प्रयोग–4

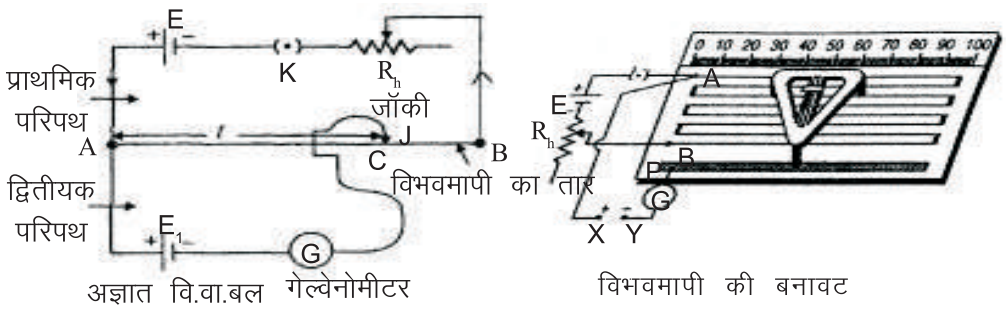
उद्देश्य– विभवमापी द्वारा दिए गए दो प्राथमिक सेलों के विद्युत वाहक बलों की तुलना करना।

उपकरण– विभवमापी, लेक्लांशी सेल, डेनियल सेल, द्विमार्गी कुंजी, धारामापी, सीसा संचायक सेल, धारानियंत्रक, प्लग कुंजी, संयोजक तार, रेगमाल कागज आदि।

उपकरण का वर्णन–

(i) विभवमापी– विभवमापी विभव नापने की एक ऐसी युक्ति है जो विभव का परिशुद्ध मापन करती है। वोल्टमीटर की सहायता से विभवांतर का परिशुद्ध (सही) मान ज्ञात करना संभव नहीं है क्योंकि वोल्टमीटर का प्रतिरोध उच्च होते हुए भी उसका मान सीमित होता है, जिससे मापन के समय उसमें कुछ न कुछ धारा अवश्य प्रवाहित होती है और प्रायोगिक प्रतिरोध के सिरों पर विभवांतर में कमी आ जाती है जिसके कारण मापे गए विभवांतर में त्रुटि आ जाती है। अतः विभवांतर के परिशुद्ध मापन के लिए ऐसा उपकरण होना चाहिए जिसका प्रतिरोध अनन्त हो अर्थात् जो परिपथ में जोड़ने पर बगैर धारा ग्रहण किए विभवांतर माप सके। विभवमापी अविक्षेप विधि पर आधारित उपकरण है। अतः यह अनंत प्रतिरोध के उपकरण की तरह व्यवहार करता है और विभव का सही मापन करता है। अर्थात् विभवमापी आदर्श वोल्टमीटर की तरह कार्य करता है।

(ii) बनावट – विभवमापी में उच्च प्रतिरोधकता व नगण्य प्रतिरोध ताप गुणांक वाला धातु (मैगनीन, कांस्टेन्टन आदि मिश्र धातु) का 10 मीटर लंबा व एक समान व्यास का प्रतिरोध तार एक लकड़ी के आधार पर संबंधक पेच A व B के बीच खिंचा हुआ लगा रहता है। इसका आकार छोटा करने के लिए 10 मीटर लंबे तार को एक–एक मीटर पर नौ बार मोड़कर तनी हुई अवस्था में लकड़ी के आधार पर व्यवस्थित किया जाता है। इन तारों के समांतर में एक मीटर पैमाना लगा होता है। एक जॉकी (एक विसर्पी कुंजी), जो लकड़ी के आधार पर धातु की छड़ पर सरकायी जा सकती है, के द्वारा तार की किसी भी लंबाई पर विद्युत सम्पर्क बनाया जा सकता है।



चित्र 4.1 (अ) व (ब)

सिद्धांत – विभवमापी के सिद्धांतानुसार यदि अज्ञात विभवांतर E_1 तार AB पर विभवपतन से कम हो तो एक बिंदु C इस प्रकार प्राप्त किया जा सकता है कि तार की AC लम्बाई पर विभव पतन का मान अज्ञात विभव (वि.वा.बल) E_1 के तुल्य हो। इस अवस्था में गेल्वेनोमीटर

(धारामापी) में कोई धारा प्रवाहित नहीं होने के कारण शून्य विक्षेप आएगा। अतः विभवमापी द्वारा अज्ञात विभवांतर की तुलना ज्ञात विभवांतर से कर अज्ञात विभवांतर (वि.वा.ब.) का मान यथार्थता से ज्ञात किया जा सकता है।

जब विभवमापी के समान काट क्षेत्र के तार में स्थिर धारा प्रवाहित होती है तो किन्हीं दो बिंदुओं के मध्य विभवांतर V इन बिंदुओं के मध्य लंबाई L के समानुपाती होता है अर्थात् –

$$V \alpha L \quad \text{या} \quad V = \phi L \quad \ldots\ldots (1)$$

यहां ϕ विभवप्रवणता है। ''तार की एकांक लंबाई पर विभव पतन को विभव प्रवणता कहते है।''

विभवमापी के तार की लंबाई बढाने पर विभव प्रवणता का मान कम होगा एवं विभवमापी अधिक सुग्राही होगा।

यदि एक प्राथमिक सेल (लेक्लांशी सेल) का वि.वा.ब. E_1 हो तो धारामापी में अविक्षेप की स्थिति में विभवमापी की संतुलित लंबाई l_1 है तो विभवमापी के सिद्धांत से

$$E_1 = \phi l_1 \quad \ldots\ldots (2)$$

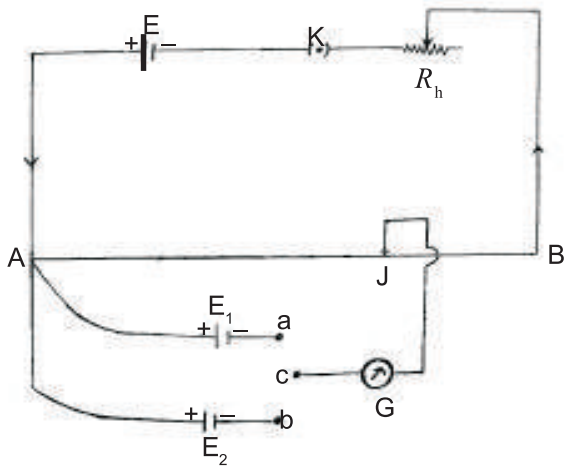
दूसरे प्राथमिक (डेनियल) सेल का वि.वा.ब. E_2 व धारामापी में अविक्षेप स्थिति में विभवमापी की संतुलित लंबाई l_2 है तो

$$E_2 = \phi l_2 \quad \ldots\ldots (3)$$

दोनों प्राथमिक सेलों के वि.वा.बलों की तुलना करने के लिए सभी (2) में (3) का भाग देने पर

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\phi l_1}{\phi l_2}$$

या $$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2} \quad \ldots\ldots (4)$$



चित्र 4.2 : विभवमापी द्वारा दो सेलों के वि.वा. बलों की तुलना

विधि – 1. रेगमाल कागज से संयोजन तार के सिरों को रगड़ कर साफ करेंगे। चित्र 4.2 अनुसार विद्युत परिपथ जोड़ेंगे। सीसा संचायक सेल के धन टर्मिनल को विभवमापी के तार के A सिरे से जोड़ेंगे। सेल के ऋण टर्मिनल को कुंजी व धारा नियंत्रक के साथ श्रेणी क्रम में जोड़ते हुए धारा नियंत्रक के दूसरे सिरे को विभवमापी के तार के B सिरे से जोड़ेंगे। यह परिपथ प्राथमिक परिपथ कहलाता है जो विभवमापी के सभी प्रयोगों में एक समान रहता है। प्राथमिक परिपथ में प्रयुक्त संचायक सेल का वि.वा.ब. सदैव परिपथ में प्रयुक्त अन्य सेलों के वि.वा.ब बलों से अधिक होना चाहिए।

2. अब लेक्लांशी सेल E_1 के ऐनोड (धनात्मक सिरे) को विभवमापी के A बिंदु पर तथा केथोड (ऋणात्मक सिरे) को द्विमार्गी कुंजी के a टर्मिनल से जोड़ेंगे। डेनियल सेल E_2 के धनात्मक सिरे को विभवमापी के A बिंदु पर तथा ऋणात्मक सिरे को द्विमार्गी कुंजी के b टर्मिनल से जोड़ेंगे। द्विमार्गी कुंजी के मध्य बिंदु C को धारा मापी से व धारामापी को विसर्पी कुंजी J से जोड़ेंगे। इसे द्वितीयक परिपथ कहते है।

3. प्राथमिक परिपथ में कुंजी K में प्लग लगाकर द्वितीयक परिपथ में द्विमार्गी कुंजी के a व c के मध्य प्लग लगाते है। विसर्पी कुंजी J को विभवमापी के तार के A सिरे पर स्पर्श कर धारामापी G में विक्षेप की दिशा नोट करते है। अब विसर्पी कुंजी J को विभवमापी के तारे के दूसरे सिरे B पर स्पर्श कर धारामापी में विक्षेप की दिशा नोट करते है। दोनों स्थितियों में धारामापी में विक्षेप विपरीत दिशा में आना चाहिए। यदि विक्षेप विपरीत दिशा में नहीं आता है तो (1) विद्युत परिपथ की जांच करेंगे। (2) सभी टर्मिनलों पर संयोजन कसेंगे। (3) धारानियंत्रक R_h को संमजित कर विक्षेप विपरीत दिशा में प्राप्त करते है।

4. विसर्पी कुंजी J को विभवमापी के तार AB पर स्पर्श कर धारामापी में शून्य विक्षेप की स्थिति प्राप्त करते है। बिंदु A से इस बिंदु की दूरी l_1 नोट करते है। यह दूरी लेक्लांशी सेल E_1 के लिए विभवमापी तार पर संतुलित लंबाई होगी।

5. अब द्विमार्गी कुंजी के a व c के मध्य से प्लग निकालकर c व b के मध्य प्लग लगाते हैं तो डेनियल सेल E_2 परिपथ में होगा। विसर्पी कुंजी को तार AB पर स्पर्श कर पुनः शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात कर संतुलित लंबाई l_2 नोट करते है। पाठ्यांक l_1 व l_2 के एक सेट के लिए धारा नियंत्रक में प्रतिरोध का मान समान रहना चाहिए ताकि प्राथमिक परिपथ में धारा का मान स्थिर रहे।

6. धारा नियंत्रक R_h की स्थिति (प्रतिरोध) परिवर्तित कर पुनः l_1 व l_2 का मान ज्ञात करते है। इस प्रकार धारा नियंत्रक की विभिन्न स्थितियों के लिए संतुलित लम्बाइयों l_1 व l_2 के कम से कम 5 प्रेक्षण सेट लेते है।

7. प्रत्येक सेट के लिए $\frac{l_1}{l_2}$ की गणना करते है।

प्रेक्षण सारणी–

क्र.सं.	विभवमापी तार पर संतुलन लंबाई (मी. में)		$\frac{E_1}{E_2}=\frac{l_1}{l_2}$	माध्य $=\frac{E_1}{E_2}$
	सेल E_1 के लिए	सेल E_2 के लिए		
1.	..... m	..... m		
2.	..... m	..... m		
3.	..... m	..... m		
4.	..... m	..... m		
5.	..... m	..... m		

गणना– सूत्र $\frac{E_1}{E_2}=\frac{l_1}{l_2}$ में l_1 व l_2 का मान रखकर प्रत्येक पाठ्यांक सेट के लिए $\frac{E_1}{E_2}$ की गणना करेंगे।

माध्य $\frac{E_1}{E_2}$ भी ज्ञात करेंगे।

परिणाम – विभवमापी की सहायता से दिए गए दो प्राथमिक (लेक्लांशी व डेनियल) सेलों के वि.वा.बल का अनुपात $\frac{E_1}{E_2}$ =..... प्राप्त हुआ।

सावधानियां – 1. परिपथ में प्रयुक्त सभी सेलों के धन ध्रुव एक ही बिंदु A पर जुड़े होने चाहिए।

2. दोनों सेलों के लिए संतुलित लंबाई लेते समय प्राथमिक परिपथ में धारा अपरिवर्तित रहनी चाहिए।

3. परिपथ में धारा उसी समय प्रवाहित करनी चाहिए जब आवश्यक हो, अन्यथा अविक्षेप बिंदु की स्थिति परिवर्तित होती रहेगी।

4. पाठ्यांक पर्याप्त समयातंराल पर लेने चाहिए ताकि ध्रुवण के कारण सेल के वि.वा.बल में परिवर्तन नही हो।

5. जब सेल काम नहीं आ रहे हो तो जस्ते की छड़ को बाहर निकाल देना चाहिए जिससे स्थानीय क्रिया न्यूनतम हो।

6. संचायक सेल का वि.वा.ब. प्राथमिक सेल के वि.वा.बल से अधिक होना चाहिए। इसके लिए संचायक सेल पूर्ण आवेशित व अधिक क्षमता का होना चाहिए जिससे प्राथमिक परिपथ में धारा स्थिर रह सके तथा विभव प्रवणता भी स्थिर रह सके।

7. विसर्पी कुंजी को विभवमापी के तार पर दबाकर नहीं खिसकाना चाहिए।