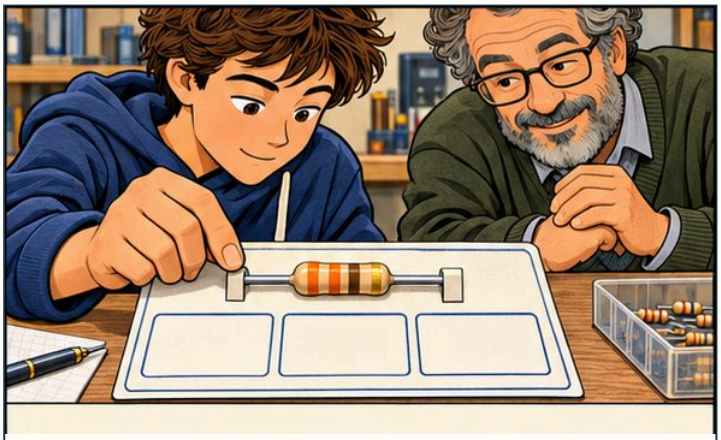
电阻功率约为3² / 330 ≈ 0,027 W。



这里型号明确的0,25 W电阻有充足的热余量。

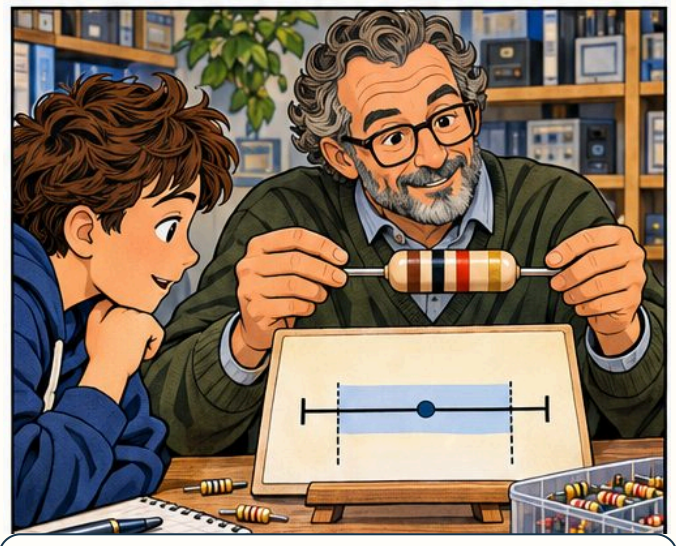


不过他们仍核对资料和面板的预定使用条件。

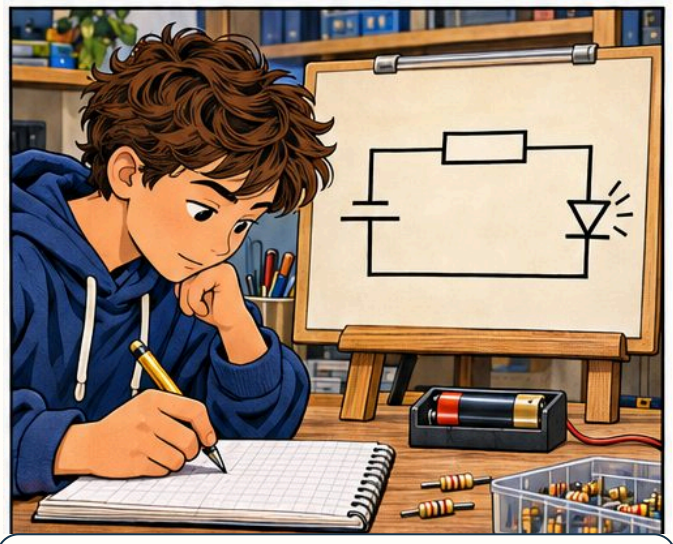


Lucas记下：330 Ω、±5 %、0,25 W；三项指标齐全。

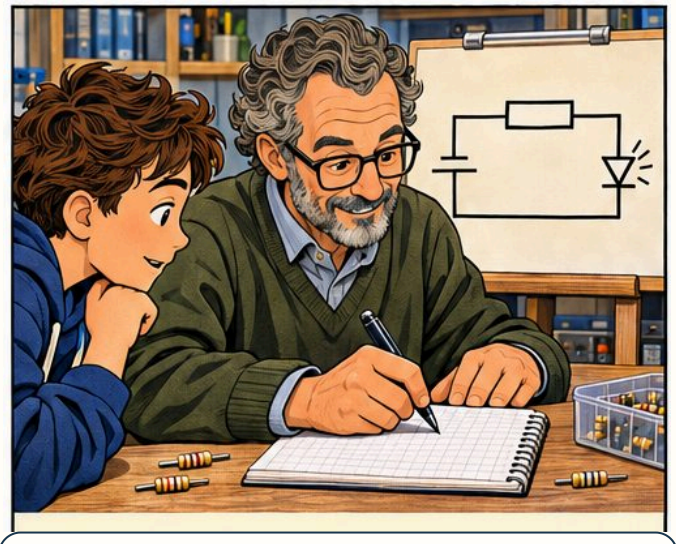
考虑偏差



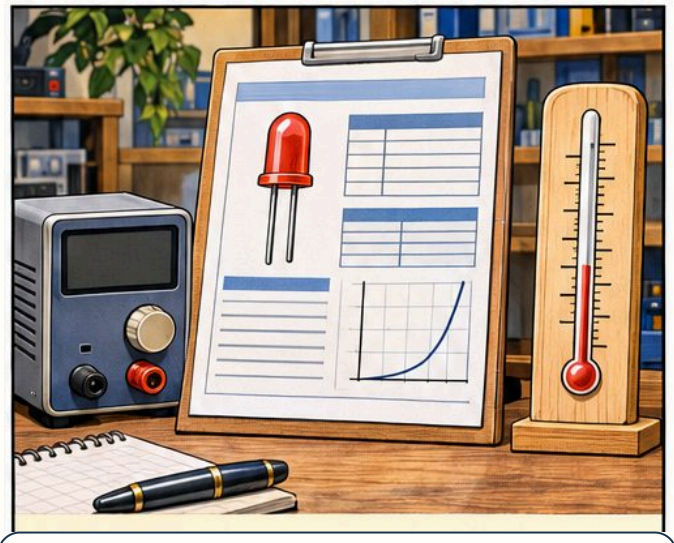
仅R的公差就会使计算电流变化。



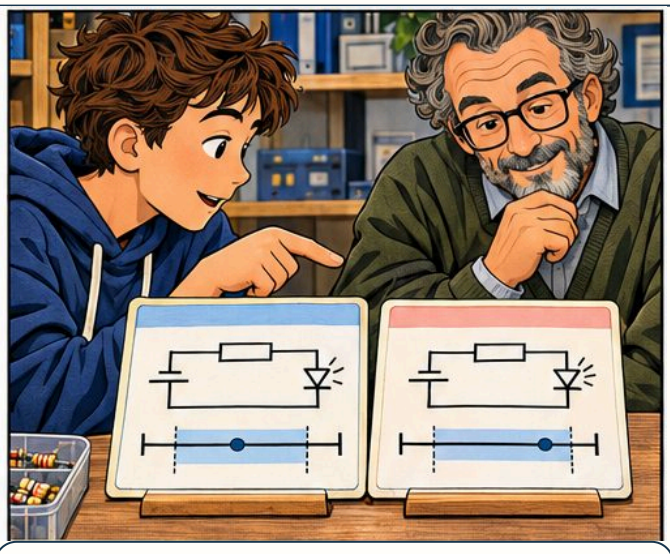
电阻两端为3 V时，313,5 Ω对应约9,57 mA。



346,5 Ω则对应约8,66 mA。



电源和LED电压也有各自的变化。



实际电路需根据资料核对最不利情况。

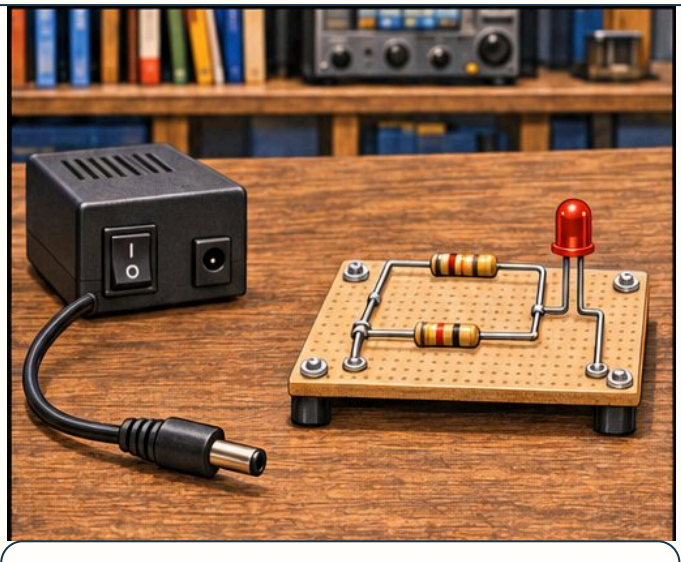


“有用的近似必须保留假设。”Lucas记住了。

何时使用欧姆表



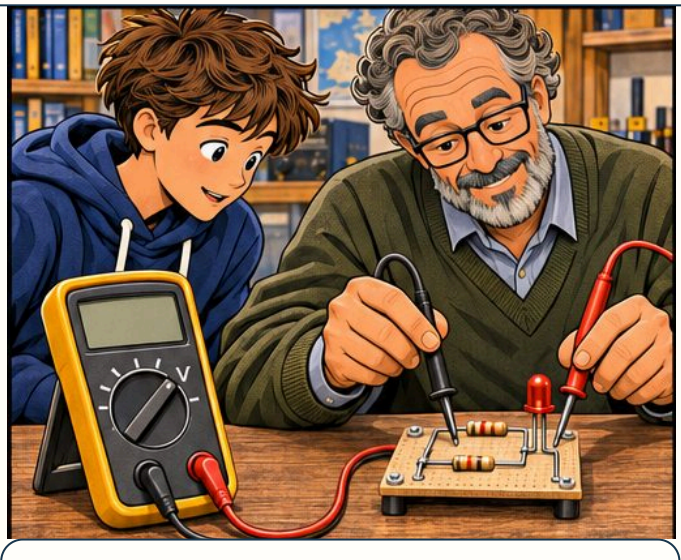
欧姆表施加小信号来确定电阻。



不能在带电电路上使用它。



Henri关闭、断开电源，并执行面板放电程序。



然后用合适的设置确认没有电压。



完成这些检查后，他们才切换到电阻测量。



Lucas把这一明确顺序加入诊断记录。

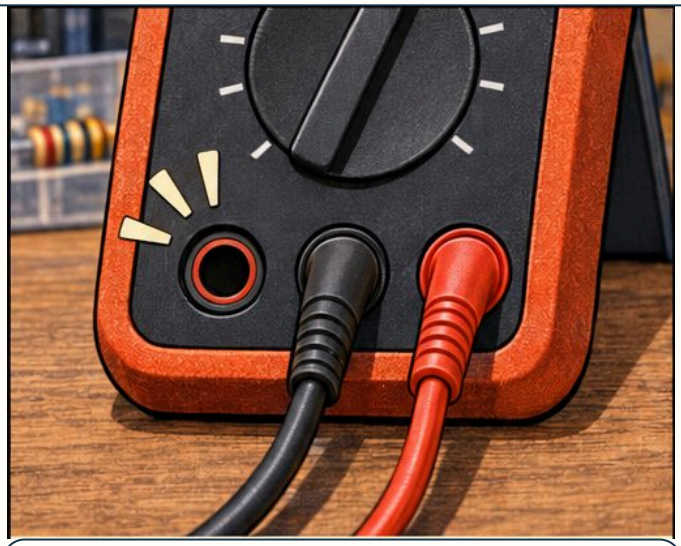
准备表笔



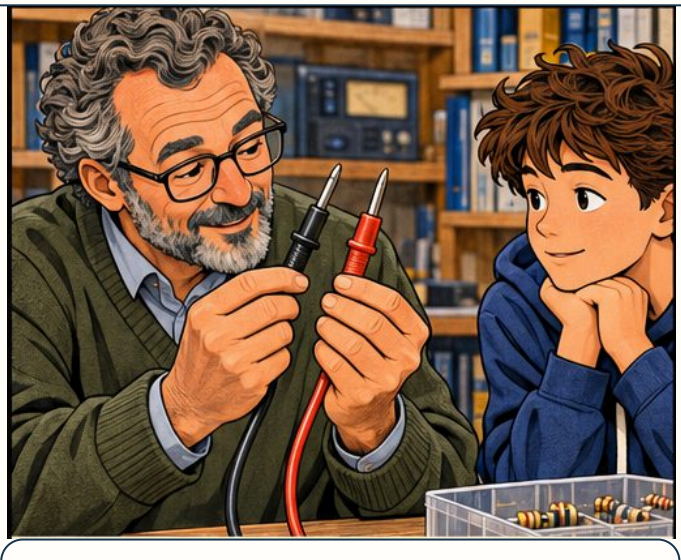
他们按万用表说明书选择插孔和量程。



黑表笔插COM；红表笔插入规定的电阻测量插孔。



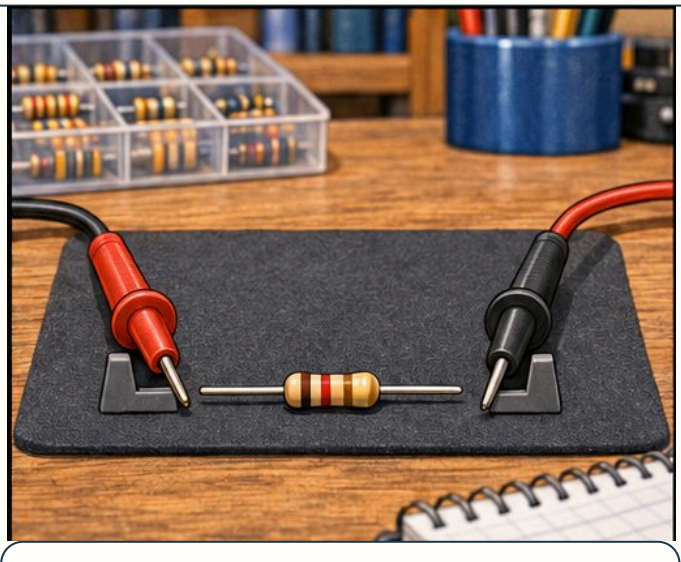
本次测量不用电流插孔。



他们检查测试线状态和探针接触。

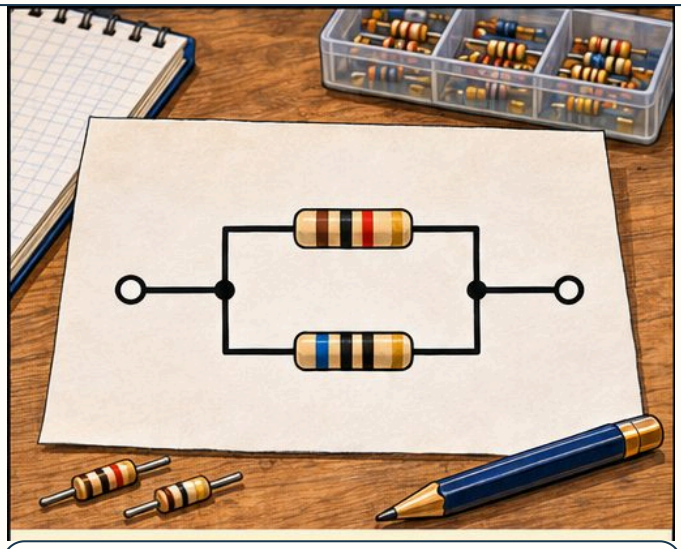


手指和接触不良会影响读数，测量高阻时尤其明显。

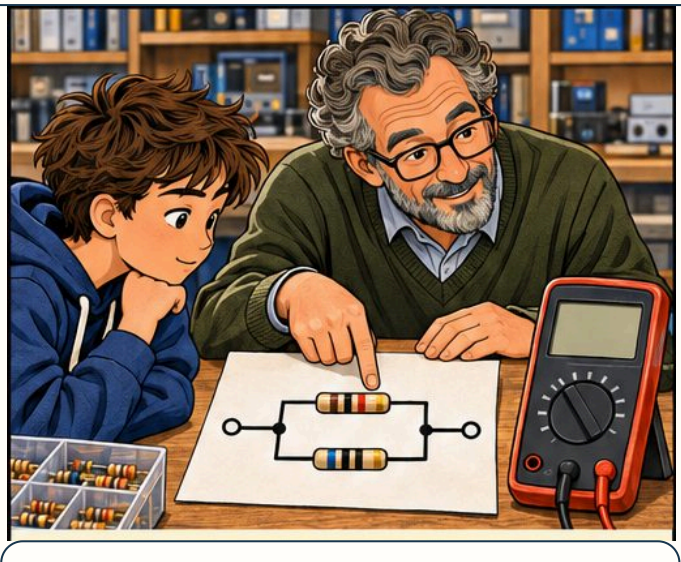


Lucas把元件放在绝缘表面上，双手不碰接点。

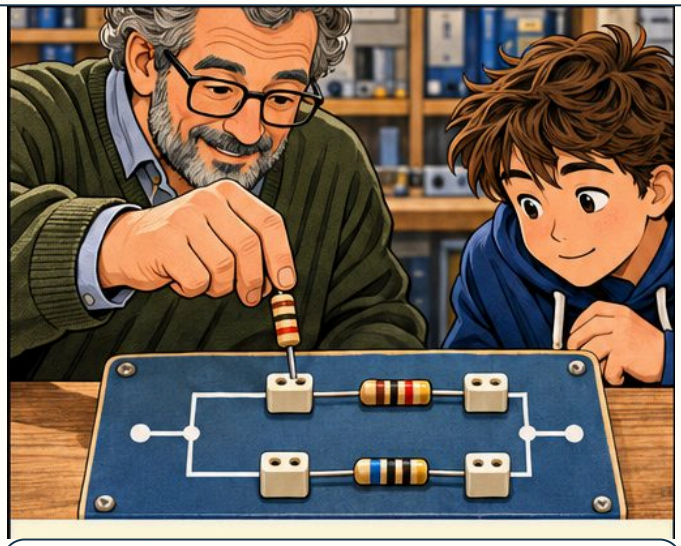
避免隐藏通路



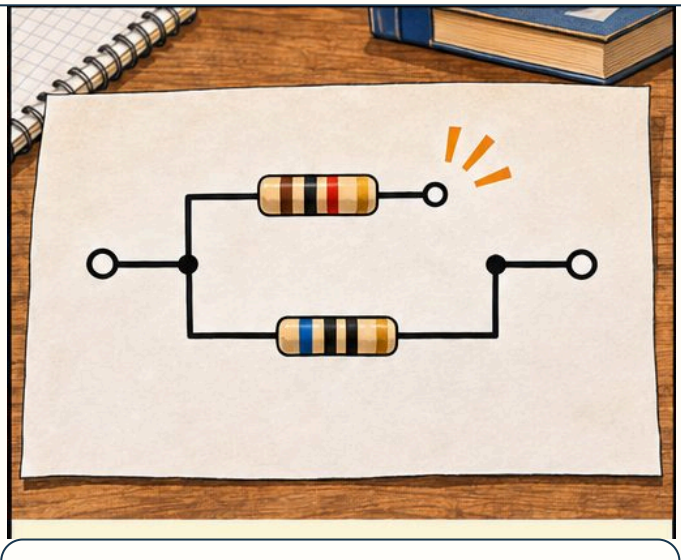
电路中其他元件可能形成并联通路。



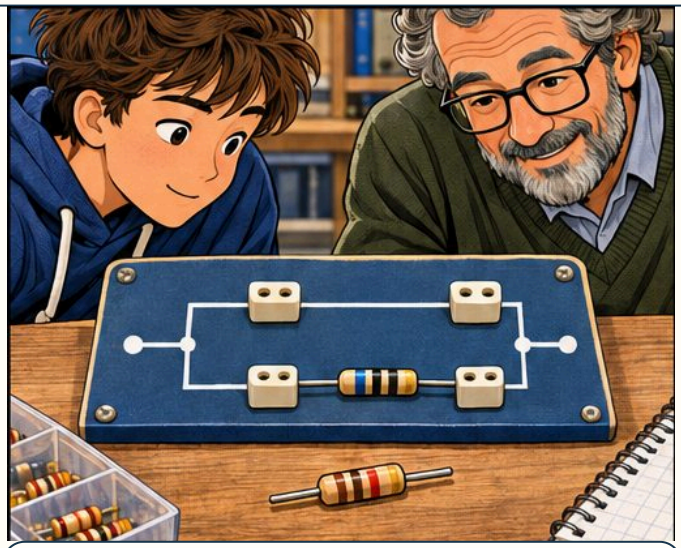
此时读数不一定是这只电阻本身的阻值。



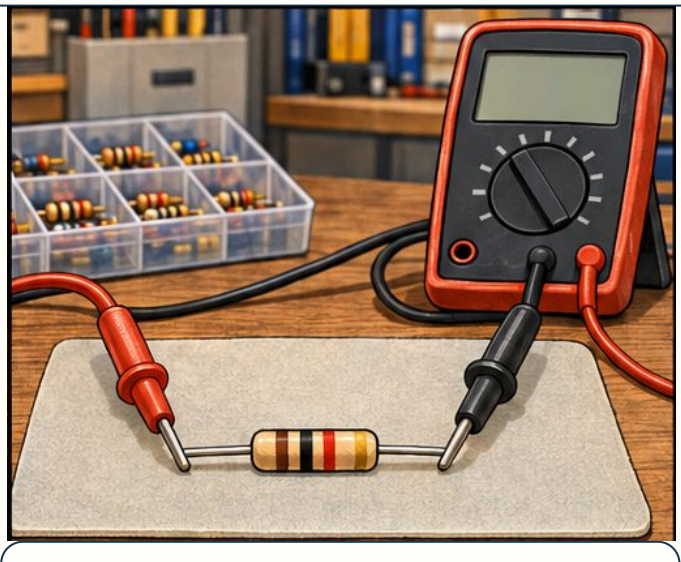
他们将断电插接面板上的元件从插座中取出。



其他电路可能需要断开元件的一端。



这里无需拆焊，插座就能实现分离。

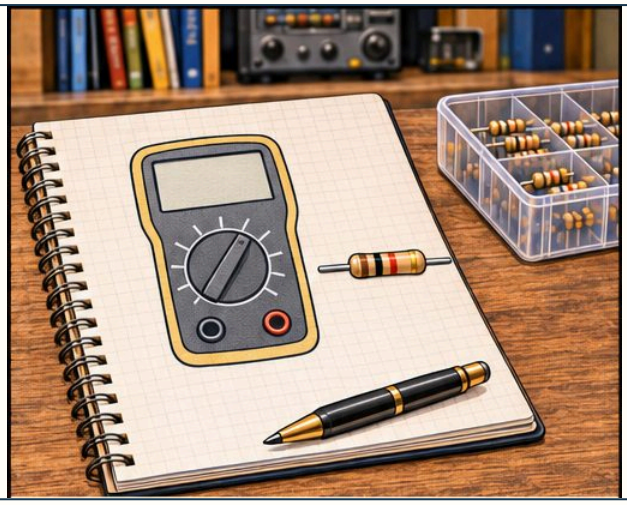


拆下的电阻现在可以单独测量。

读数不过度解读



他们先用一只已知为1 kΩ、±5 %的电阻练习。



笔记本展示一个可能读数：0,998 kΩ，即998 Ω。



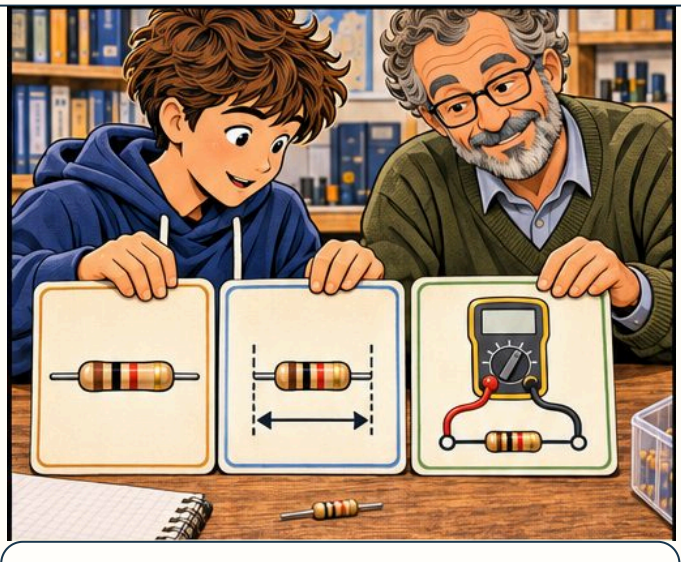
该值在950 Ω到1 050 Ω的标称范围内。



万用表精度和接触质量限制了结论。



通断蜂鸣不能代替有数值的电阻测量。



Lucas始终比较单位、预期范围和测量条件。

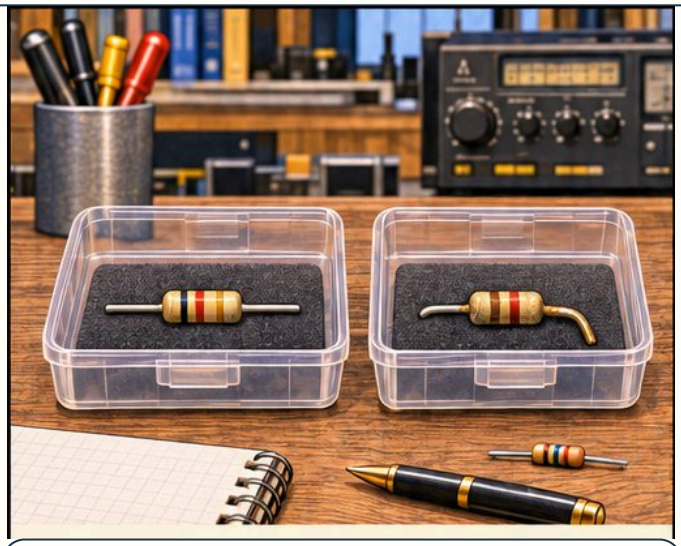
线索还不是结论



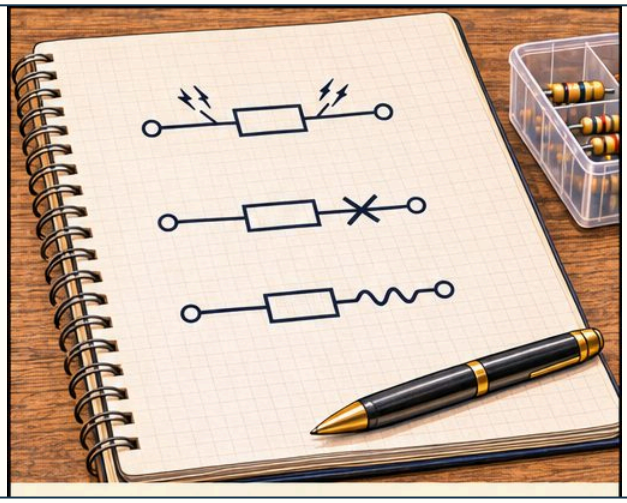
从指示灯拆下的元件有一处引脚接触损伤。



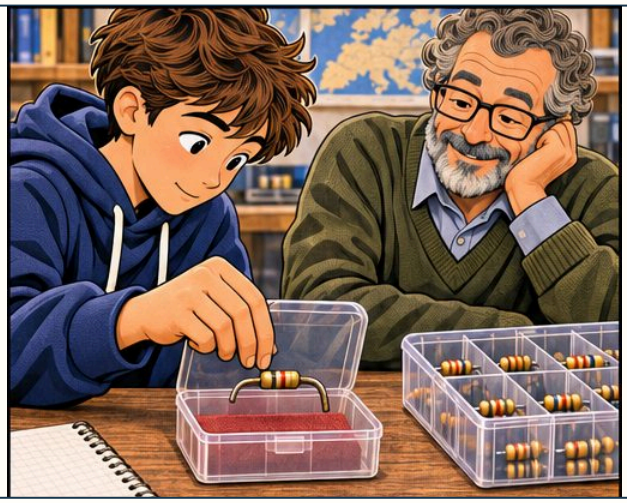
读数不稳定；Henri重新做好测量接触。



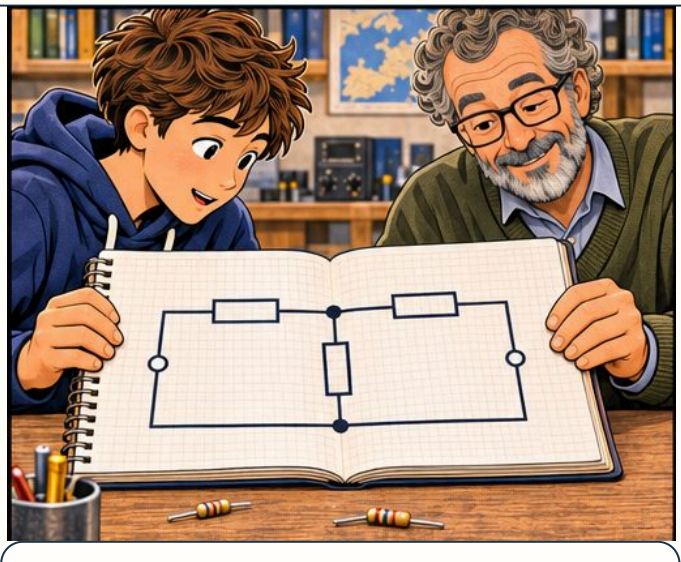
他们把这种表现与已知元件比较。



超出范围的读数可能来自元件、测试线或接触问题。



他们把可疑元件放在一旁，不宣称已查明全部故障。



还要通过电路图理解电阻如何共同工作。

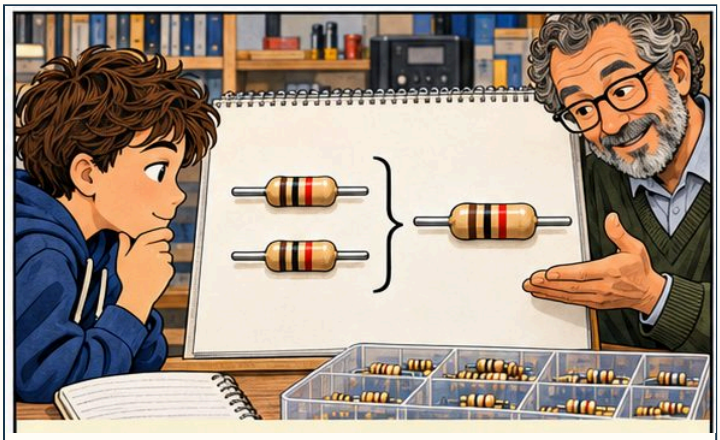
同一条通路



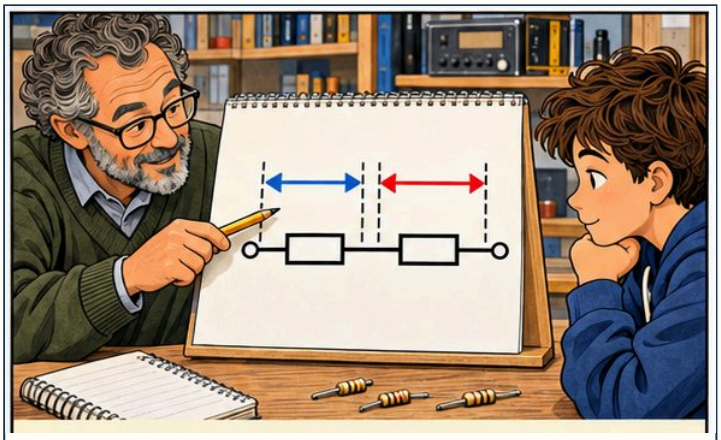
若相同电流流经两只电阻且没有分支，它们就是串联。



等效电阻为R = R1 + R2。



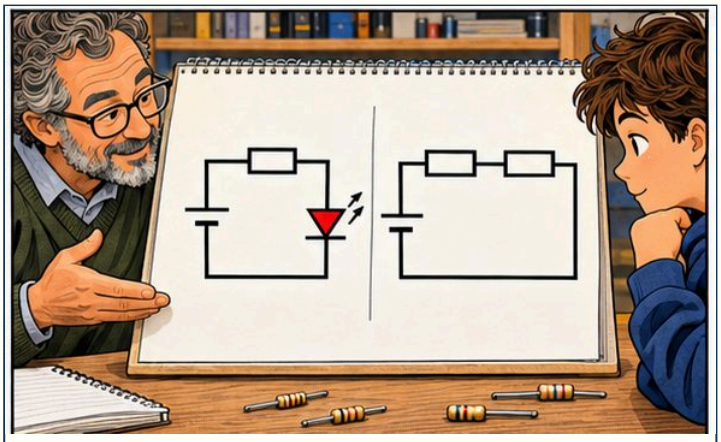
两只1 kΩ电阻串联得到2 kΩ。



总电压按它们的阻值分配。

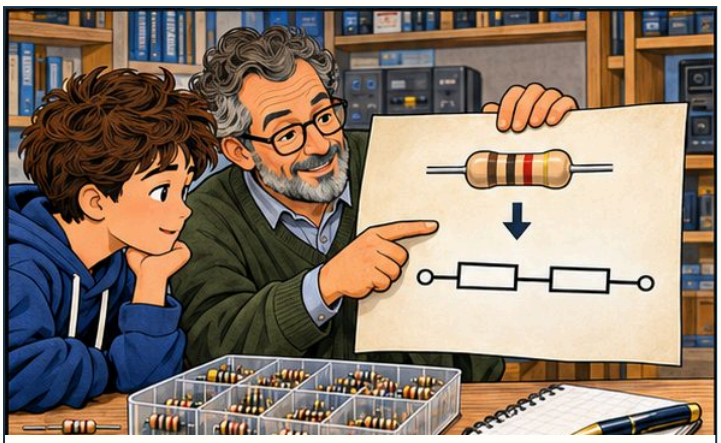


每个元件都必须承受各自的电压和功率。

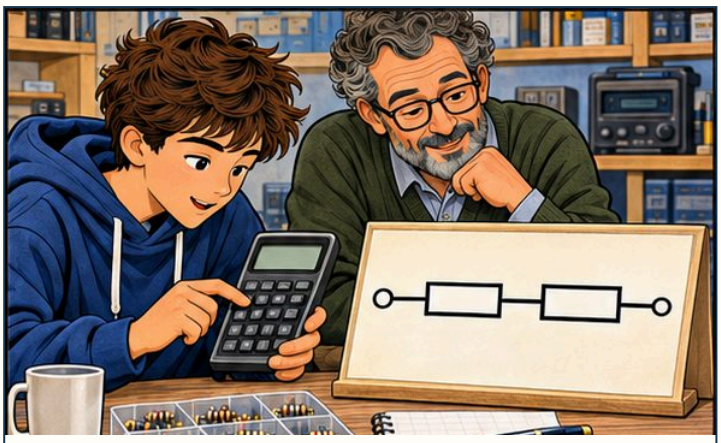


Lucas画出单一路径，再找回LED的串联电阻。

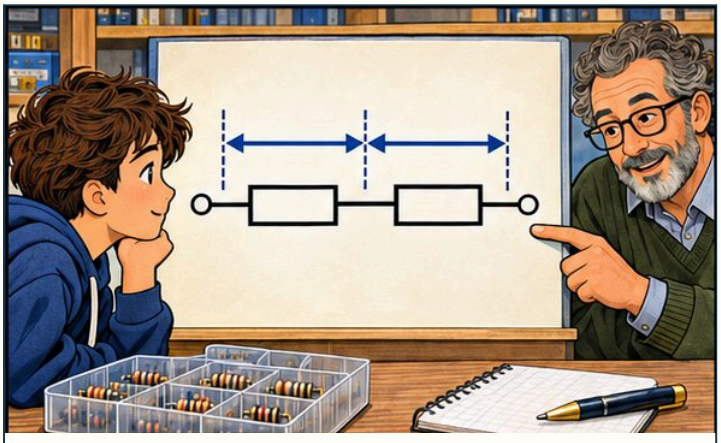
串联中的分配



纸上示例：5 V加在两只相同的1 kΩ串联电阻上。



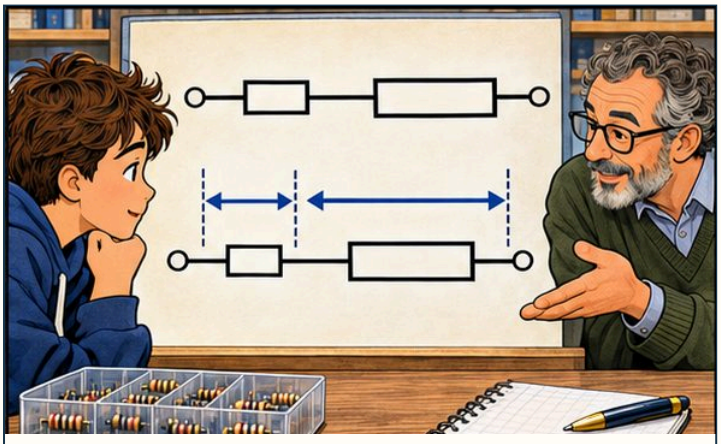
电流为5 / 2 000 = 0,0025 A，即2,5 mA。



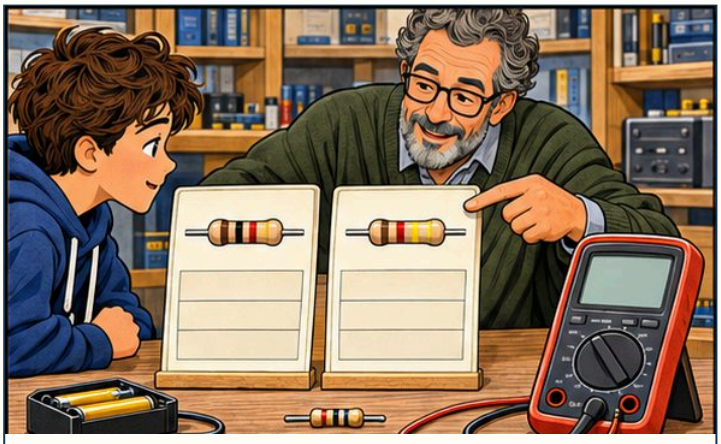
理想模型中，每只电阻两端为2,5 V。



每只耗散2,5 × 0,0025 = 0,00625 W。

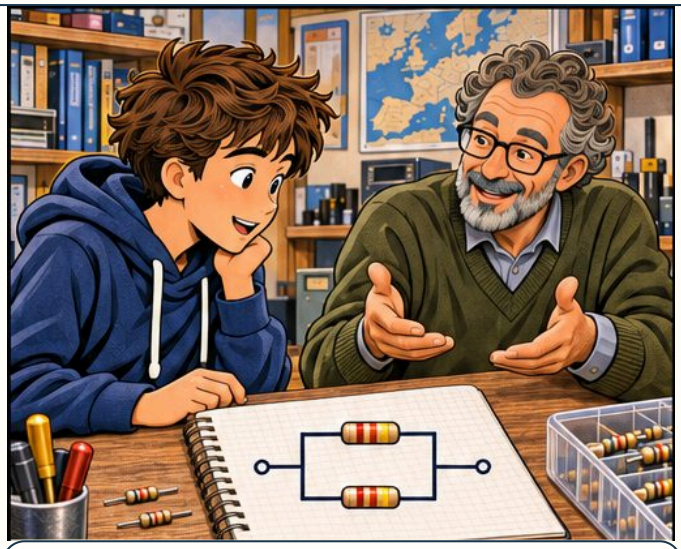


阻值不同时，电压和功率分配也会不同。

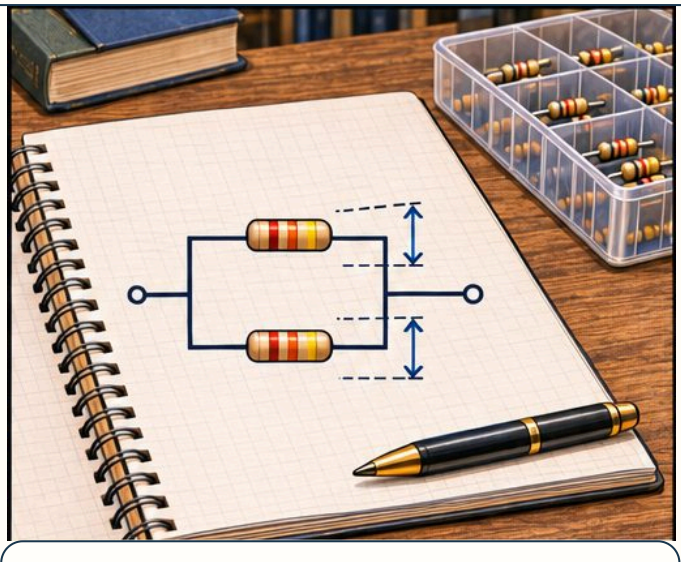


Henri强调：仅把各封装的瓦数相加不足以做选择。

两端之间的两条通路



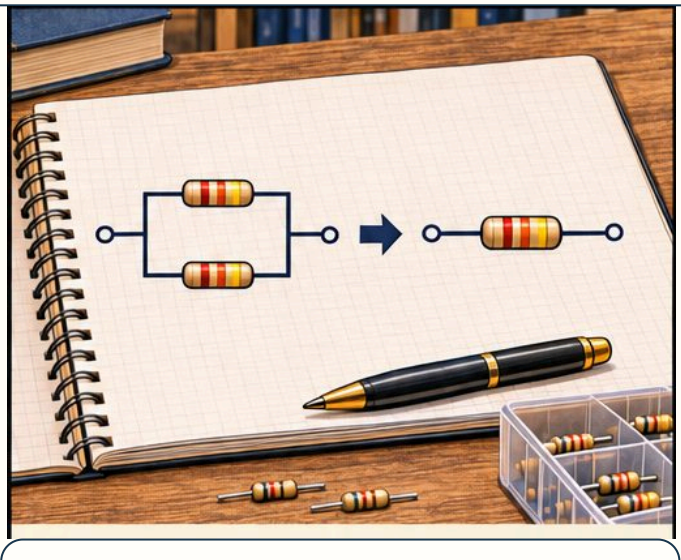
并联电阻连接在相同的两个节点之间。



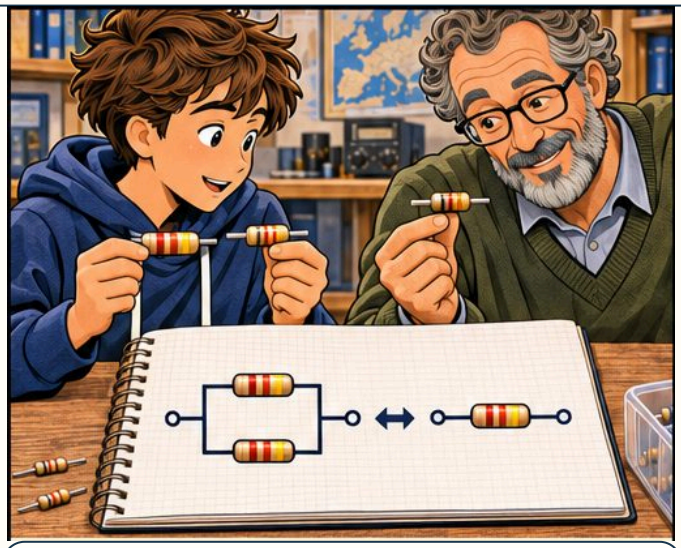
因此它们两端电压相同。



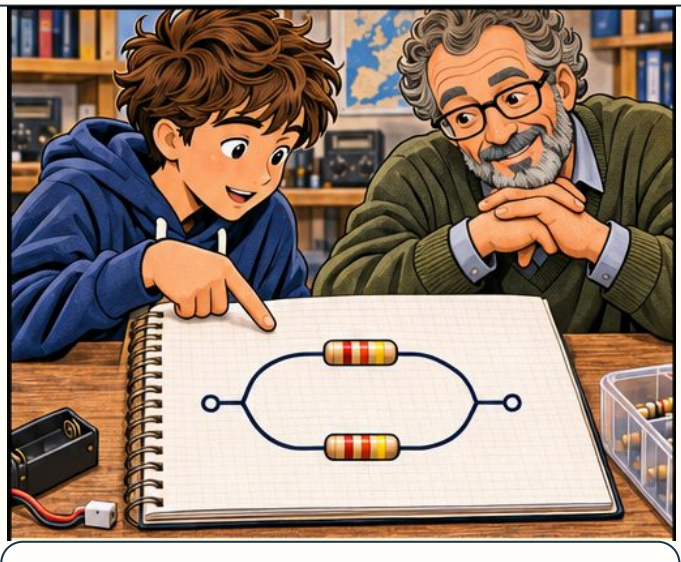
对两个支路：1 / R = 1 / R1 + 1 / R2。



两只1 kΩ电阻并联得到500 Ω。

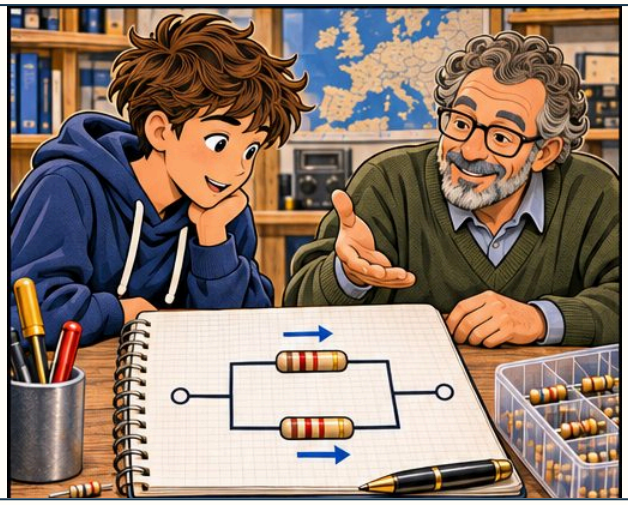


等效值小于这些支路中最小的正电阻值。

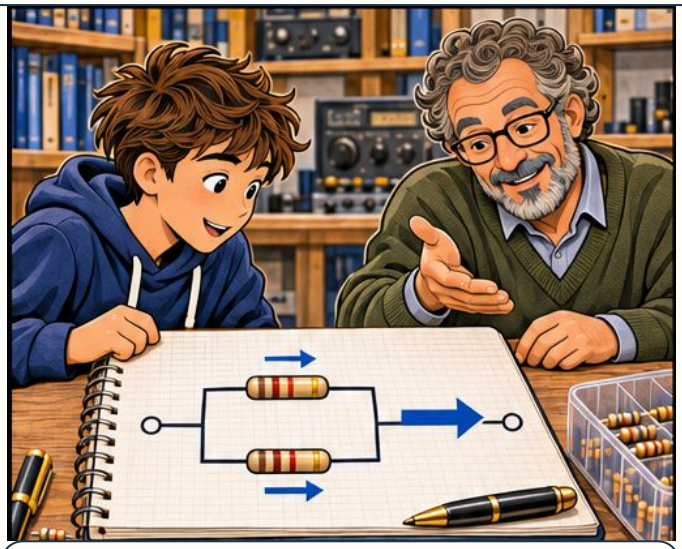


Lucas核对节点，不能只看图上的位置。

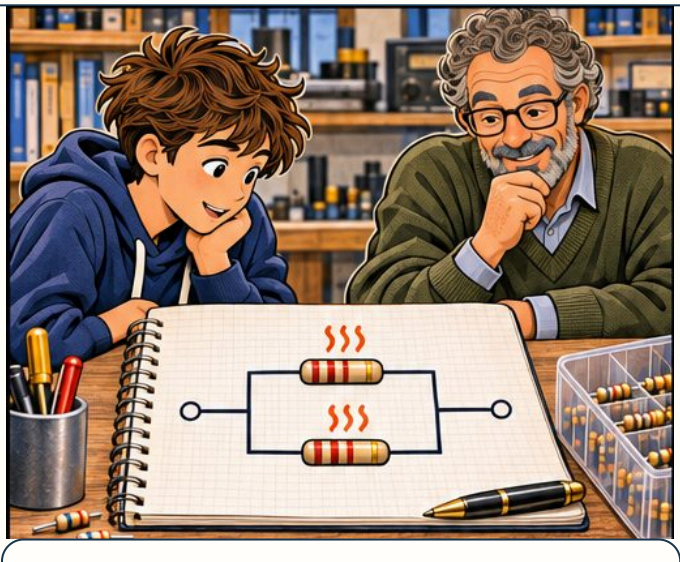
电流流入各支路



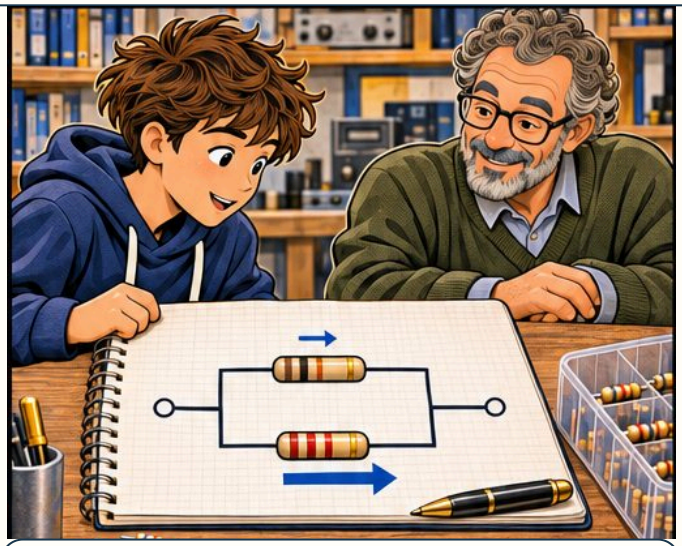
5 V加在每只1 kΩ电阻两端时，各支路电流为5 mA。



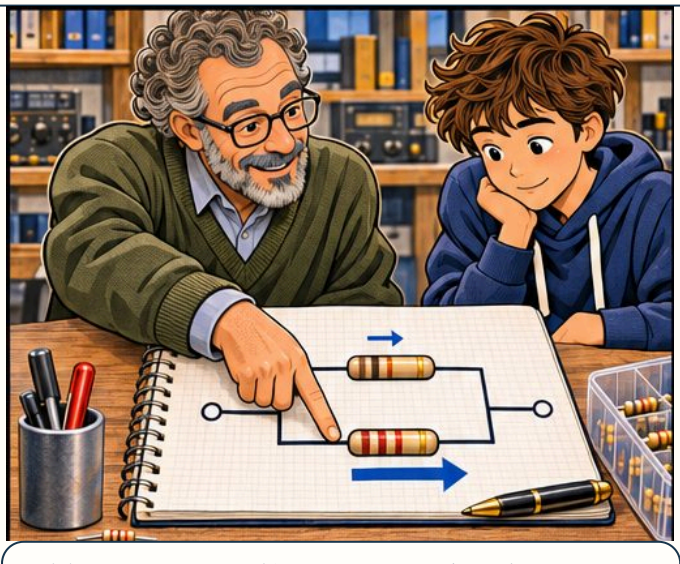
电源提供总和：本理想例中为10 mA。



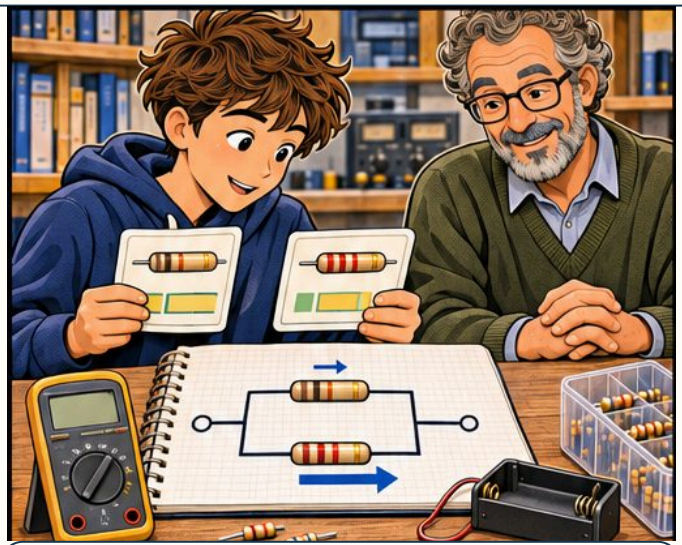
每只电阻耗散5² / 1 000 = 0,025 W。



若阻值不同，电流便不相等。

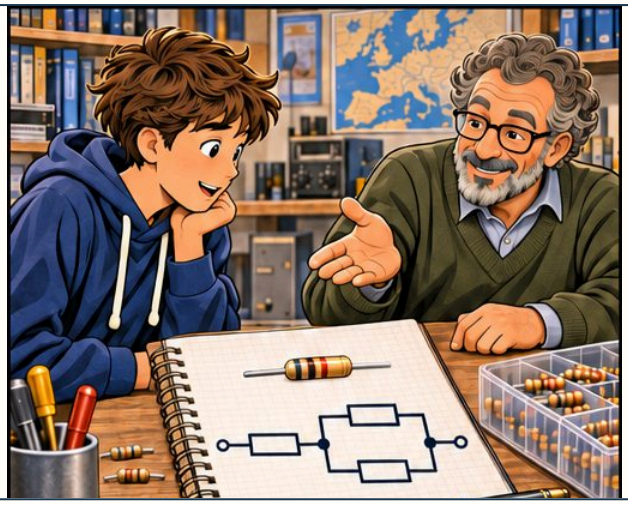


同样电压下，电阻较小的支路电流更大。



Lucas明白，并联两只电阻需要分别检查两次。

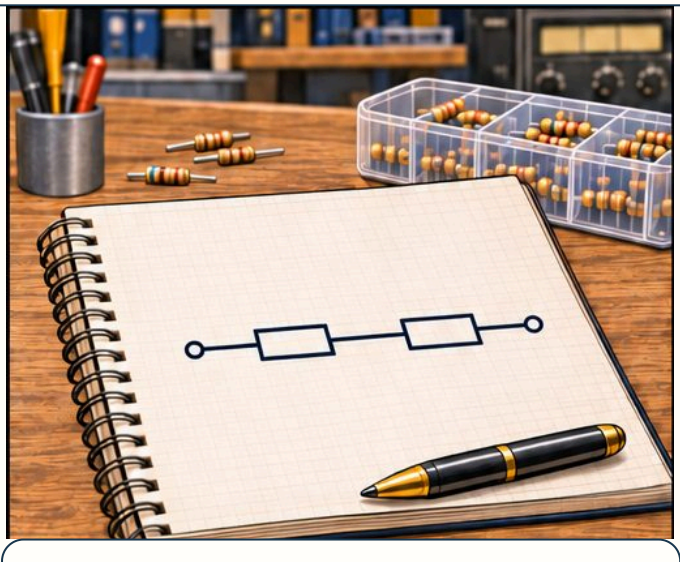
有条理地化简



Henri画出1 kΩ电阻与两只1 kΩ并联电阻串联。



Lucas先把并联的一对换成500 Ω。



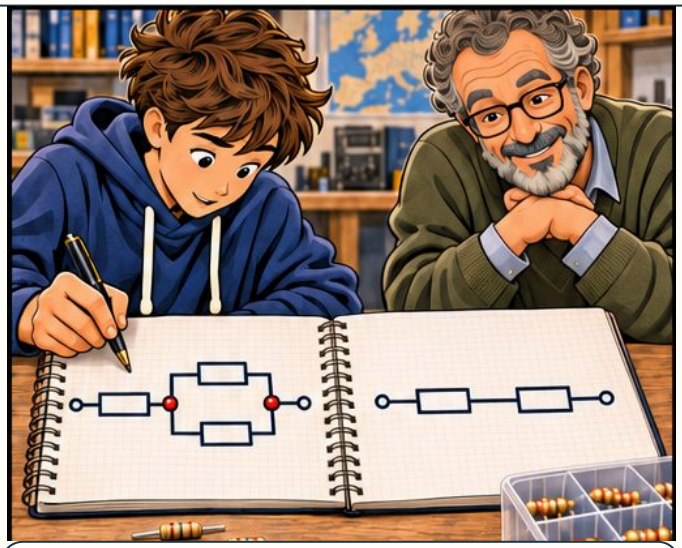
再加上串联电阻：1 000 + 500 = 1 500 Ω。



他保留原图，以便找出每个元件的电流。



等效电阻描述端口，不会消除内部限制。



这个方法使他不再只凭图的外形选择公式。

产生中间电压



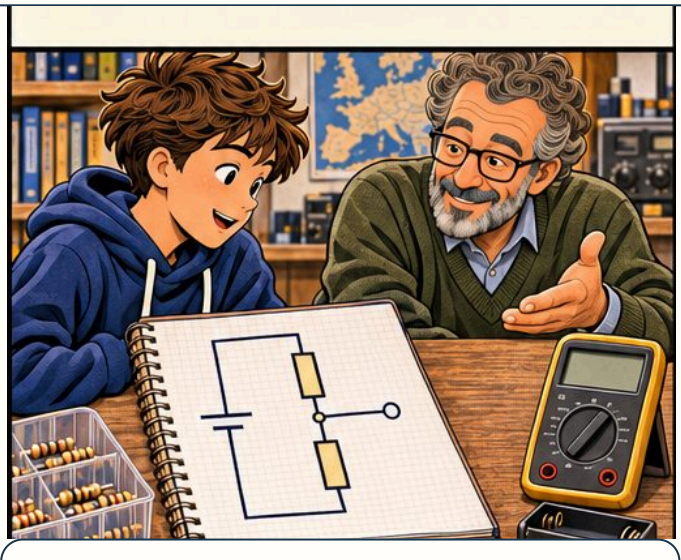
两只串联电阻可以组成分压器。



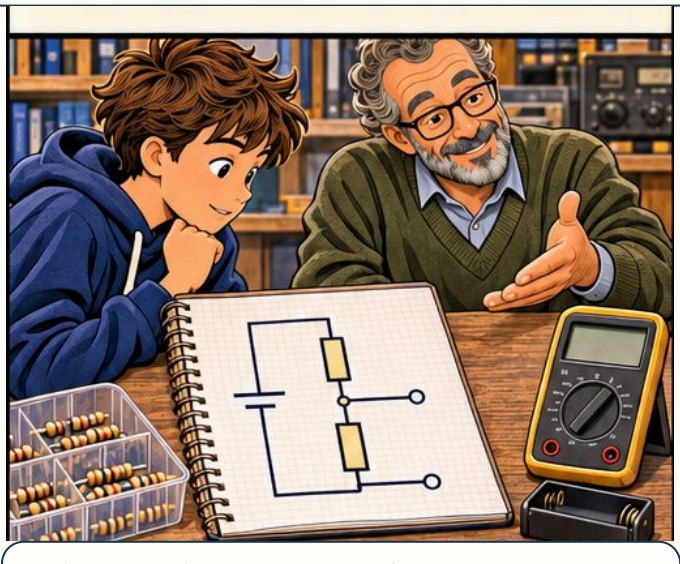
无负载时：U输出 = U输入 × R2 / (R1 + R2)。



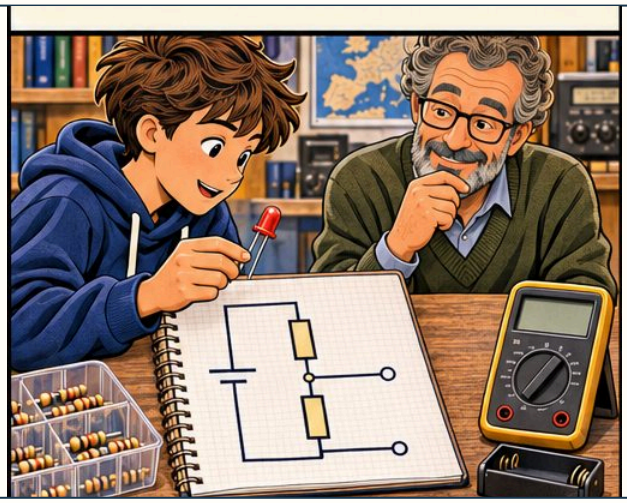
输出取R2两端，即中点与参考点之间。



5 V加在两只1 kΩ电阻上，理想输出为2,5 V。

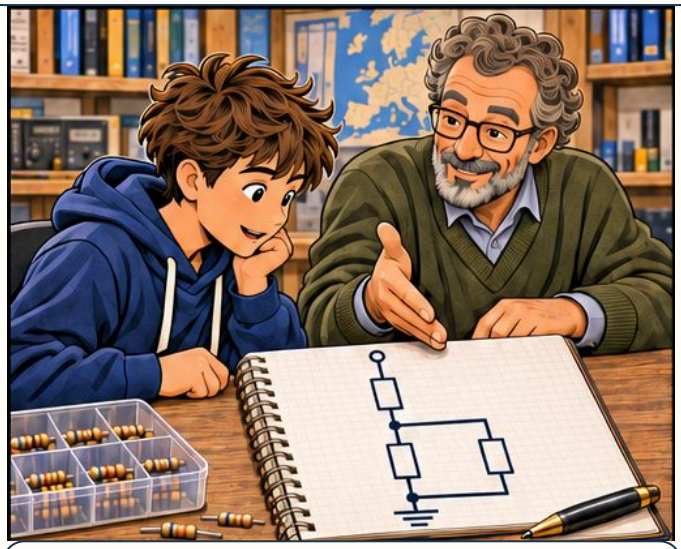


该结果假设输出几乎不取电流。

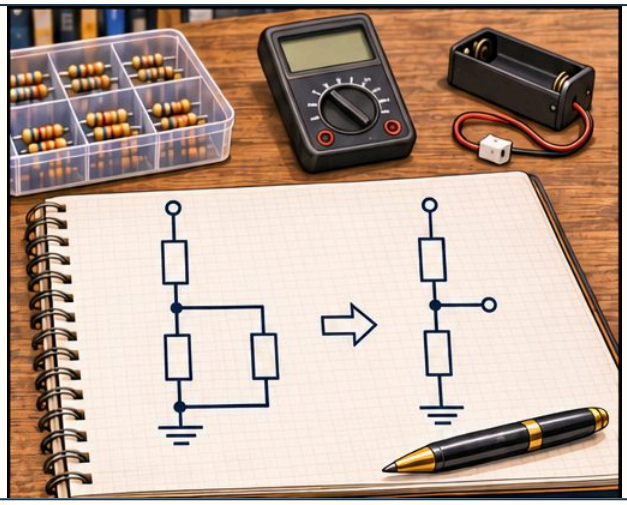


Lucas想接上LED，Henri向他展示会发生的变化。

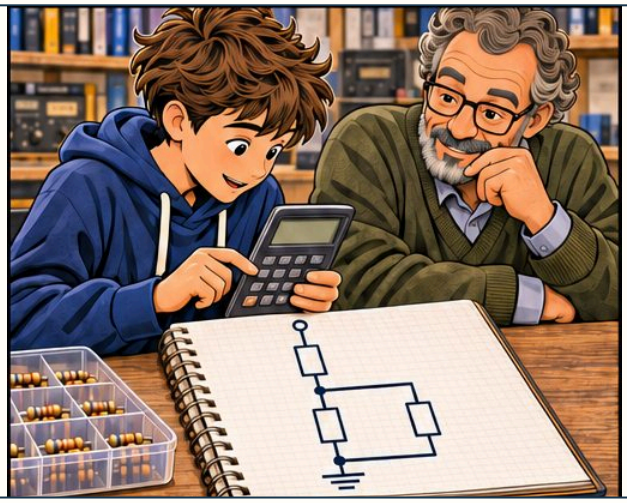
输出带上负载后



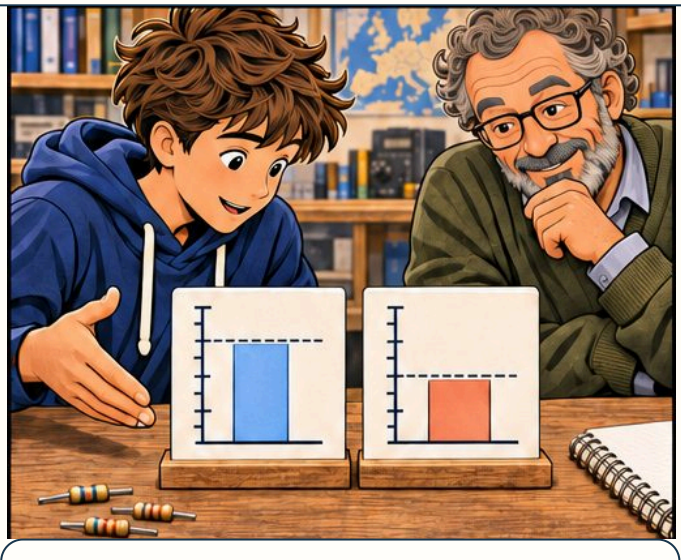
输出端的负载与R2并联。



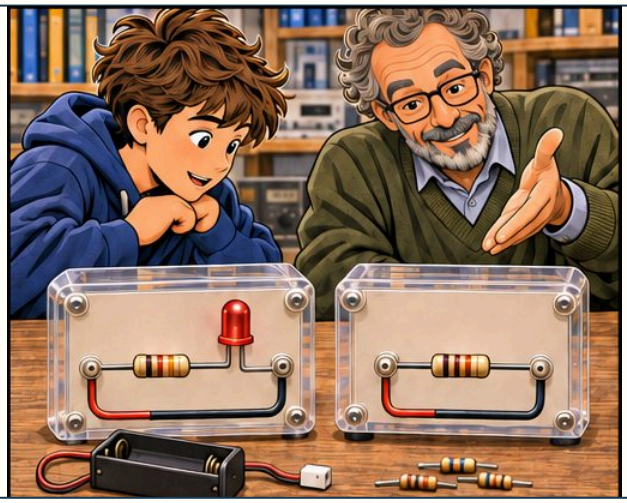
负载为1 kΩ时，R2的1 kΩ与它并联后等效为500 Ω。



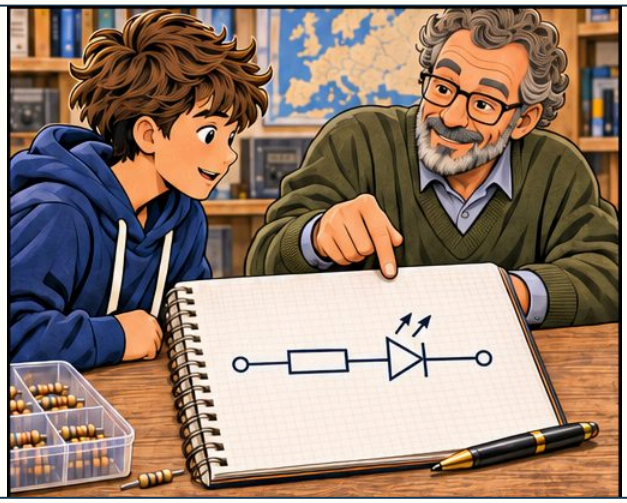
输出变为5 × 500 / (1 000 + 500) ≈ 1,67 V。



不再是2,5 V：负载改变了分压器。



LED并非欧姆负载，因此该计算不能精确描述它。



他们保留指示灯原定串联电路，不临时改用分压器。

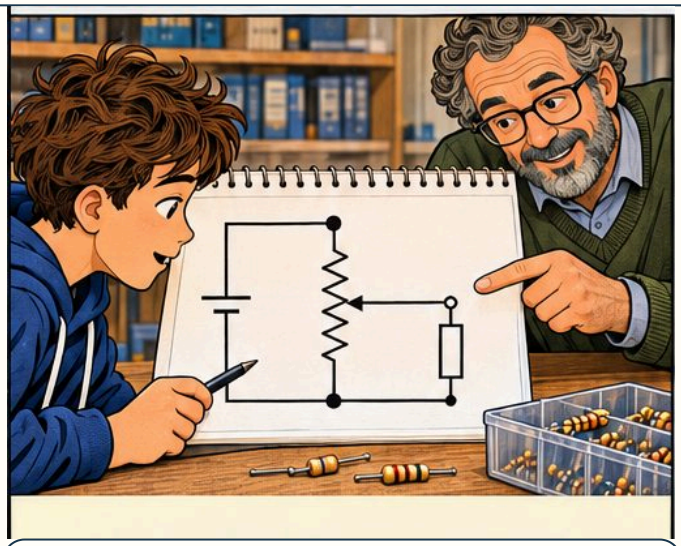
电位器的滑动触点



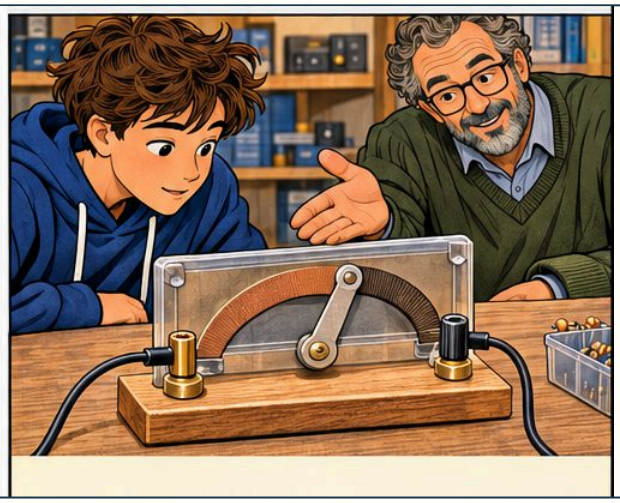
电位器有一条电阻轨道和一个可动滑动触点。



三个端子可以构成可调分压器。



负载同样影响滑动触点上的输出电压。



按电路要求使用两个端子时，它可作为可变电阻。

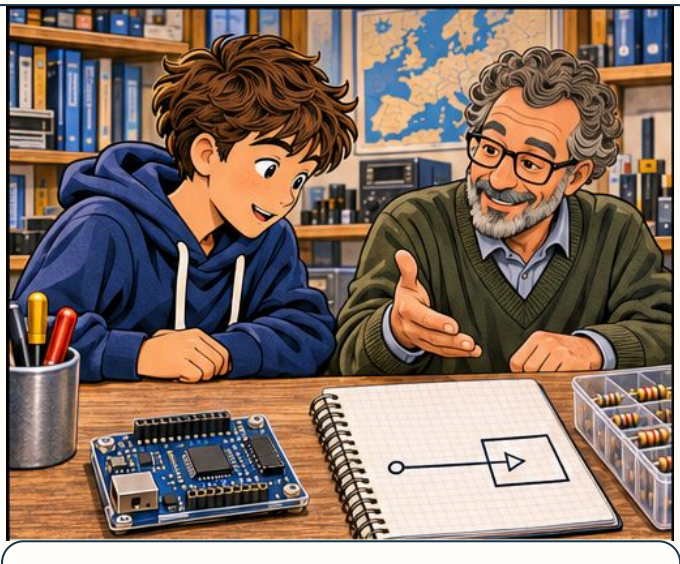


必须核对功率、滑动触点电流和接线方式。

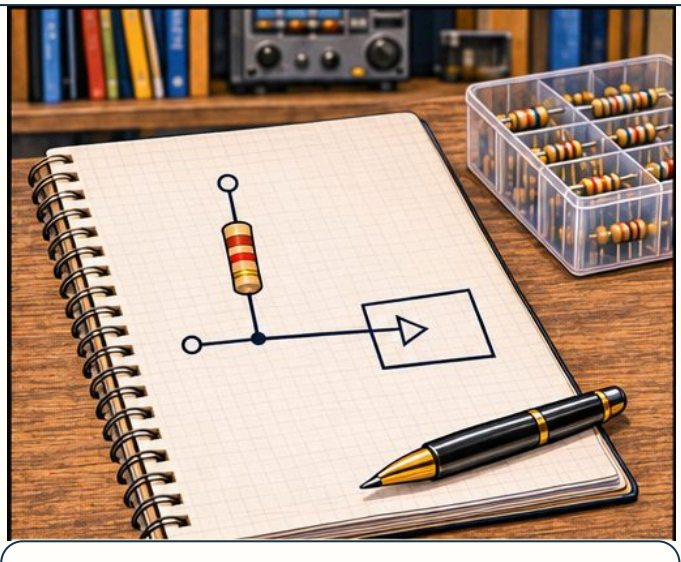


Lucas不肯取消LED的固定保护电阻。

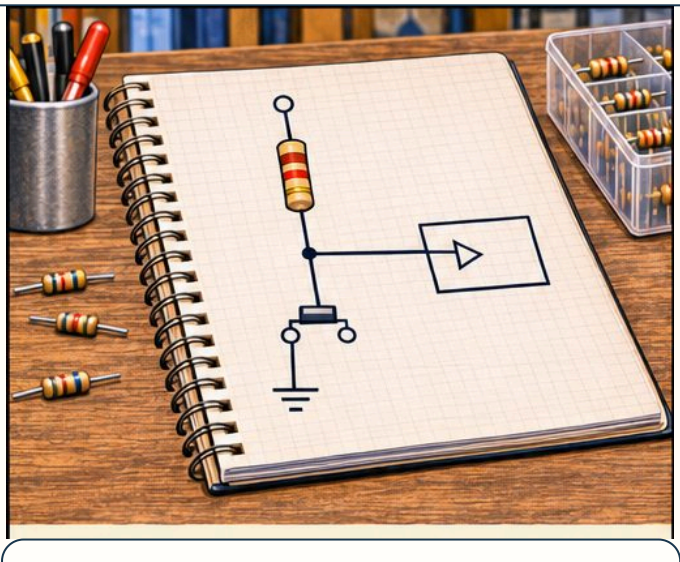
给输入端确定状态



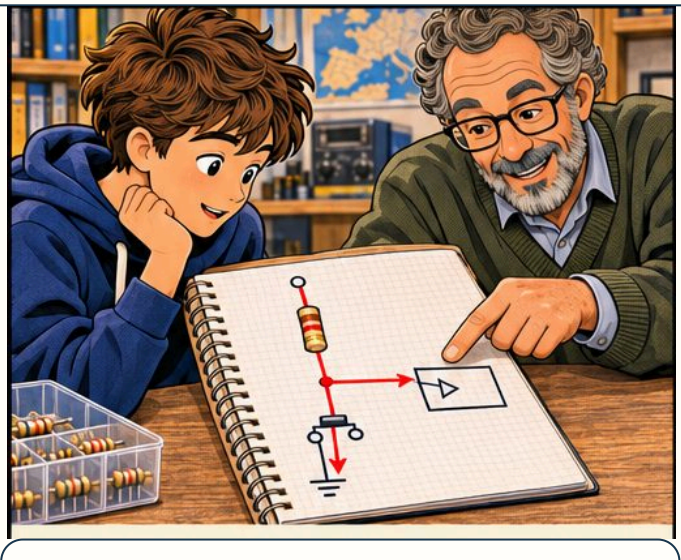
教学板的输入若悬空，读到的状态可能不确定。



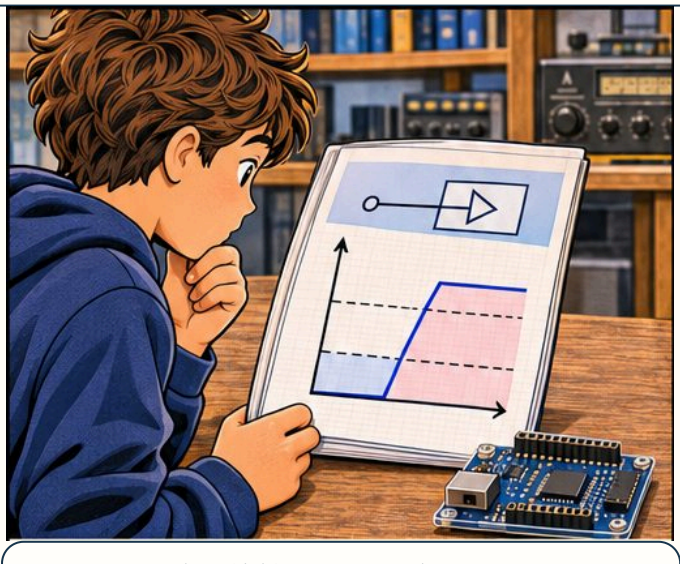
连接到电源的上拉电阻使静置输入呈高电平。



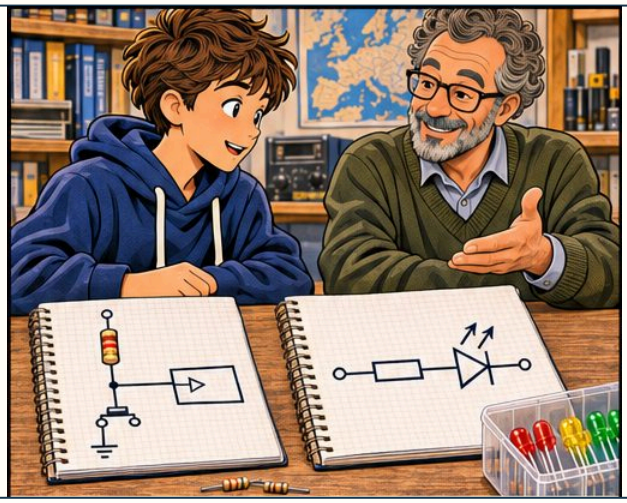
接向参考点的按钮闭合时，输入变为低电平。



此时电阻限制电源与按钮之间的电流。



阻值取决于输入特性、阈值和资料。

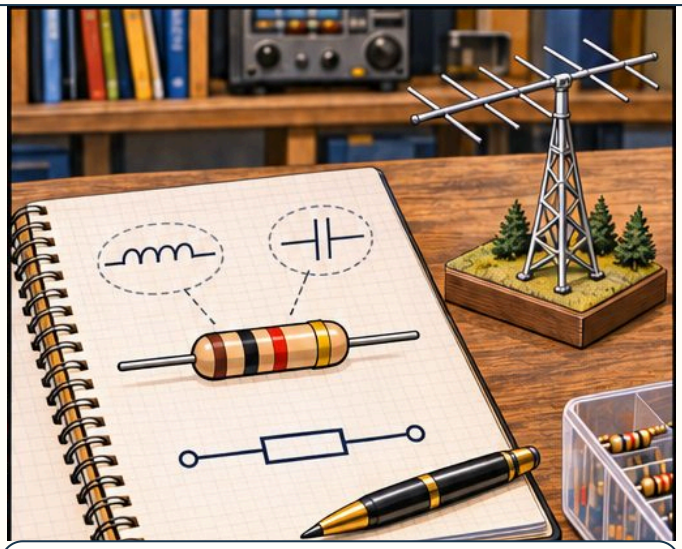


Henri用图说明这个作用，指示灯仍保持简单电路。

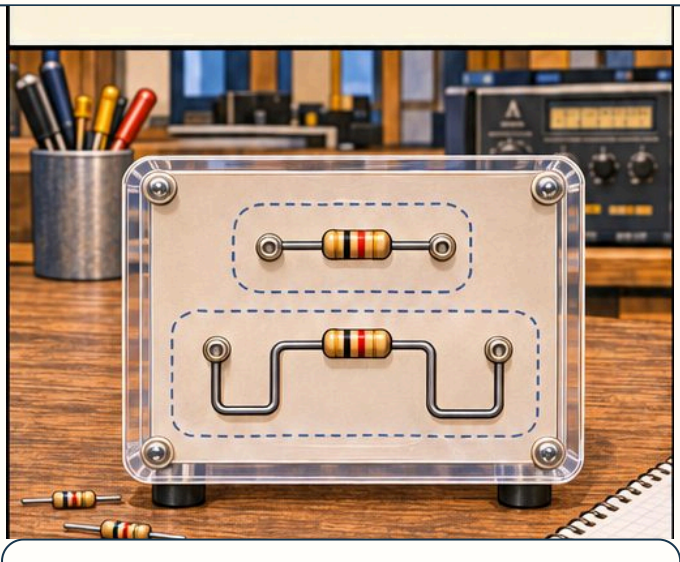
无线电中的模型限制



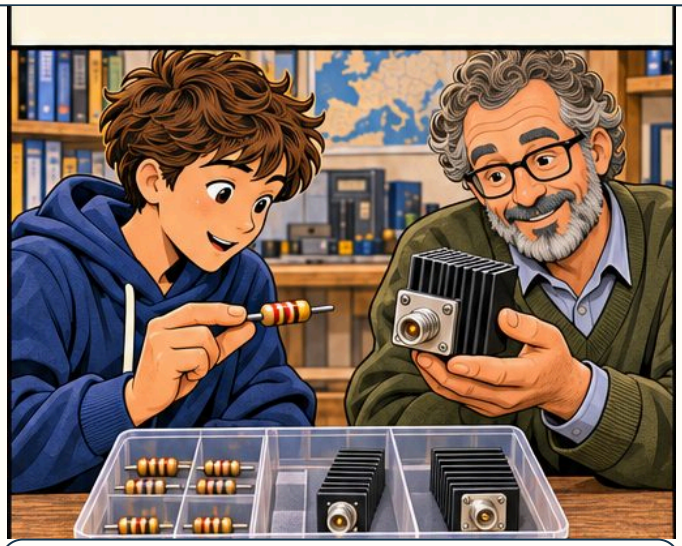
电阻还用于无线电电路的偏置、衰减和终端匹配。



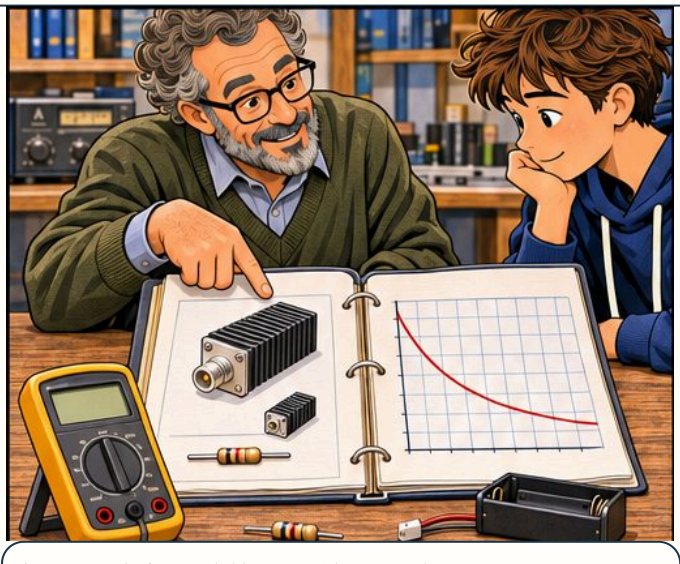
在高频下，其寄生电感和电容可能不可忽略。



连接线和布局也会增加影响。



普通的50 Ω电阻不一定是合适的射频负载。



频段、功率和结构必须符合用途。



Lucas收好射频示例：这次工作没有任何发射。

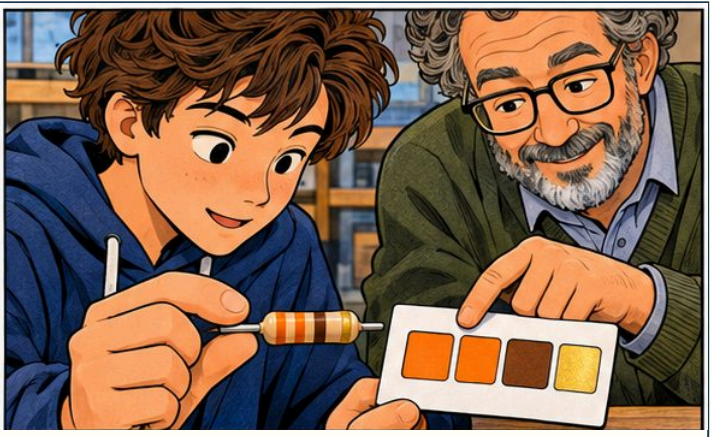
替换元件记录



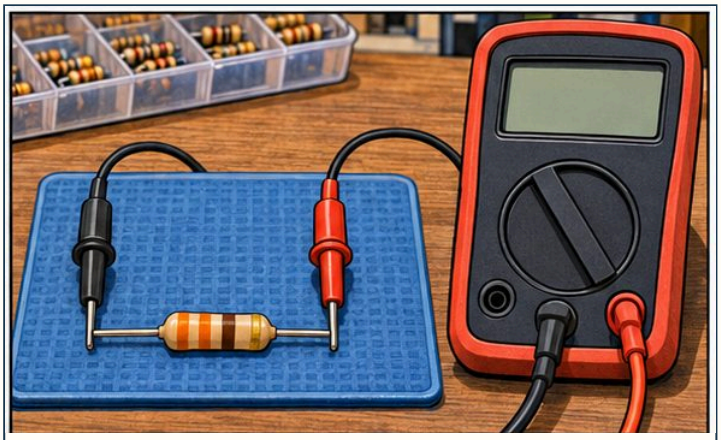
Lucas汇总电路图、LED型号和电阻型号。



本有据可查的示例仍选330 Ω、±5 %、0,25 W。



他用色码表确认橙、橙、棕、金。



新电阻单独测量，远离任何带电电路。

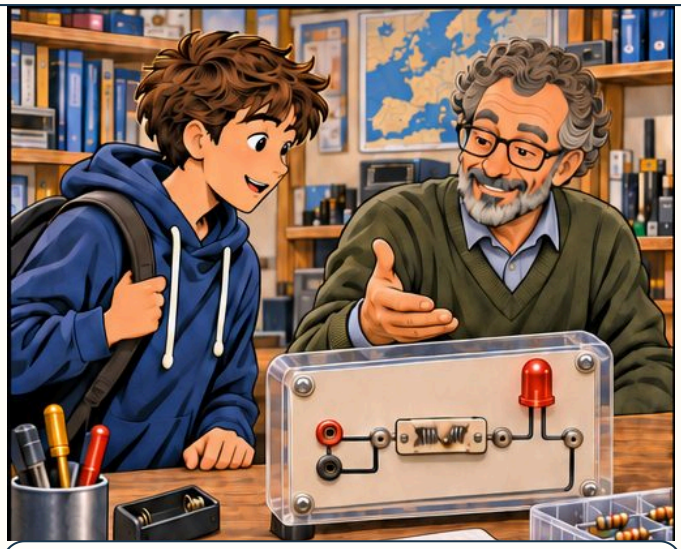


读数应与公差和万用表不确定度相容。

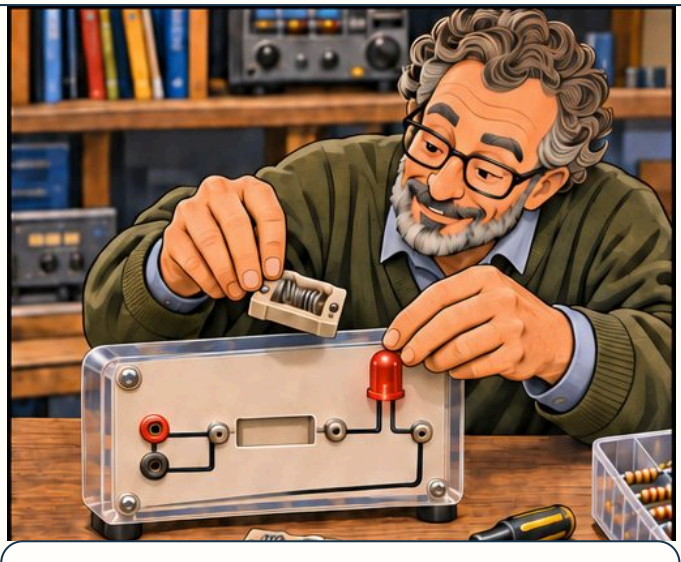


Henri检查资料：计算与测量相互补充。

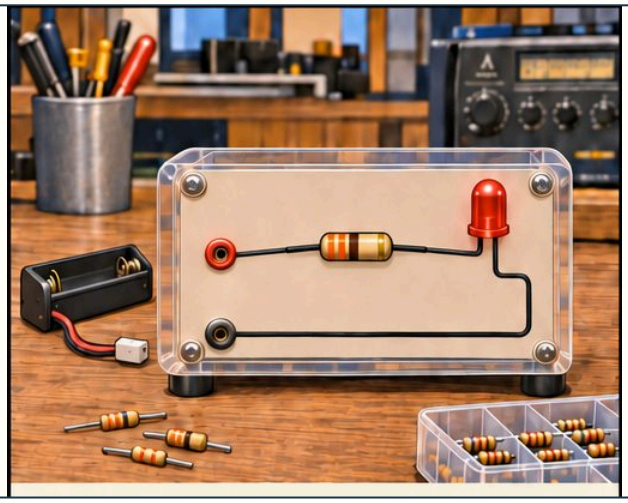
按步骤重新装好



更换期间面板始终断开电源。



Henri检查损坏的插座，换上规定的连接部件。



他们插入新电阻，不用蛮力，也不留下松散导线。



Lucas沿回路检查：电源、电阻、LED、返回端。

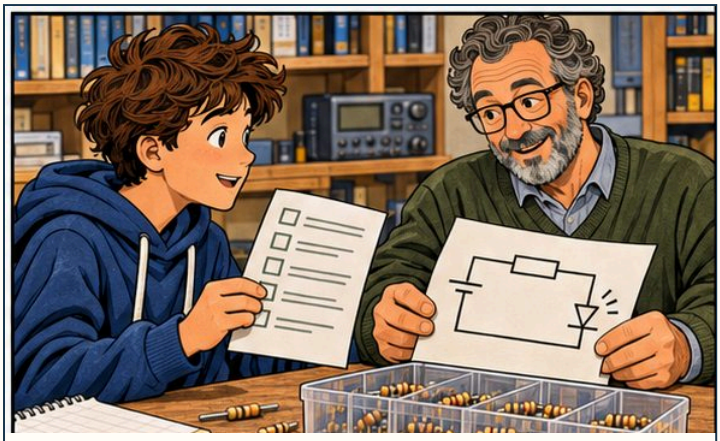


LED极性符合电路图和元件资料。

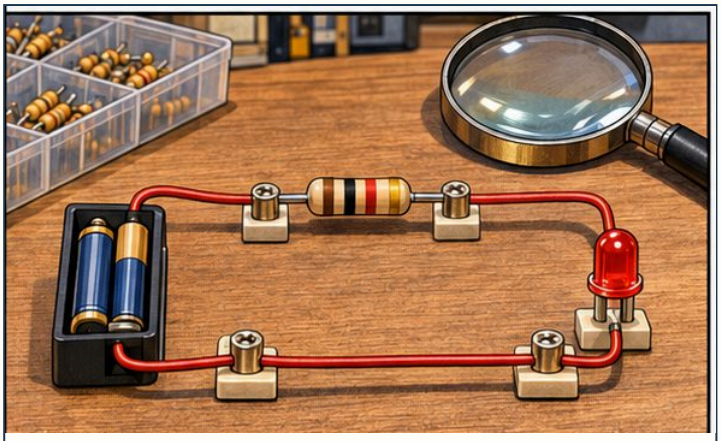


可疑元件与观察记录单独保留，不再使用。

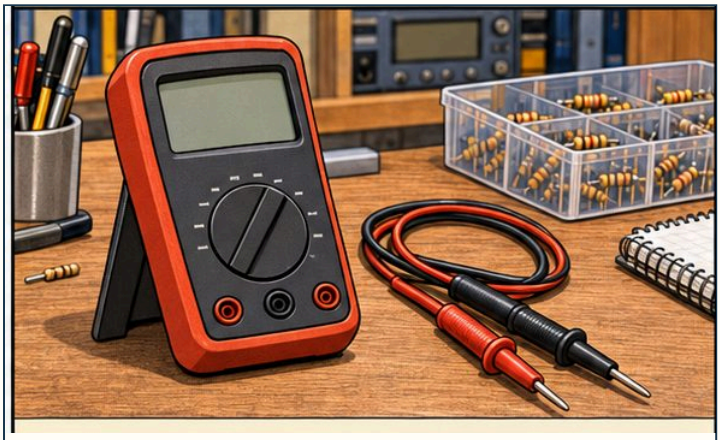
交叉检查



重新通电前，两人互相复核工作。



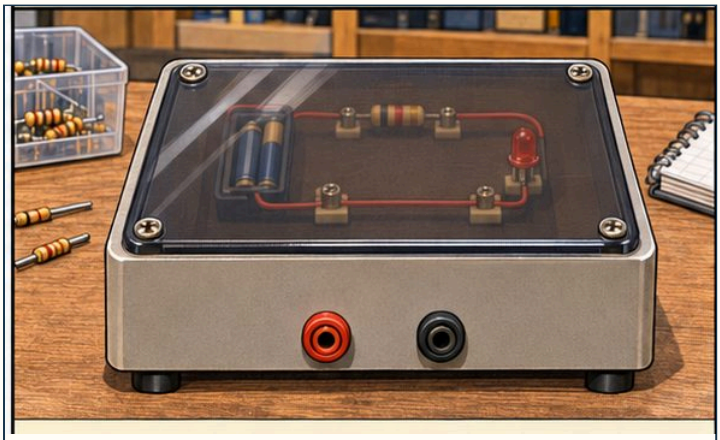
他们寻找短路、遗漏或绕过电阻的连接。



欧姆表测试线已从面板上移除。



Henri准备设为5 V、限流适当的电源。

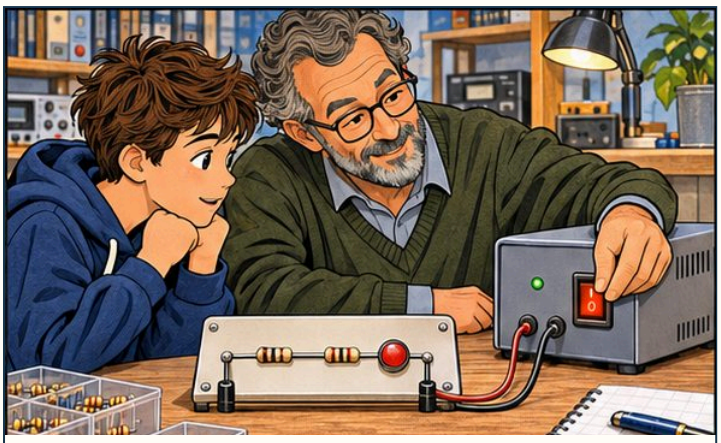


按说明关闭面板，连接部位保持受保护。



Lucas说出预期结果：电流适中，指示灯清楚可见。

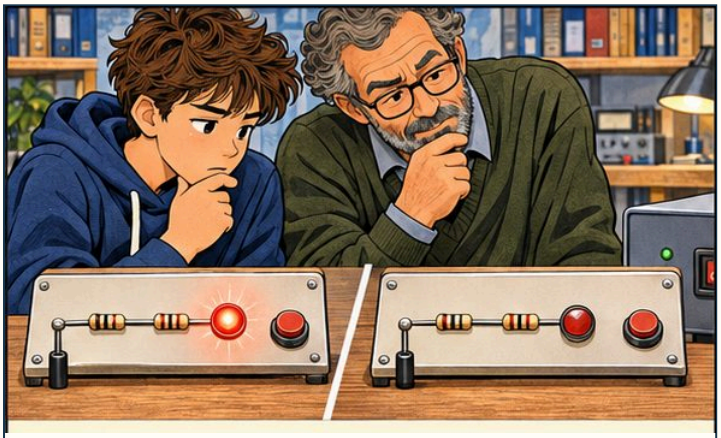
谨慎地首次试验



Henri给封闭面板通电，任何人都不移动连接。



指示灯亮起，松开按钮后熄灭。



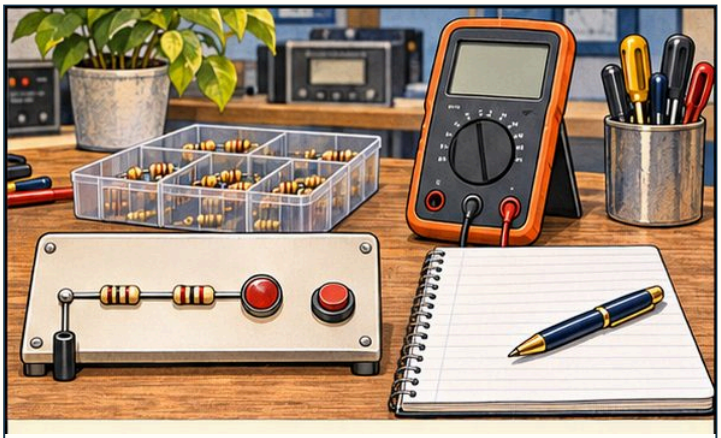
再次试验时，工作出现了迟疑。



Lucas提议提高电压，随即想起他们的方法。



他们关闭、断开电源后，才继续诊断。

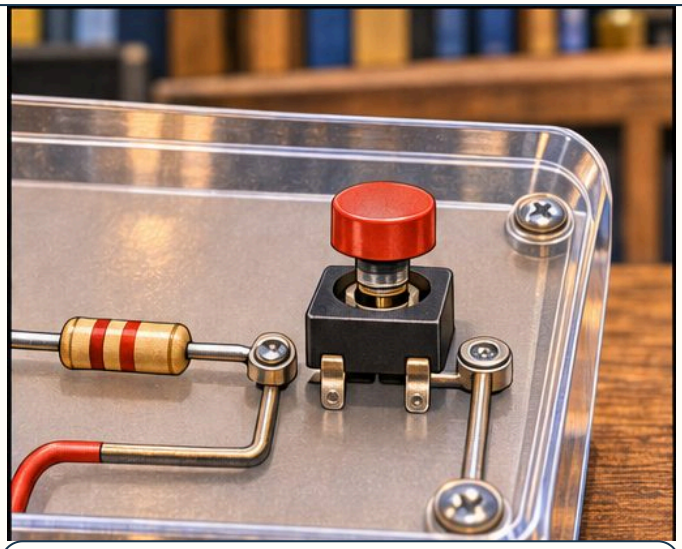


只亮过一次，不能说明面板已经准备就绪。

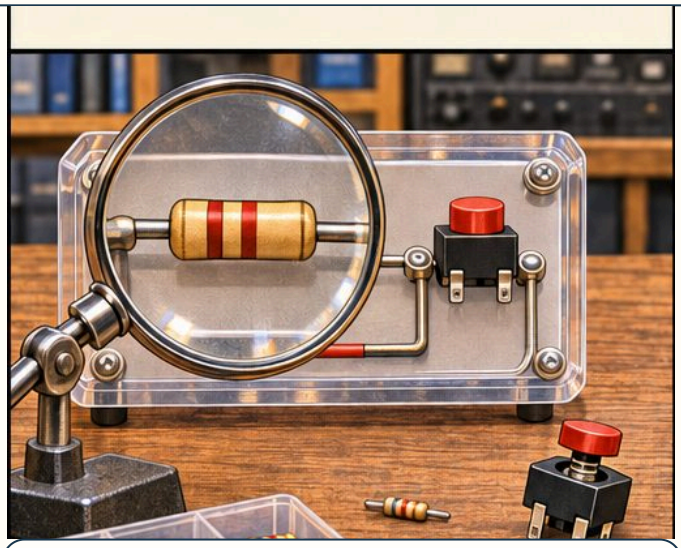
第二个原因



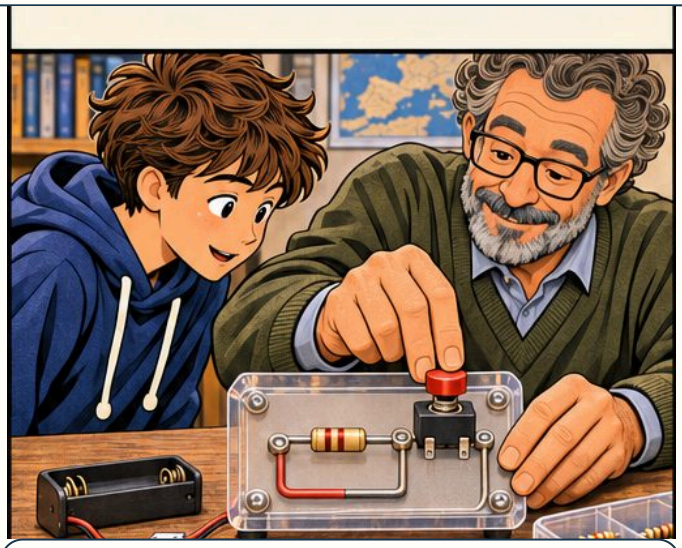
安全检查之后，他们在断电状态检查电流通路。



按钮的一个可拆连接器没有插到底。



单靠正确电阻，无法修复不良连接。



Henri重新插好连接器，并检查牢固程度。



Lucas更新记录：可疑元件和连接故障是两条线索。

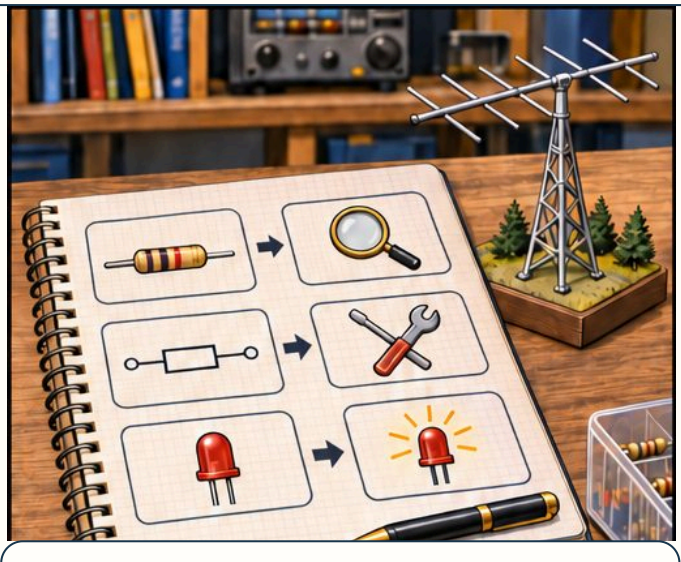


再次试验前，他们重新完成全部检查。

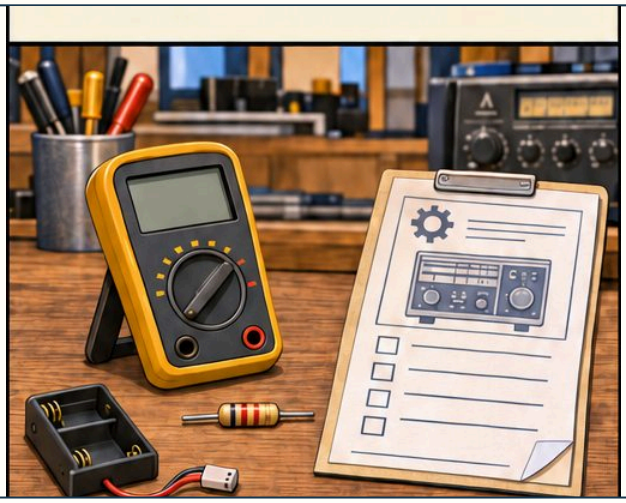
一次只观察一项



他们不再同时更换多个元件。



每一步都在笔记本中记录症状和检查内容。



欧姆表读数正确，并不能保证工作时所有表现都正常。



外观检查、元件限制和规定试验补充测量。

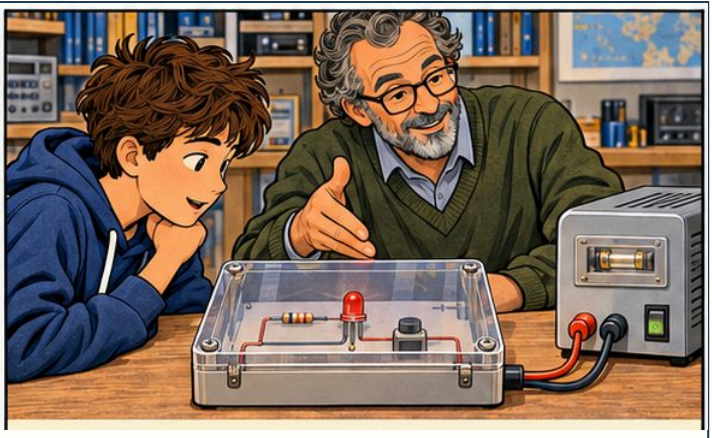


出现异常迹象时，他们停止，并在断电后继续查找。



Lucas现在能解释，为什么最初的想法太急了。

指示灯实现了目标



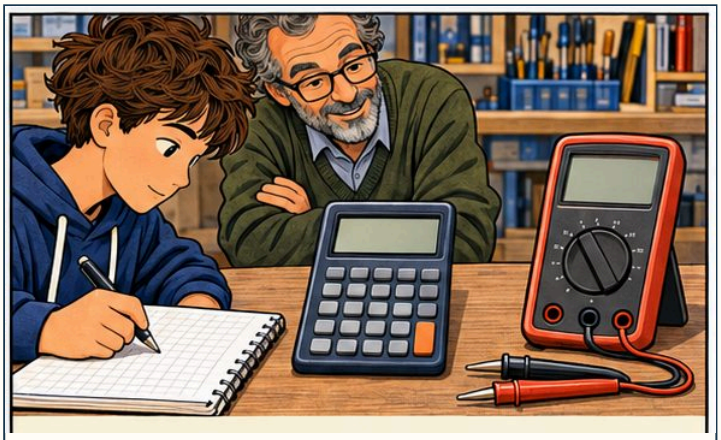
重新封闭的面板按规定程序再次通电。



演示中，指示灯现在能稳定响应按钮。



Henri监看工作，Lucas与预期结果比较。



他们不把计算电流当作实际测量结果。



笔记本区分计算、检查和试验观察。



运往展台前，他们先断开电源。

解释选择



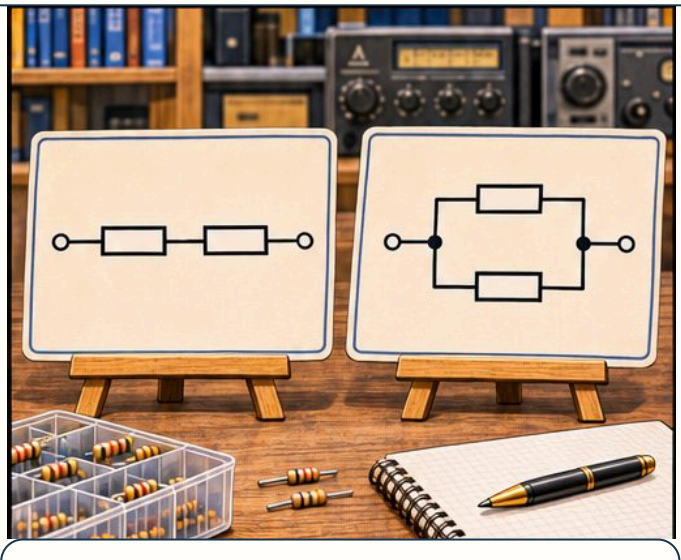
在展台上，Lucas向访客展示放大的电阻模型。



他解释色环、标称值和公差。



图中串联电阻限制流过LED的电流。



第二张图比较串联和并联。



Henri问他，为什么还要核对功率和使用条件。

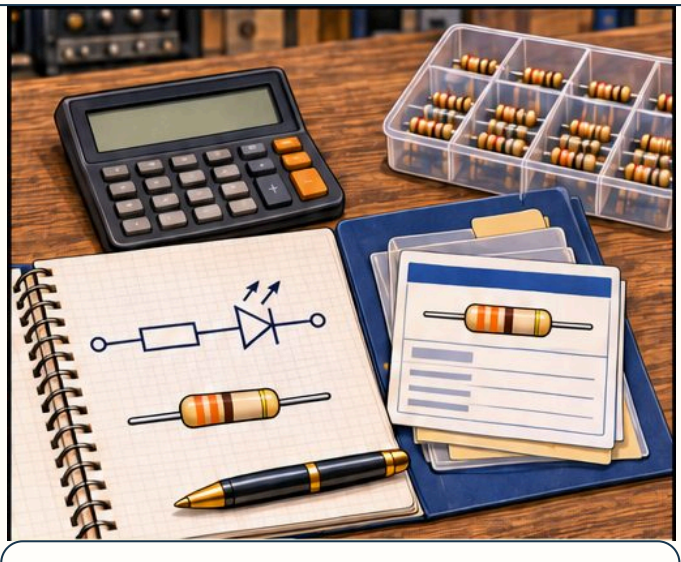


“为了选择真正适合电路的元件。”Lucas回答。

留给下一个人的笔记



记录从需求开始：体验面板需要一盏指示灯。



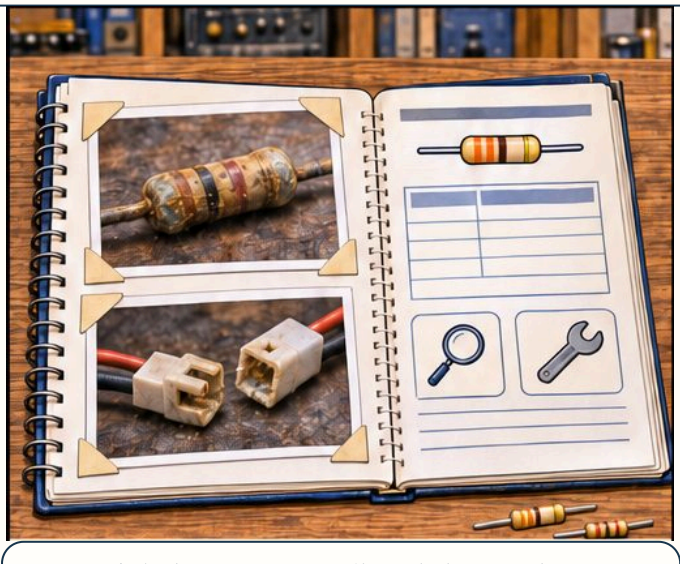
其中保留假设、公式及330 Ω的选择。



公差、功率和元件型号与电路图一起保存。



程序提醒：断电测量电阻，必要时隔离元件。



故障观察能帮助下一次工作坊有条理地查找。

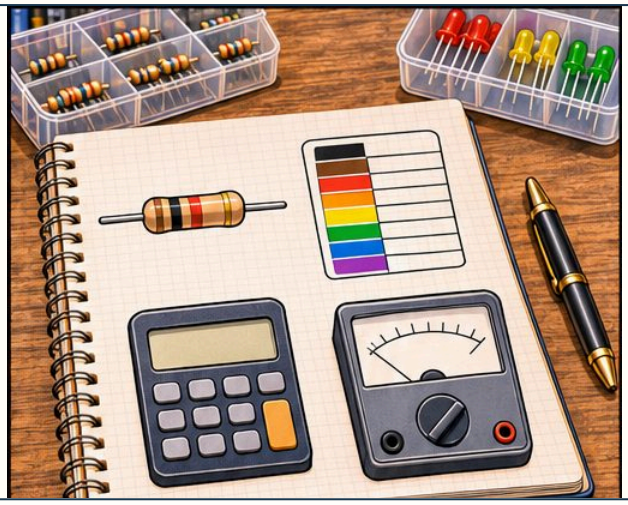


Henri让Lucas收好资料：学习已经成为分享。

小元件，大方法



展台准备好了，Lucas对小电阻有了新的看法。



读标记、计算、选择、测量：每一步都回答一个问题。



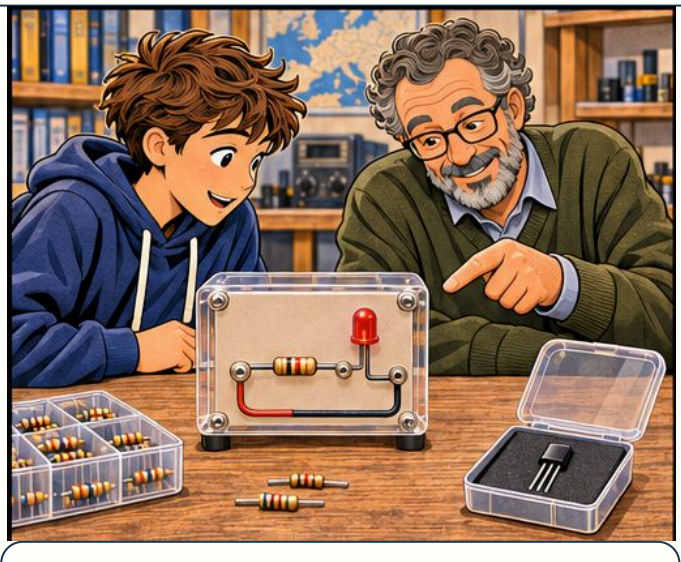
指示灯不只是一点光，更是他能传递的解释。



Henri从另一个盒子拿出一个三脚元件给他看。



“它能控制更大的电流吗？”Lucas问。



下一次探索等待着他们：第08卷，晶体管。