प्रयोग – 3

उद्देश्य – मीटर सेतु की सहायता से प्रतिरोधकों के संयोजन के नियमों (श्रेणी क्रम/समांतर क्रम) का सत्यापन करना।

उपकरण – मीटर सेतु, सुग्राही धारामापी, दो भिन्न मान के प्रतिरोध, प्रतिरोध बॉक्स, कुंजी, लेक्लांशी सेल, संयोजक तार, रेगमाल कागज आदि।

सिद्धांत – जब दो प्रतिरोध R_1 व R_2 को विद्युत परिपथ में श्रेणीक्रम में जोड़ा जाता है तो तुल्य प्रतिरोध R_S का मान

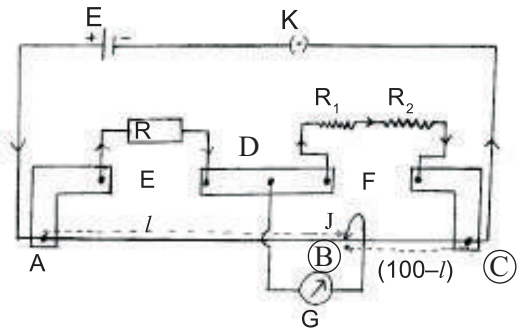
$$R_S = R_1 + R_2 \quad \ldots\ldots (1)$$

जब प्रतिरोध R_1 व R_2 को विद्युत परिपथ में समांतर क्रम में जोड़ा जाता है तो तुल्य प्रतिरोध Rp का मान

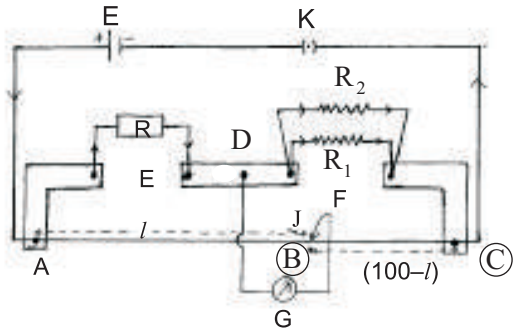
$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \ldots\ldots (2)$$

या

$$R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \ldots\ldots (3)$$



चित्र 3.1 : श्रेणी क्रम में प्रतिरोध



चित्र 3.2 : समांतर क्रम में प्रतिरोध

विधि– 1. रेगमाल कागज से संयोजक तार के सिरों पर रगड़ कर साफ करेंगे। चित्रानुसार विद्युत परिपथ जोड़ेंगे।

2. प्रतिरोध बॉक्स के सभी प्लगों को घुमाकर एवं दबाकर अच्छी तरह कसेंगे जिससे इनमें विद्युत सम्पर्क सही होंगे।

3. प्रारम्भ मे गेप F में क्रमशः R_1 व R_2 को जोड़कर प्रत्येक के लिए शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात करते है।

4. प्रतिरोध बॉक्स में से प्लग निकालकर उसमें उचित मान का प्रतिरोध उत्पन्न करते है। विसर्पी कुंजी को A व C के मध्य मीटर सेतु के तार पर स्पर्श कराकर शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात करते है।

5. प्रतिरोध बॉक्स में से R का मान व तार की लंबाईयां AB व BC नोट करते हैं।

6. R_1 व R_2 को चित्रानुसार श्रेणीक्रम में जोड़कर शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात करते है।

7. प्रतिरोधों के श्रेणीक्रम संयोजन के लिए प्रायोगिक तुल्य प्रतिरोध का मान सारणी द्वारा ज्ञात करेंगे।

8. इस प्रकार प्रतिरोध बाक्स से भिन्न–भिन्न प्रतिरोध के लिए प्रयोग को दोहरायेंगे।

9.अब प्रतिरोधों को चित्रानुसार समांतर क्रम में जोड़कर पुनः प्रयोग को दोहराकर तुल्य प्रतिरोध (R_p) का प्रायोगिक मान ज्ञात करें।

R_1 व R_2 के लिए सारणी

प्रेक्षण – प्रतिरोधों के श्रेणीक्रम व समांतर क्रम संयोजन के लिए सारणी

	क्र.सं.	प्रतिरोध R	शून्य विक्षेप स्थिति में		अज्ञात प्रतिरोध	माध्य
			लम्बाई AB=l	लम्बाई BC=l' $= 100-l$	R_S या R_P $= \frac{R \times l'}{l}$	
R_1 व R_2 श्रेणी क्रम	1. 2.	.....Ω .....Ω	.....सेमी .....सेमी	.....सेमी .....सेमी	.....Ω .....Ω	R'_S=.....Ω
R_1 व R_2 समांतर क्रम	1. 2.	.....Ω .....Ω	.....सेमी .....सेमी	.....सेमी .....सेमी	.....Ω .....Ω	R'_p=.....Ω

गणना– 1. R_1 व R_2 अज्ञात प्रतिरोध है अतः इनको श्रेणीक्रम में जोड़ने पर तुल्य प्रतिरोध का सैद्धांतिक मान

$R_S = R_1 + R_2$ तथा समांतर क्रम में तुल्य प्रतिरोध का सैद्धांतिक मान $R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

2. प्रायोगिक मान R'_s या $R'_P = \frac{R \times l'}{l}$

3. ये सभी मान उपरोक्त सूत्र में रखकर गणना द्वारा ज्ञात करेंगे।

	संयोजन का अपेक्षित सैद्धान्तिक मान	प्राप्त प्रायोगिक मान	अंतर
श्रेणीक्रम संयोजन	$R_S = R_1 + R_2$ Rs=.....+..... = ...Ω	R_S' = ...Ω	$\Delta R_S = R_S - R_S'$ ΔR_S = ...Ω
समांतरक्रम संयोजन	$R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$ = ...Ω	R_P' = ...Ω	$\Delta R_P = R_P - R_P'$ ΔR_P = ...Ω

परिणाम– उपरोक्त सारणी से स्पष्ट है कि प्रतिरोध R_1 व R_2 को क्रमशः श्रेणीक्रम व समांतर क्रम में जोड़ने पर R_s व R_p का सैद्धांतिक व प्रायोगिक मान लगभग बराबर प्राप्त हुआ। चूंकि ΔR_S व ΔR_P का मान अत्यल्प है अतः प्रतिरोधों के श्रेणीक्रम व समांतर क्रम संयोजन नियमों का मीटर सेतु से सत्यापन हुआ।

सावधानियां – 1. उपकरण के सभी टर्मिनलों पर संयोजन एवं प्रतिरोध बॉक्स के प्लग कसे हुए होने चाहिए।

2. विसर्पी कुंजी को मीटर सेतु तार पर अधिक दाब से रगड़कर नहीं खिसकाना चाहिए बल्कि हल्के दाब से स्पर्श कराकर शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात करनी चाहिए।

3. शून्य विक्षेप की स्थिति मीटर सेतु के तार के मध्य क्षेत्र (30 सेमी. से 70 सेमी के बीच) में प्राप्त होनी चाहिए।

4. परिपथ में प्लग कुंजी को पाठ्यांक लेते समय ही लगानी चाहिए।

5. लेक्लांशी सेल में जस्ते की छड़ को केवल पाठ्यांक लेते समय ही विद्युत अपघट्य (घोल) में डालनी चाहिए। जिससे स्थानीय क्रिया–न्यूनतम हो।

मौखिक प्रश्न

1. मीटर सेतु क्या है एवं किस सिद्धांत पर आधारित है?

उ. मीटर सेतु एक ऐसा उपकरण है जिसकी सहायता से दिए गए अज्ञात प्रतिरोध का मान ज्ञात करते है। मीटर सेतु, व्हीटस्टोन सेतु के सिद्धांत पर आधारित है।

2. व्हीटस्टोन सेतु कब अधिकतम सुग्राही होगा?

उ. जब व्हीटस्टोन सेतु की चारों भुजाएं P,Q,R व S का प्रतिरोध लगभग समान कोटि का हो।

3. व्हीटस्टोन सेतु कब संतुलित होगा?

उ. जब व्हीटस्टोन सेतु के बिंदु B व D का विभव समान होगा तो व्हीटस्टोन सेतु संतुलित होगा अर्थात् बिंदु B व D के मध्य विभवांतर शून्य होगा।

अतः $V_B - V_D = 0$ या $V_B = V_D$

इस अवस्था में धारामापी में विक्षेप शून्य होगा।

4 जब व्हीटस्टोन सेतु संतुलित है तो **P,Q,R** व **S** में क्या संबंध है?

उ $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

5. मीटर सेतु के प्रयोग में सेल व धारामापी की स्थितियां परस्पर विनिमय कर दे तो क्या होगा?

उ. यदि सेल व धारामापी की स्थितियां परस्पर विनिमय कर दे तो संतुलन बिंदु अप्रभावित रहेगा। अतः भुजा AC व BD संयुग्मी भुजाएं (Conjugate arms) कहलाती है।

6. मीटर सेतु के तार पर विसर्पी कुंजी को दाब से रगड़कर क्यों नहीं

खिसकाते है?

उ. इससे मीटर सेतु के तार की समांगता समाप्त हो जाती है।

7.. प्रयोग में केवल पाठ्यांक लेते ही समय ही धारा प्रवाहित करते है, लगातार क्यों नहीं?

उ. यदि प्रयोग में लगातार धारा प्रवाह करते है तो उसमें उत्पन्न ऊष्मा के कारण प्रतिरोध का मान बढ जाएगा।

8. मीटर सेतु के तार का काट क्षेत्र (πr^2) समान क्यों होना चाहिए?

उ. यदि मीटर सेतु के तार का काट क्षेत्र असमान है तो उसका एकांक लंबाई का प्रतिरोध भिन्न–भिन्न होगा।

9. किसी चालक के प्रतिरोध **R** व ताप वृद्धि ($\Delta\theta$) में क्या संबंध है?

उ. किसी चालक का (θ_1°C) पर प्रतिरोध R_o व (θ_2°C) पर प्रतिरोध R_θ है तो

$R_\theta = R_0 (1+\alpha \Delta\theta)$

यहां ताप वृद्धि $= \Delta\theta = (\theta_2 - \theta_1)$

प्रतिरोध का तापीय गुणांक $= \alpha$

10. प्रतिरोध के तापीय गुणांक α को R_θ, R_0 व $\Delta\theta$ के रूप में किस प्रकार व्यक्त करेंगे? इसका मात्रक भी लिखिए।

उ. $\alpha = \dfrac{R_\theta - R_0}{R_0 \Delta\theta}$ तथा α का मात्रक प्रति ^0C या $\left(^0C\right)^{-1}$

11. ऐसे पदार्थो को क्या कहते है जिनका ताप बढाने पर प्रतिरोध घटता है? उदाहरण दो।

उ. अर्द्धचालक, उदाहरण– Ge, Si आदि।

12. मीटर सेतु का तार किस धातु का बना होता है। और क्यो?

उ. मीटर सेतु के तार को ऐसे पदार्थ का बनाते है जिसके प्रतिरोध के तापीय गुणांक का मान कम से कम (नगण्य) हो तथा उसकी प्रतिरोधकता अधिकतम हो। अतः मीटर सेतु का तार मेगनिन या कान्स्टेन्टन मिश्र धातु का बनाते है।

13. इसे मीटर सेतु ही क्यों कहते है?

उ. इसमें एक मीटर लंबा प्रतिरोध तार मीटर पैमाने के सहारे लगा होता है तथा यह तार व्हीटस्टोन सेतु की दो अनुपाती भुजाओं का कार्य करता है।

14. मीटर सेतु की सहायता से क्या–क्या ज्ञात किया जा सकता है?

उ. मीटर सेतु की सहायता से ज्ञात किया जा सकता है–

(i) अज्ञात प्रतिरोध (ii) किसी तार का विशिष्ट प्रतिरोध या प्रतिरोधकता

(iii) प्रतिरोधों के संयोजन नियमों का सत्यापन।

15. मीटर सेतु के प्रयोग में धारामापी को क्यों उपयोग में लाते हैं?

उ. मीटर सेतु में धारामापी की सहायता से मीटर सेतु की संतुलित स्थिति को उसके तार

पर संतुलन बिंदु प्राप्त करके ज्ञात करते है।

16. क्या मीटर सेतु का तार तांबे का लिया जा सकता है?

उ. नहीं, तांबे का विशिष्ट प्रतिरोध (प्रतिरोधकता) अत्यल्प होता है तथा प्रतिरोध का तापीय गुणांक अधिक होता है।

17. मीटर सेतु का संशोधित सेतु (ब्रिज) कौनसा है?

उ.. केरीफोस्टर ब्रिज।

18. क्या मीटर सेतु के प्रयोग में संचायक सेल लगा सकते है? आपके उत्तर के समर्थन में तर्क दें।

उ. नहीं, संचायक सेल से प्राप्त धारा की प्रबलता अधिक होती है जिससे ऊष्मा उत्पन्न होकर तार के प्रतिरोध में वृद्धि करेगी।

19. मीटर सेतु में तांबे की मोटी पत्तियां क्यों लगाई जाती है?

उ. ताकि उनका प्रतिरोध नगण्य माना जा सके।

20. मीटर सेतु अधिक सुग्राही किस स्थिति में होता है?

उ. मीटर सेतु की सुग्राहिता सबसे अधिक तब होती है जबकि संतुलन बिंदु तार के लगभग मध्य में होता है।