

विद्युत परिपथ

एक टॉर्च, एक डोरबेल और आपकी मेज़ के ऊपर लगा लैम्प — तीनों एक ही कारण से काम करते हैं: कोई चीज़ विद्युत धारा को एक लूप में घुमाती है, और वह लूप पूरे रास्ते अटूट रहता है।

इस अध्याय में

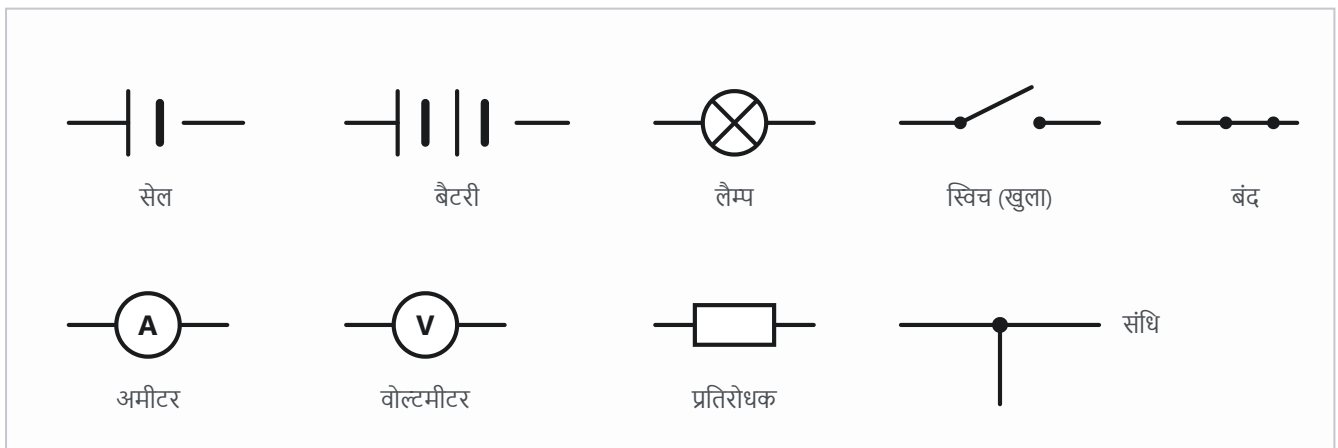
1. परिपथ आरेख और उनके प्रतीक
2. श्रेणीक्रम में जुड़े घटक
3. समांतर क्रम में जुड़े घटक
4. धारा और विभवांतर मापना
5. जब एक लैम्प खराब हो जाए
6. घर के परिपथ

6.1 परिपथ आरेख और उनके प्रतीक

एक लैम्प को दो तारों से सेल के साथ जोड़िए और लैम्प जल उठेगा। एक तार हटा दीजिए और वह तुरंत बुझ जाएगा। वह धीमा नहीं पड़ता, मंद नहीं होता — बस बंद हो जाता है। महत्वपूर्ण बात यह है कि धारा को घूमने के लिए एक **पूर्ण लूप** मिलना चाहिए — सेल के एक टर्मिनल से बाहर, तारों और लैम्प से होकर, और दूसरे टर्मिनल में वापस। उस लूप को कहीं भी तोड़ दीजिए और धारा उसमें हर जगह रुक जाएगी, केवल टूटने की जगह पर नहीं।

इसी कारण स्विच काम करता है। स्विच लूप में बना एक ऐसा अंतराल ही है जिसे आप जान-बूझकर खोल और बंद कर सकते हैं। इसका अर्थ यह भी है कि स्विच को लूप में कहाँ लगाया गया है, इससे कोई अंतर नहीं पड़ता — लैम्प से पहले या उसके बाद, लैम्प उसी तरह बुझ जाता है।

हर बार असली तार और क्लिप बनाना धीमा होगा, और वह चित्र पढ़ना कठिन भी होगा। इसलिए हम उसके स्थान पर **परिपथ आरेख** बनाते हैं। परिपथ आरेख में तार सीधी रेखाएँ होते हैं, कोने समकोण होते हैं, और प्रत्येक घटक के स्थान पर एक निश्चित प्रतीक रखा जाता है। सभी लोग एक ही प्रतीकों का उपयोग करते हैं, और यही इसका उद्देश्य है: इससे कोई भी व्यक्ति किसी और का बनाया आरेख पढ़ सकता है। इस अध्याय में आवश्यक प्रतीक चित्र 6.1 में दिए गए हैं।



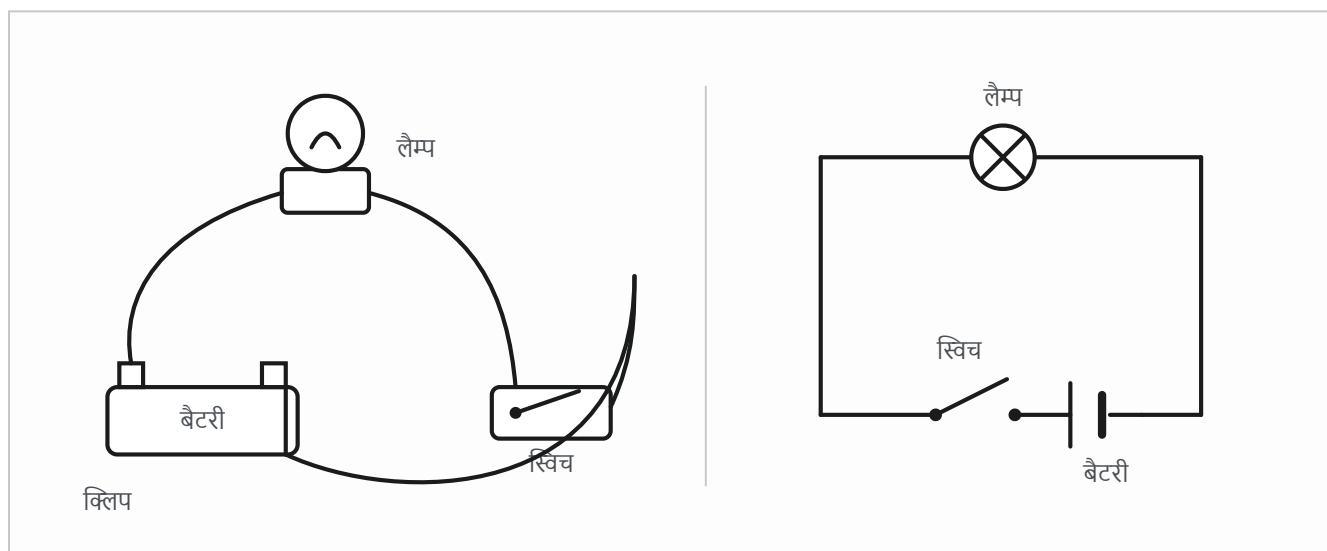
चित्र 6.1 इस अध्याय में प्रयुक्त परिपथ प्रतीक।

चित्र 6.1 की दो परिपाटियों पर रुककर सोचना ज़रूरी है, क्योंकि आरेख पढ़ने में होने वाली अधिकांश भूलें इन्हीं को न देखने से होती हैं।

पहली है **संधि-बिंदु**। जहाँ तार आपस में जुड़े होते हैं, वहाँ एक बिंदु बनाया जाता है। इससे यह भी निकलता है कि जो दो तार बिंदु के *बिना* एक-दूसरे को काटते हैं, वे जुड़े हुए नहीं हैं — एक बस दूसरे के ऊपर से निकल जाता है, जैसे पुल पर से सड़क रेल लाइन के ऊपर से निकलती है। इसलिए एक बिंदु का होना या न होना आरेख का अर्थ पूरी तरह बदल सकता है, और जब परिपथ अपेक्षा के अनुसार काम न करे तो सबसे पहले यही देखना चाहिए।

दूसरी परिपाटी यह है कि **आरेख के आकार का कोई अर्थ नहीं होता**। अर्थ केवल जुड़ावों का है। एक ही लूप को लंबे पतले आयत के रूप में बनाइए या चौड़े चपटे आयत के रूप में — परिपथ वही रहता है, और तीन ओर घूमकर जाने वाला लंबा तार सीधे छोटे तार से भिन्न नहीं है। कोने केवल आरेख को सुव्यवस्थित रखने के लिए समकोण बनाए जाते हैं। इसलिए दो आरेखों की तुलना करते समय उनके आकार की तुलना न करें; जुड़ावों को खोजकर उनकी तुलना करें।

चित्र 6.2 में एक ही परिपथ दोनों तरह से दिखाया गया है। बाईं ओर मेज़ पर रखी वास्तविक सामग्री का चित्र है: होल्डर में लगी बैटरी, होल्डर में लगा लैम्प, एक स्विच, और सिरों पर क्लिप लगे चार तार। दाईं ओर उसी व्यवस्था का परिपथ आरेख है। बनाने के तरीके के अतिरिक्त कुछ भी नहीं बदला है — और आरेख पढ़ने में बहुत तेज़ है।



चित्र 6.2 एक ही परिपथ दो तरह से: मेज़ पर रखी सामग्री, और उसका परिपथ आरेख। आगे हम केवल आरेखों का प्रयोग करेंगे।

क्रियाकलाप 6.1 — टूटन खोजिए

चित्र 6.2 का परिपथ बनाइए और देखिए कि लैम्प जलता है। अब एक क्लिप ढीली कर दीजिए, ताकि तार पकड़ में न रहे, और बाकी सब वैसा ही छोड़ दीजिए। लैम्प मंद पड़ता है या बुझ जाता है? उसे कसकर, इस बार लैम्प की दूसरी ओर की क्लिप ढीली कीजिए। दोनों स्थितियों की तुलना कीजिए। फिर एक वाक्य में लिखिए कि परिपथ को चलने के लिए किस बात की आवश्यकता है।

आपने पाया होगा कि आपने कौन-सी क्लिप ढीली की, इससे कोई अंतर नहीं पड़ा। कहीं भी हुई टूटन पूरे लूप में हर जगह धारा रोक देती है — और यह बात याद रखने योग्य है जब आप उस परिपथ में खराबी खोज रहे हों जो जल नहीं रहा। खराबी उस घटक के पास होना आवश्यक नहीं है जिसने काम करना बंद किया है।

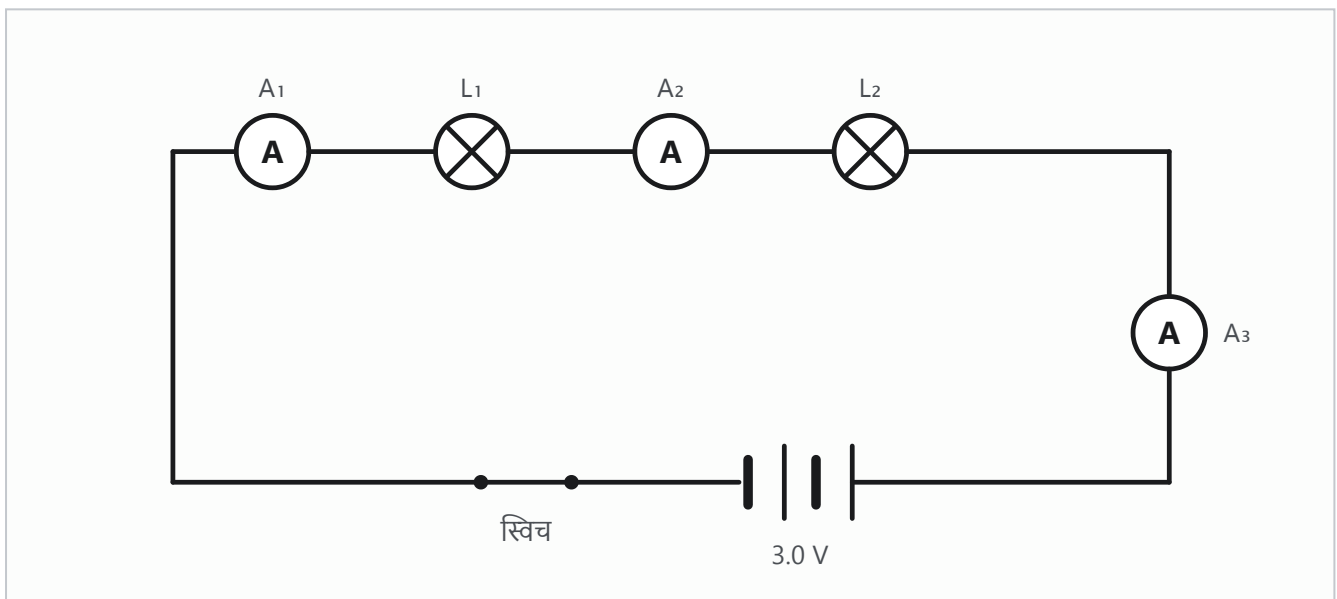
6.2 श्रेणीक्रम में जुड़े घटक

दो लैम्पों को परिपथ में दो बिलकुल अलग तरीकों से जोड़ा जा सकता है, और यह अंतर इतना महत्वपूर्ण है कि शेष अध्याय वास्तव में इन्हीं दोनों को पहचानने के बारे में है। पहला तरीका **श्रेणीक्रम** कहलाता है। श्रेणीक्रम में घटक एक ही लूप में एक के बाद एक जुड़े होते हैं, जिससे धारा के लिए **केवल एक पथ** होता है। बैटरी से निकलने पर धारा के पास कोई विकल्प नहीं होता: उसे पहले लैम्प से, फिर दूसरे लैम्प से, और फिर बैटरी में वापस जाना ही होता है।

आप श्रेणीक्रम परिपथ पहले भी देख चुके हैं, बस नाम नहीं जानते थे। टॉर्च के भीतर के दो सेल श्रेणीक्रम में होते हैं, एक के ऊपर एक। प्लग का फ्यूज़ भी, और सजावट की पुरानी लड़ियाँ भी — इसी कारण एक बल्ब खराब होने पर पूरी लड़ी बुझ जाती थी, जिस पर हम खंड 6.5 में लौटेंगे।

किसी भी आरेख पर लगाने के लिए एक तुरंत जाँच यह है। बैटरी के एक टर्मिनल पर उँगली रखिए और तार के साथ चलिए। यदि आप ठीक एक ही रास्ते से दूसरे टर्मिनल तक पहुँच जाते हैं, तो रास्ते में पड़ने वाला प्रत्येक घटक श्रेणीक्रम में है।

चित्र 6.3 में 3.0 V की बैटरी के साथ श्रेणीक्रम में जुड़े दो लैम्प दिखाए गए हैं। लूप में तीन अमीटर अलग-अलग स्थानों पर लगाए गए हैं, जिससे हम तीन बिंदुओं पर धारा की तुलना कर सकें: पहले लैम्प से पहले, दोनों लैम्पों के बीच, और दूसरे लैम्प के बाद।



चित्र 6.3 3.0 V की बैटरी के साथ श्रेणीक्रम में दो लैम्प। पथ केवल एक है, इसलिए परिपथ का हर भाग समान धारा वहन करता है। तीन अमीटर आपको यही जाँचने देते हैं।

आगे पढ़ने से पहले तय कीजिए कि तीन अमीटरों का पाठ्यांक आप क्या मानते हैं। अधिकतर लोग सोचते हैं कि A₁ सबसे अधिक और A₃ सबसे कम पढ़ेगा, क्योंकि दोनों लैम्पों ने रास्ते में कुछ धारा खपा ली है। यह अनुमान पूरी तरह उचित है। यह गलत भी है, और तालिका 6.1 के मापे गए पाठ्यांक बताते हैं कि क्यों।

तालिका 6.1 चित्र 6.3 के श्रेणीक्रम परिपथ के अमीटर पाठ्यांक, और उसी परिपथ में एक तीसरा समान लैम्प जोड़ने पर।

लूप में लैम्प	A ₁	A ₂	A ₃
दो लैम्प	0.20 A	0.20 A	0.20 A
तीन लैम्प	0.14 A	0.14 A	0.14 A

पहली पंक्ति को पढ़िए। तीनों पाठ्यांक समान हैं। इसे दोबारा पढ़िए और निश्चित हो जाइए, क्योंकि यह इस अध्याय का सबसे उपयोगी तथ्य है: **श्रेणीक्रम परिपथ में धारा हर बिंदु पर समान होती है।** वह खपती नहीं, बाँटी नहीं जाती, और लैम्प से गुज़रने पर कमज़ोर नहीं पड़ती। जो बैटरी से निकलता है, वही बैटरी में वापस पहुँचता है।

कुछ भी खपता क्यों नहीं

यहाँ दो अलग बातें आपस में मिला देना आसान है। लैम्प परिपथ से कुछ लेते तो हैं — वे **ऊर्जा** लेते हैं, इसीलिए वे गर्म होते हैं और प्रकाश देते हैं। जो वे नहीं लेते, वह धारा है। धारा लूप में आवेश की गति है, और उस आवेश के पास जाने की कोई और जगह नहीं है: वह तार से बाहर रिस नहीं सकता और लैम्प के भीतर जमा नहीं हो सकता। इसलिए लूप में घूमते हुए ऊर्जा खपती है, और धारा नहीं। परिपथों के बारे में यही सबसे आम भूल है, और अमीटर का पाठ्यांक बताते समय स्वयं को इसके विरुद्ध जाँच लेना चाहिए।

यदि आपको कोई चित्र पकड़ना हो तो साइकिल की चेन सोचिए। पैडल मारिए और पूरी चेन एक साथ चलती है; हर कड़ी उसी दर से चलती है। चेन पहिए तक ऊर्जा पहुँचाती है, पर ऐसा करने में कोई कड़ी खर्च नहीं होती, और आगे जितनी कड़ियाँ चलीं उससे कम कड़ियाँ पीछे नहीं पहुँचतीं। श्रेणीक्रम परिपथ इसी तरह व्यवहार करता है, और इसी कारण से: लूप सतत है और उसमें से कुछ बच नहीं सकता।

अब तालिका की दूसरी पंक्ति पढ़िए। तीसरा लैम्प जोड़ने पर तीनों पाठ्यांक साथ-साथ गिरे, 0.20 A से 0.14 A तक। वे आपस में अब भी बराबर हैं, अर्थात् नियम कायम है — पर सभी पहले से छोटे हैं। लूप में हर अतिरिक्त लैम्प बैटरी के लिए धारा चलाना और कठिन बना देता है, इसलिए लूप में हर जगह धारा घट जाती है। यही कारण है कि श्रेणीक्रम में लैम्प बढ़ाने पर वे मंद पड़ते जाते हैं।

हल किया उदाहरण

प्रश्न। तीन समान लैम्प 4.5 V की बैटरी के साथ श्रेणीक्रम में जुड़े हैं। दूसरे और तीसरे लैम्प के बीच रखा अमीटर 0.14 A पढ़ता है। यदि उस अमीटर को बैटरी और पहले लैम्प के बीच ले जाया जाए तो वह क्या पढ़ेगा?

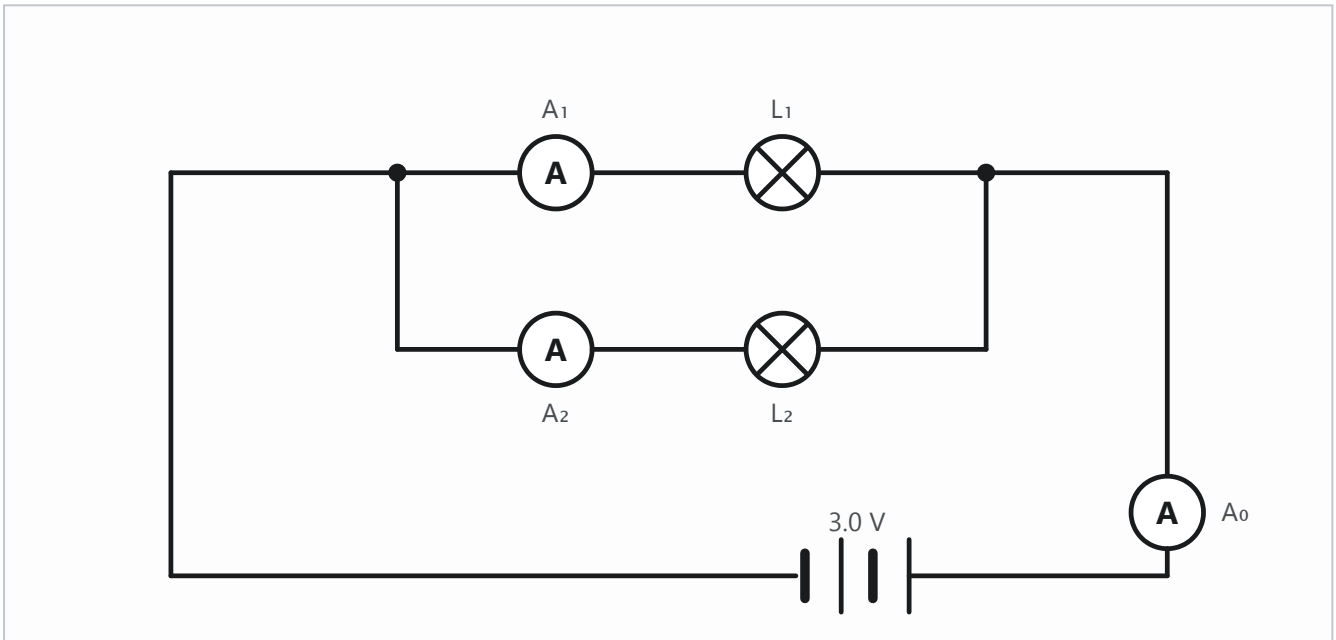
उत्तर। 0.14 A। लैम्प श्रेणीक्रम में हैं, इसलिए पथ एक है और धारा उसके हर बिंदु पर समान है। उसी लूप में अमीटर को दूसरी जगह ले जाने से पाठ्यांक बदल नहीं सकता। ध्यान दीजिए कि प्रश्न में लैम्पों की संख्या और बैटरी का वोल्टेज दिया है, और दोनों की आवश्यकता नहीं है।

6.3 समांतर क्रम में जुड़े घटक

दो लैम्पों को जोड़ने का दूसरा तरीका **समांतर क्रम** कहलाता है। समांतर क्रम में घटक अलग-अलग शाखाओं पर एक-दूसरे के बगल में रखे जाते हैं, जिससे बैटरी से निकली धारा एक संधि पर पहुँचकर उनमें **बँट** जाती है। प्रत्येक लैम्प अपने ही पथ पर होता है। फिर दोनों शाखाओं की धाराएँ दूसरी संधि पर मिलती हैं और बैटरी में लौटने से पहले फिर एक हो जाती हैं।

पिछले खंड की उँगली-जाँच लगाइए और अंतर तुरंत दिखता है। बैटरी के एक टर्मिनल से चलिए तो आपको वापस जाने का एक रास्ता नहीं, दो मिलते हैं, और आपको चुनना पड़ता है। उनमें से एक रास्ते पर पड़ने वाली हर चीज़ दूसरे रास्ते की हर चीज़ के समांतर क्रम में है। संधि-बिंदु वहीं होते हैं जहाँ यह विकल्प खुलता है और फिर बंद होता है — इसीलिए चित्र 6.1 में उन पर ज़ोर दिया गया था।

चित्र 6.4 में उसी 3.0 V बैटरी के साथ समांतर क्रम में दो लैम्प दिखाए गए हैं। प्रत्येक शाखा में एक अमीटर लगाया गया है, और एक तीसरा, A_0 , परिपथ के उस भाग में, जिससे बैटरी तक लौटते समय धारा के हर अंश को गुज़रना ही पड़ता है।



चित्र 6.4 3.0 V की बैटरी के साथ समांतर क्रम में दो लैम्प। संधि-बिंदु बताते हैं कि धारा कहाँ बँटती है और कहाँ फिर मिलती है। A_0 परिपथ के एकल भाग में है, इसलिए वह बैटरी से निकलती पूरी धारा मापता है।

रोज़मर्रा में दोनों में से समांतर क्रम ही अधिक आम है। कमरे की दीवारों के सॉकेट एक-दूसरे के समांतर क्रम में होते हैं, कार की दोनों हेडलाइटें भी, और घर के सभी लैम्प भी। इसके कारण रटने के बजाय समझने योग्य हैं, और अगले दो खंडों से वे स्वयं निकल आएँगे।

तालिका 6.2 चित्र 6.4 के समांतर परिपथ के अमीटर पाठ्यांक — पहले दो समान लैम्पों के साथ, फिर L_2 के स्थान पर दूसरे प्रकार का लैम्प लगाने पर।

लैम्प	A_1 (शाखा 1)	A_2 (शाखा 2)	A_0 (एकल भाग)
दो समान लैम्प	0.30 A	0.30 A	0.60 A
L_2 के स्थान पर मंद लैम्प	0.30 A	0.18 A	0.48 A

पहली पंक्ति लीजिए। दोनों शाखाएँ 0.30 A वहन करती हैं, और परिपथ का एकल भाग 0.60 A। दूसरे शब्दों में, **शाखाओं की धाराएँ जुड़कर बैटरी से बहने वाली धारा बनाती हैं।** "बँटना" इसी का अर्थ है: बैटरी से निकली 0.60 A संधि पर 0.30 A के दो हिस्सों में बँट जाती है, और दोनों हिस्से दूसरी संधि पर मिलकर फिर 0.60 A बन जाते हैं। संधि पर कुछ खोता नहीं और कुछ बनता भी नहीं।

दूसरी पंक्ति यही बात इस तरह कहती है जिसे टालना कठिन है। यहाँ शाखाएँ बराबर नहीं हैं, इसलिए धारा बराबर नहीं बँटती: एक शाखा 0.30 A लेती है और दूसरी 0.18 A। पर $0.30 + 0.18 = 0.48$, और A_0 ठीक यही पढ़ता है। शाखाएँ समान हों या न हों, उनकी धाराएँ जुड़कर बैटरी की धारा ही बनाती हैं।

अब तालिका 6.2 की तुलना तालिका 6.1 से कीजिए, क्योंकि एक और बात उभरती है। श्रेणीक्रम में दोनों समान लैम्पों में 0.20 A थी। समांतर क्रम में प्रत्येक में 0.30 A है। समांतर लैम्प डेढ़ गुनी धारा वहन कर रहे हैं, और यदि आप दोनों परिपथ बनाएँ तो परिणाम स्पष्ट दिखेगा: समांतर क्रम के दो लैम्प उन्हीं दो लैम्पों की तुलना में, श्रेणीक्रम में जुड़े होने पर, स्पष्ट रूप से अधिक चमकीले होते हैं। खंड 6.4 बताता है कि यह अंतर कहाँ से आता है।

उस चमक की कीमत भी है, और A_0 ने वह पहले ही बता दी है। समांतर परिपथ में बैटरी 0.60 A दे रही है, जो श्रेणीक्रम में दी गई 0.20 A की तीन गुनी है। एक और शाखा जोड़ने पर कुल और बढ़ेगा, क्योंकि नई शाखा अपनी धारा लेती है और पहले से मौजूद शाखाओं की धारा घटाती नहीं। इसलिए समांतर क्रम में लैम्प चलाने वाली बैटरी उन्हीं लैम्पों को श्रेणीक्रम में चलाने वाली बैटरी से जल्दी खत्म होती है।

क्रियाकलाप 6.2 — श्रेणीक्रम या समांतर क्रम?

चित्र 6.4 का परिपथ बनाइए और देखिए कि दोनों लैम्प जलते हैं। अब उसे आरंभ से बनाए बिना, केवल एक तार हटाकर दोनों लैम्पों को चित्र 6.3 की तरह श्रेणीक्रम में ले आइए। आपको कौन-सा तार हटाना पड़ा? पहले और बाद की स्थिति का चित्र बनाइए, और प्रत्येक चित्र में संधियाँ अंकित कीजिए। अंत में बताइए कि दोनों में से किस परिपथ में लैम्प अधिक चमकीले थे, और अनुमान लगाइए कि तीसरा लैम्प जोड़ने पर प्रत्येक परिपथ में क्या होगा।

आरेख में अंतर पहचानना

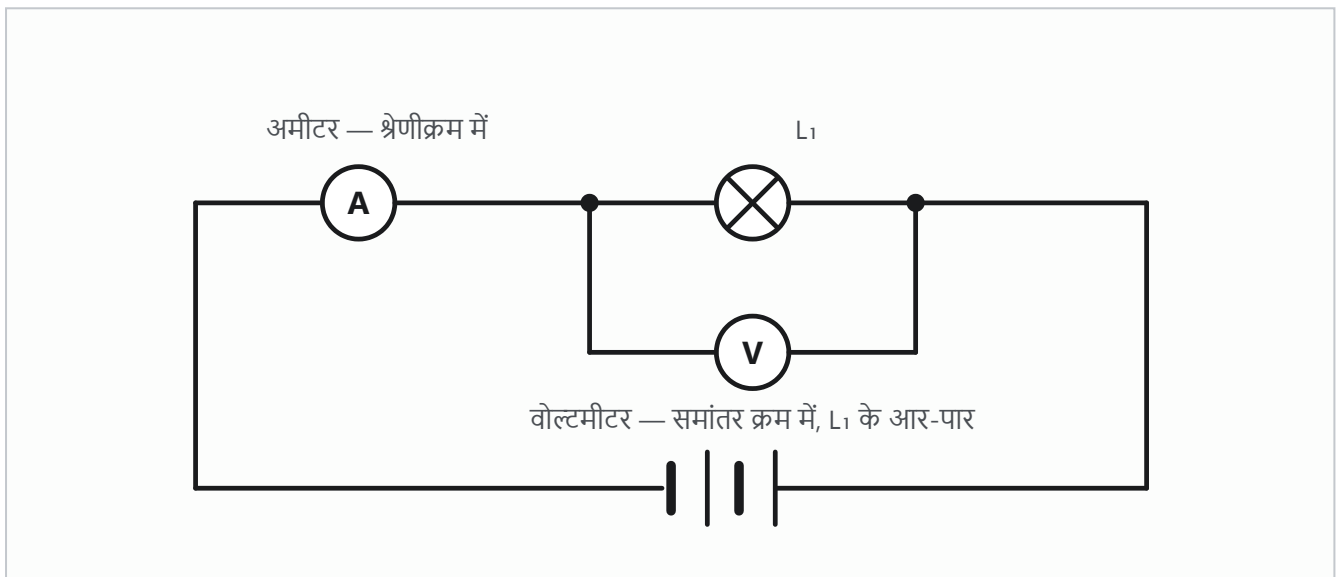
यदि आप जानते हैं कि क्या देखना है तो कुछ भी खोजने की आवश्यकता नहीं। पूछिए: बैटरी से चलकर वापस आने का एक रास्ता है या एक से अधिक? ठीक एक रास्ता होने का अर्थ है कि उस पर पड़े घटक श्रेणीक्रम में हैं। रास्ता बँट जाने का अर्थ है कि अलग शाखाओं पर पड़े घटक समांतर क्रम में हैं। संधि-बिंदु ही सबसे बड़ा संकेत हैं, और अपरिचित आकार में बना आरेख भी इसी प्रश्न से हल हो जाता है।

6.4 धारा और विभवांतर मापना

परिपथों पर दो अलग मीटर प्रयोग होते हैं, और वे दो अलग तरीकों से जोड़े जाते हैं। इन्हें उलट देना प्रयोगशाला में होने वाली सबसे आम व्यावहारिक भूल है, इसलिए दोनों को अलग-अलग नहीं, जोड़े के रूप में सीखना चाहिए।

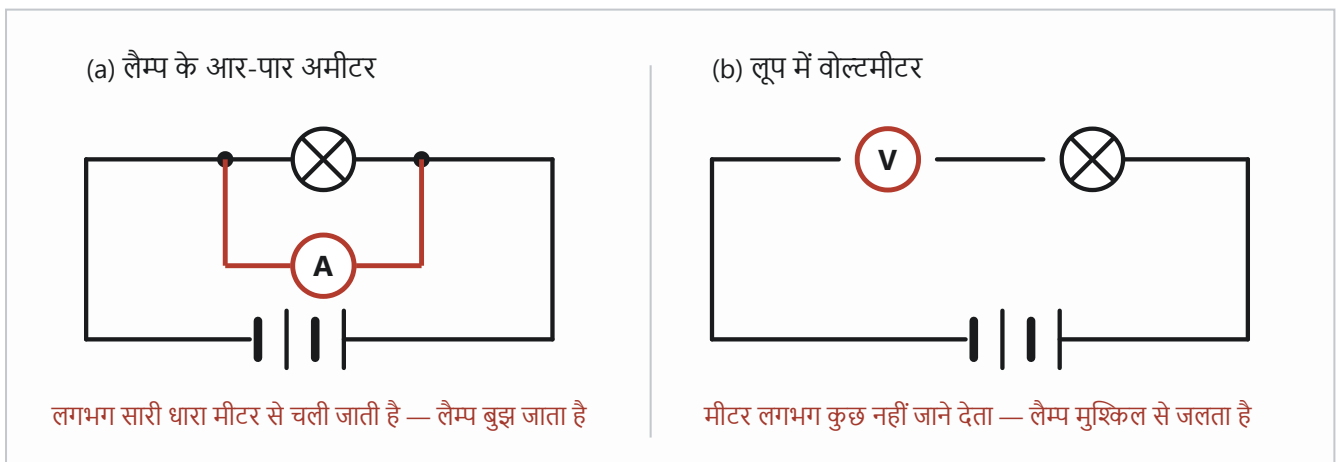
अमीटर किसी घटक से बहने वाली धारा मापता है। मापने के लिए धारा को मीटर से गुजरना पड़ता है, इसलिए अमीटर **श्रेणीक्रम में** जोड़ा जाता है — वह लूप के भीतर, घटक के साथ एक ही पंक्ति में लगता है, ठीक जैसे चित्र 6.3 और 6.4 के अमीटर। उसे लगाने के लिए परिपथ खोलना पड़ता है।

वोल्टमीटर किसी घटक के आर-पार विभवांतर मापता है: उससे गुजरते समय धारा कितनी ऊर्जा छोड़ देती है। यह घटक के एक ओर और दूसरी ओर के बीच की तुलना है, इसलिए वोल्टमीटर **समांतर क्रम में** जोड़ा जाता है — वह घटक के आर-पार लगता है, परिपथ को दो बिंदुओं पर छूता है, और उसे जोड़ने के लिए परिपथ तोड़ना नहीं पड़ता। चित्र 6.5 में एक ही लैम्प पर दोनों मीटर लगे दिखाए गए हैं।



चित्र 6.5 दोनों मीटर परिपथ में कैसे लगते हैं। अमीटर लूप का हिस्सा है; वोल्टमीटर लैम्प के आर-पार पुल की तरह लगता है। केवल अमीटर के लिए परिपथ खोलना पड़ता है।

यह जानना भी उपयोगी है कि इन्हें उलट देने पर क्या होता है — इससे नियम भी समझ आता है और मीटर भी बचता है। दोनों गलत जुड़ाव चित्र 6.6 में दिखाए गए हैं।



चित्र 6.6 दो गलत जुड़ाव। दोनों ठीक नहीं हैं; (a) से अमीटर को क्षति पहुँच सकती है।

चित्र 6.6(a) में अमीटर लूप के बजाय लैम्प के आर-पार लगा दिया गया है। अमीटर धारा को बहुत आसानी से जाने देने के लिए बना होता है, इसलिए वह धारा को लैम्प से कहीं आसान रास्ता दे देता है। लगभग सारी धारा मीटर से चली जाती है, लैम्प बुझ जाता है, और मीटर को अपनी क्षमता से बड़ी धारा से क्षति पहुँच सकती है। चित्र 6.6(b) में वोल्टमीटर लैम्प के आर-पार लगाने के बजाय लूप में लगा दिया गया है। वोल्टमीटर लगभग कोई धारा नहीं जाने देता, इसलिए लूप में उसे लगाने से धारा लगभग रुक जाती है और लैम्प बहुत मुश्किल से जलता है। हर मीटर दूसरे की जगह पर बुरा व्यवहार करता है, और अब आप उसका कारण बता सकते हैं।

अब वोल्टमीटर का ठीक से प्रयोग कीजिए, यह पता करने के लिए कि चमक का अंतर कहाँ से आया। तालिका 6.3 में प्रत्येक लैम्प के आर-पार विभवांतर दिया है — पहले श्रेणीक्रम के दो लैम्पों के लिए, फिर समांतर क्रम के दो के लिए, और दोनों बार वही 3.0 V बैटरी।

तालिका 6.3 प्रत्येक लैम्प के आर-पार विभवांतर, दोनों परिपथों में वही 3.0 V बैटरी लगाकर मापा गया।

परिपथ	L ₁ के आर-पार	L ₂ के आर-पार	बैटरी के आर-पार
श्रेणीक्रम में दो समान लैम्प	1.5 V	1.5 V	3.0 V
श्रेणीक्रम में दो असमान लैम्प	2.0 V	1.0 V	3.0 V
समांतर क्रम में दो समान लैम्प	3.0 V	3.0 V	3.0 V

श्रेणीक्रम परिपथ में प्रत्येक समान लैम्प के आर-पार 1.5 V था, और दोनों जुड़कर बैटरी के 3.0 V बनाते हैं। **श्रेणीक्रम में आपूर्ति का विभवांतर घटकों के बीच बाँटा जाता है।** प्रत्येक लैम्प को बैटरी की दी हुई मात्रा का आधा ही मिला, इसीलिए दोनों मंद थे। दूसरी पंक्ति दिखाती है कि यह बाँटव बराबर होना आवश्यक नहीं — दो असमान लैम्पों ने 2.0 V और 1.0 V लिए — पर हिस्से जुड़कर 3.0 V ही बनते हैं। नियम बराबर बाँटना नहीं, बाँटना है।

समांतर परिपथ में प्रत्येक लैम्प के आर-पार पूरा 3.0 V था। **समांतर क्रम में प्रत्येक शाखा को आपूर्ति का पूरा विभवांतर मिलता है।** प्रत्येक लैम्प ठीक उतनी ही तेज़ी से चलाया जा रहा था जितना वह परिपथ का एकमात्र लैम्प होने पर चलता, इसीलिए दोनों चमकीले थे और प्रत्येक ने श्रेणीक्रम की तुलना में अधिक धारा ली।

विभवांतर को ऊर्जा के कथन के रूप में पढ़ना सहायक होता है। बैटरी प्रत्येक आवेश-इकाई को रास्ते में खर्च करने के लिए एक निश्चित ऊर्जा देती है — 3.0 V के बराबर। श्रेणीक्रम में आवेश-इकाई को अपनी एक ही यात्रा में दोनों लैम्पों से गुज़रना पड़ता है, इसलिए वह अपनी ऊर्जा का कुछ भाग पहले में और शेष दूसरे में खर्च करती है, और दोनों मात्राएँ जुड़कर उतनी ही होनी चाहिए जितनी से उसने शुरू किया था। समांतर क्रम में आवेश-इकाई केवल एक लैम्प से गुज़रकर सीधे बैटरी में लौट आती है, इसलिए वह अपनी पूरी ऊर्जा उसी एक लैम्प में खर्च करती है। समांतर स्थिति में कुछ बाँटा नहीं जा रहा, और ठीक इसीलिए प्रत्येक शाखा को पूरा 3.0 V मिलता है।

हल किया उदाहरण

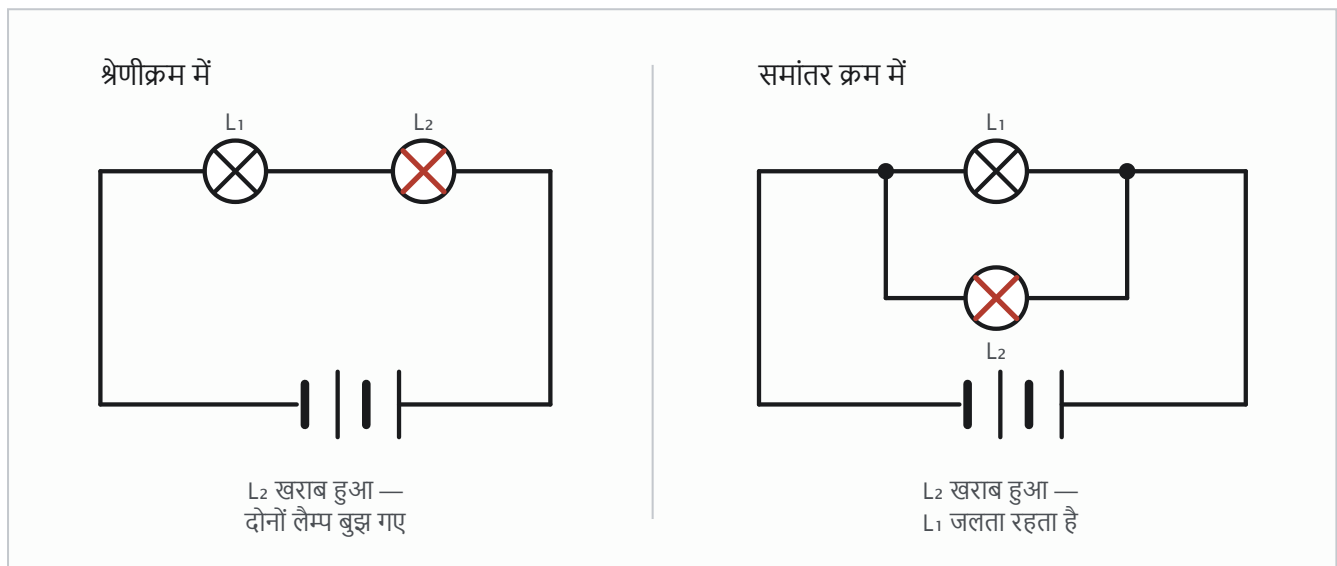
प्रश्न। तीन समान लैम्प 4.5 V की बैटरी के साथ श्रेणीक्रम में जुड़े हैं। प्रत्येक के आर-पार विभवांतर क्या है?

उत्तर। 1.5 V। श्रेणीक्रम में आपूर्ति घटकों के बीच बाँटी जाती है, और तीनों लैम्प समान हैं, इसलिए प्रत्येक को बराबर हिस्सा मिलता है: $4.5 \text{ V} \div 3 = 1.5 \text{ V}$ । जाँच के लिए, तीनों हिस्से जुड़कर बैटरी के 4.5 V बन जाते हैं।

6.5 जब एक लैम्प खराब हो जाए

लैम्प सदा नहीं चलते। प्रत्येक के भीतर एक बहुत पतला तार होता है, जिसे **तंतु** कहते हैं, और धारा गुज़रने पर वही चमकता है। सामान्य उपयोग में वह अत्यधिक गर्म रहता है, और समय के साथ पतला होकर टूट जाता है। टूटे तंतु वाला लैम्प अब ऐसी चीज़ नहीं है जिससे धारा गुज़र सके; वह तारों में बना एक अंतराल बन गया है, कटे तार या खुले स्विच से भिन्न कुछ नहीं।

वह अंतराल शेष परिपथ के साथ क्या करता है, यह पूरी तरह इस पर निर्भर करता है कि लैम्प श्रेणीक्रम में था या समांतर क्रम में — और अध्याय की किसी भी बात से अधिक यही कारण है कि यह भेद जानने योग्य है। चित्र 6.7 में वही खराबी दोनों व्यवस्थाओं में, साथ-साथ दिखाई गई है।



चित्र 6.7 दोनो व्यवस्थाओं में वही खराबी। टूटा तंतु लाल रंग में बनाया गया है। श्रेणीक्रम में वह एकमात्र लूप तोड़ देता है; समांतर क्रम में वह केवल अपनी शाखा तोड़ता है।

बाईं ओर दोनो लैम्प श्रेणीक्रम में हैं और L_2 खराब हो गया है। लूप कभी एक ही था, और L_2 के अंतराल ने उसे तोड़ दिया है, इसलिए परिपथ में कहीं भी धारा नहीं बहती। **दोनों** लैम्प बुझे हैं, उसमें वह भी शामिल है जो अब भी पूरी तरह ठीक है।

क्रियाकलाप 6.3 — अनुमान लगाइए, फिर लैम्प निकालिए

चित्र 6.3 का श्रेणीक्रम परिपथ और चित्र 6.4 का समांतर परिपथ मेज़ पर साथ-साथ बनाइए और दोनो जलाइए। कुछ भी छूने से पहले लिखिए कि यदि किसी परिपथ में एक लैम्प होल्डर से निकाल दिया जाए तो आप क्या होने की अपेक्षा करते हैं। अब श्रेणीक्रम परिपथ में एक लैम्प निकालिए और लिखिए कि दूसरा लैम्प क्या करता है। उसे वापस लगाकर, समांतर परिपथ में एक लैम्प निकालिए और लिखिए कि दूसरा लैम्प क्या करता है।

लैम्प निकालने से ठीक उसी तरह अंतराल बनता है जैसे तंतु टूटने से, इसलिए यह चित्र 6.7 जैसी ही जाँच है और लैम्प खराब होने की प्रतीक्षा नहीं करनी पड़ती। आपके दो अनुमानों में से कौन-सा सही था? यदि कोई गलत था, तो लिखिए किस व्यवस्था ने आपको भ्रमित किया, और क्यों।

श्रेणीक्रम की लड़ी की यही परेशानी है। कहीं भी हुई एक खराबी पूरी लड़ी बुझा देती है, और चूँकि हर लैम्प बराबर अंधेरा है, हर लैम्प बराबर दोषी दिखता है। देखकर यह बताना संभव नहीं होता कि कौन-सा गया है, और उसे खोजने का एकमात्र तरीका है लैम्पों को एक-एक कर जाँचना या बदलना जब तक लड़ी फिर जल न उठे।

चित्र 6.7 की दाईं ओर दोनों लैम्प समांतर क्रम में हैं और L_2 ठीक उसी तरह खराब हुआ है। उसकी अपनी शाखा अब टूटी है, इसलिए उससे कोई धारा नहीं गुजरती और L_2 बुझा है। पर L_1 अलग शाखा पर है, और वह शाखा अछूती है: वह अब भी एक संधि से दूसरी तक बिना अंतराल चलती है। इसलिए L_1 जलता रहता है — और पहले जितनी ही चमक से, क्योंकि उसके आर-पार अब भी बैटरी का पूरा विभवांतर है। खराबी उसी शाखा में सीमित रह गई है जहाँ वह हुई, और खराब लैम्प अकेला अंधेरा होने के कारण स्वयं अपनी पहचान करा देता है।

6.6 घर के परिपथ

घर के कमरों के लैम्प समांतर क्रम में जोड़े जाते हैं, और अब आप बिना बताए इसका कारण बता सकते हैं। प्रत्येक लैम्प अपनी शाखा पर है, इसलिए प्रत्येक को आपूर्ति का पूरा विभवांतर मिलता है और वह पूरी चमक से जलता है, चाहे और कितने ही लैम्प जल रहे हों। प्रत्येक शाखा को उसका अपना स्विच तोड़ सकता है, और इसी कारण आप पूरे घर के लैम्प जलाए बिना रसोई का लैम्प जला सकते हैं। और जब कोई एक लैम्प खराब होता है, तो शेष शाखाएँ अटूट रहती हैं, इसलिए बाकी घर जलता रहता है और अंधेरा लैम्प तुरंत बता देता है कि किसे बदलना है।

इसके स्थान पर उन्हीं लैम्पों को श्रेणीक्रम में जोड़िए और ये तीनों लाभ एक साथ चले जाते हैं। आपूर्ति बाँटी जाएगी, इसलिए हर लैम्प मंद होगा, और कहीं भी एक लैम्प जोड़ने पर बाकी सब और मंद पड़ जाएँगे। एक ही स्विच सब कुछ नियंत्रित करेगा, क्योंकि तोड़ने के लिए लूप एक ही होगा। और सबसे पहले टूटने वाला तंतु घर की हर बत्ती बुझा देगा।

एक चीज़ जो जान-बूझकर श्रेणीक्रम में रखी जाती है

हर चीज़ समांतर क्रम में नहीं होनी चाहिए। फ़्यूज़, और परिपथ का मुख्य स्विच, जान-बूझकर श्रेणीक्रम में रखे जाते हैं — ठीक इसीलिए कि परिपथ के साथ श्रेणीक्रम में लगी कोई भी चीज़ पूरा लूप तोड़ सकती है। जो व्यवहार लैम्पों की लड़ी में परेशानी है, वही सुरक्षा उपकरण के लिए उसे सही चुनाव बनाता है।

परिपथ पढ़ने पर एक अंतिम बात। इस अध्याय का लगभग हर प्रश्न वही दो बातें पूछकर हल हो जाता है: पथ एक है या एक से अधिक, और जिस लूप की बात है वह अटूट है या नहीं?

धारा का मात्रक ऐम्पियर फ़्रांसीसी वैज्ञानिक आंद्रे-मारी ऐम्पियर के नाम पर रखा गया है। अधिकतर विद्यालयी अमीटरों में दो परिसर होते हैं, 0–1 A और 0–5 A। इस अध्याय के सभी पाठ्यांक 0–1 A परिसर पर लिए गए थे।