प्रयोग संख्या # 04

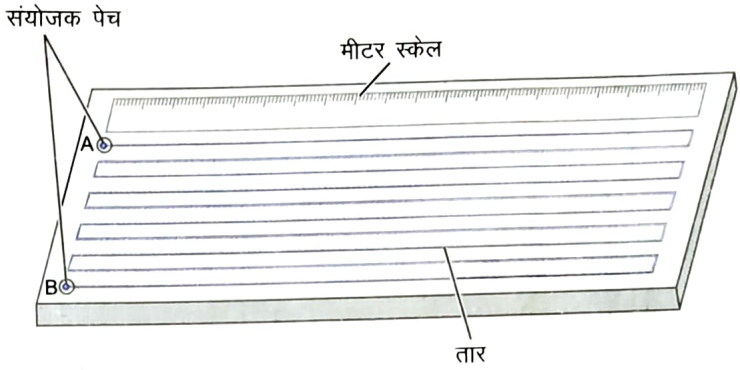
उद्देश्य (Object)—*तापयुग्म का विद्युत वाहक बल ज्ञात करना।*

आवश्यक उपकरण (Apparatus Required)—विभवमापी, ताँबा-लोहा तापयुग्म, तापमापी, बैटरी, उच्च प्रतिरोध बॉक्स, मल्टीमीटर, धारामापी, दो बीकर, कुंजी, ऊष्मक (हीटर) तथा संयोजक तार।

उपकरण का वर्णन (Description of Apparatus)—

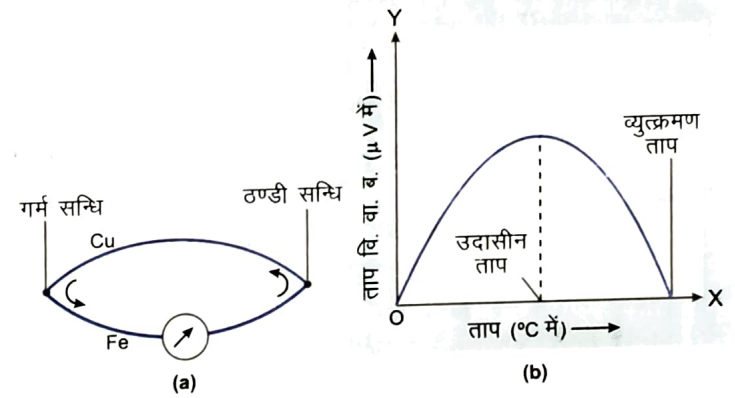
(1) विभवमापी—चित्र 5 में विभवमापी प्रदर्शित है। इसमें एक मिश्र धातु (मैगनिन या कान्सटेण्टन) जिसका विशिष्ट प्रतिरोध उच्च व प्रतिरोध ताप गुणांक

निम्न होता है, का एकसमान अनुप्रस्थ परिच्छेद का तार प्रयुक्त होता है। तार को प्राय: 1–1 मीटर के दस या बारह भागों में विभाजित करके लकड़ी के एक आयताकार तख्ते पर चित्रानुसार व्यवस्थित किया जाता है। तार तख्ते की लम्बाई के समान्तर रहता है तथा प्रत्येक भाग का अन्तिम सिरा, दूसरे भाग के प्रारम्भिक सिरे से ताँबे की मोटी पत्ती द्वारा जुड़ा रहता है। प्रथम तार का प्रारम्भिक सिरा व अन्तिम तार का अन्तिम सिरा दो अलग-अलग संयोजक पेचों से जुड़े होते हैं। तख्ते के ऊपर इन तारों के समान्तर एक मीटर स्केल लगा होता है जिसका शून्य, प्रथम तार के प्रारम्भिक सिरे से शुरू होता है।



चित्र 5

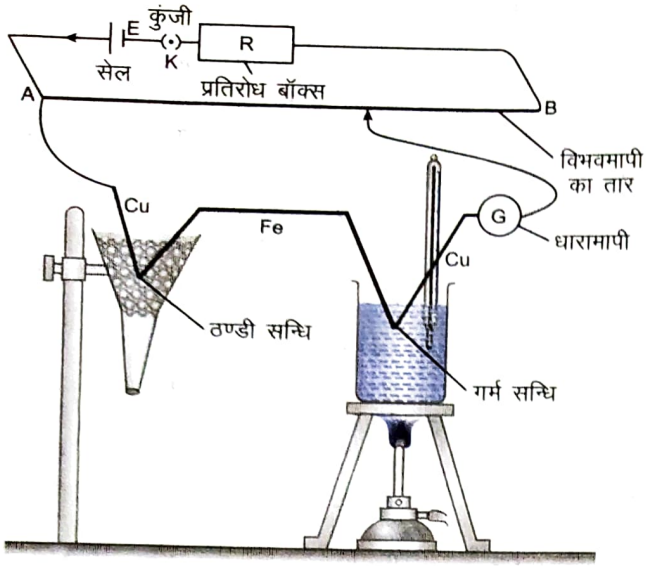
(2) तापयुग्म—यह दो विभिन्न धातुओं (जैसे; लोहा-ताँबा, ताँबा-कान्सटेण्टन आदि) के तारों को जोड़कर बनाया गया बन्द परिपथ होता है। [चित्र 6 (a)]। जब इसकी दोनों सन्धियों को विभिन्न तापों पर रखा जाता है तो परिपथ में एक विद्युत वाहक बल उत्पन्न हो जाता है जिसे ताप वि. वा. ब. कहते हैं। इस ताप वि. वा. ब. के कारण परिपथ में धारा बहती है। किसी तापयुग्म का ताप वि. वा. ब. उसकी सन्धियों के बीच तापान्तर व धातुओं की प्रकृति पर निर्भर करता है।



चित्र 6

जब इसकी एक सन्धि (ठण्डी सन्धि) का ताप स्थिर रखकर दूसरी सन्धि (गर्म सन्धि) के ताप को बढ़ाकर तापान्तर बढ़ाया जाता है, तो ताप वि. वा. ब. बढ़ता जाता है तथा गर्म सन्धि के एक निश्चित ताप पर इसका मान अधिकतम होता है [चित्र 6 (b)]। इस निश्चित ताप को उदासीन ताप कहते हैं तथा यह किसी दिये गये धातुओं के युग्म के लिए स्थिरांक होता है। गर्म सन्धि का ताप उदासीन ताप से और ऊपर बढ़ाने पर ताप-वि. वा. ब. घटने लगता है तथा एक विशेष ताप पर ताप-वि. वा. ब. शून्य हो जाता है। इस ताप को व्युत्क्रमण ताप कहते हैं तथा यह ठण्डी सन्धि के ताप पर निर्भर करता है। इसके बाद गर्म सन्धि का ताप और बढ़ाने पर ताप-वि. वा. ब. की दिशा विपरीत हो जाती है।

सिद्धान्त (Principle)—विभवमापी की सहायता से ताप-वि. वा. ब. को एक सेल के वि. वा. ब. के विरुद्ध सन्तुलित करके इसके वास्तविक मान की गणना की जा सकती है जिसके लिए विभवमापी के तार पर एकांक लम्बाई के लिए विभवपतन ज्ञात होना आवश्यक होता है। इसके लिए माना एक सेल जिसका



चित्र 7

वि. वा. ब. E है, विभवमापी के तार के प्रतिरोध r व प्रतिरोध R के साथ श्रेणीक्रम में जुड़ा है (चित्र 7)। तब

$$\text{विभवमापी के तार में प्रवाहित धारा } I = \frac{E}{R + r}$$

$$\text{विभवमापी के तार पर विभवपतन} = \frac{Er}{R + r}$$

यदि विभवमापी के तार की कुल लम्बाई L है, तो

$$\text{विभवमापी के तार पर एकांक लम्बाई के लिए विभवपतन} = \left(\frac{Er}{R + r}\right) \times \frac{l}{L}$$

अब यदि ताप-वि. वा. बल के लिए विभवमापी के तार पर इसके A सिरे दूरी l पर सन्तुलन बिन्दु प्राप्त होता है, तब सन्धियों के बीच दिये गये किसी तापान्तर के लिए तापयुग्म का ताप-वि. वा. ब.

$$e = \frac{Erl}{(R + r)\,L}$$

उपर्युक्त सूत्र से किसी दिये गये तापान्तर के लिए तापयुग्म का ताप-वि. वा. ब. ज्ञात किया जा सकता है।

प्रयोग विधि (Procedure)—

(1) सबसे पहले चित्र 7 के अनुसार विद्युत परिपथ तैयार करते हैं जिसके लिए सेल के धनात्मक सिरे को विभवमापी के संयोजक पेच A से जोड़ते हैं तथा ऋणात्मक सिरे को, इसके साथ प्रतिरोध बॉक्स R व कुंजी K को श्रेणीक्रम में जोड़कर विभवमापी के संयोजक पेच B से जोड़ देते हैं। अब ताँबा-लोहा के तारों को जोड़कर दो सन्धियाँ बना लेते हैं तथा इन्हें चित्रानुसार एक सन्धि को सादा पानी से भरे बीकर में तथा दूसरी सन्धि को बर्फ से भरे बीकर में डुबाकर रखते हैं। तत्पश्चात् बर्फ में डूबी सन्धि के ताँबे के तार को विभवमापी के संयोजक पेच A से जोड़ देते हैं तथा सादा पानी में डूबी सन्धि के ताँबे के तार को धारामापी से जोड़कर जौकी से जोड़ देते हैं।

(2) अब बीकर में लिए गये सादा पानी को ऊष्मक द्वारा तब तक गर्म करते हैं जब तक कि इसका ताप स्थायी न हो जाए अर्थात् पानी उबलने लगे। उच्च प्रतिरोध बॉक्स से उचित प्रतिरोध का प्लग निकाल देते हैं तथा कुंजी K को बन्द करने के पश्चात् जौकी को विभवमापी के तार पर चलाकर धारामापी में शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात कर लेते हैं। विभवमापी के तार पर इस स्थिति के संगत बिन्दु A से जौकी तक तार की लम्बाई को नोट कर लेते हैं तथा तापमापी द्वारा गर्म जल का ताप नोट कर लेते हैं जो गर्म सन्धि का ताप होता है।

(3) अब बीकर के नीचे से ऊष्मक को हटा देते हैं तथा गर्म पानी को ठण्डा होने देते हैं। 5°C के अन्तराल पर प्रत्येक ताप के लिए विभवमापी के तार की सन्तुलनकारी लम्बाई नोट करते रहते हैं जब तक कि गर्म सन्धि का ताप कमरे के ताप तक न आ जाए।

(4) तत्पश्चात् वोल्टमीटर (या मल्टीमीटर) द्वारा सेल का वि. वा. ब. ज्ञात कर लेते हैं तथा विभवमापी के तार का प्रतिरोध पोस्ट ऑफिस बॉक्स की सहायता से या मल्टीमीटर द्वारा ज्ञात कर लेते हैं।

प्रेक्षण (Observations)—

(1) परिपथ में प्रयुक्त सेल का वि. वा. ब. E = ... वोल्ट

(2) विभवमापी के तार की कुल लम्बाई L = ... सेमी

(3) विभवमापी के तार का प्रतिरोध r = ... ओम

(4) उच्च प्रतिरोध बॉक्स से निकाला गया प्रतिरोध R = ... ओम

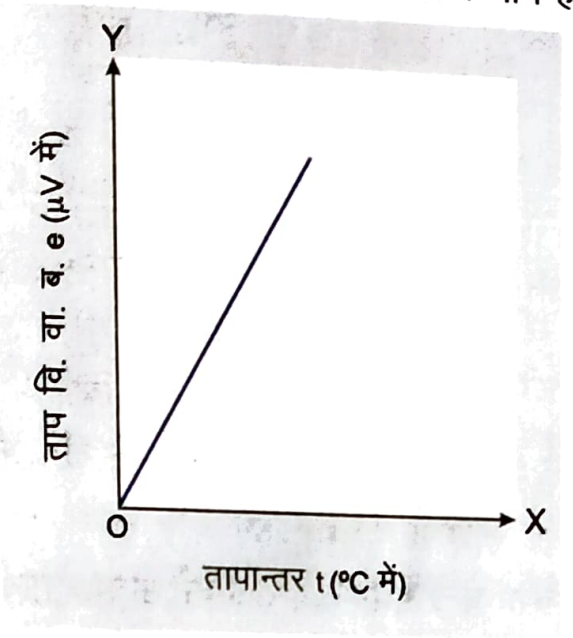
(5) **तापयुग्म की सन्धियों के विभिन्न तापान्तरों के संगत ताप-वि. वा. ब. के लिए सारणी—**

ठण्डी सन्धि का ताप = ... °C

क्रमांक	गर्म सन्धि का ताप (°C में)	तापान्तर (t°C में)	सन्तुलनकारी लम्बाई l (सेमी में)	ताप-वि. वा. ब. $e = \frac{Erl}{(R + r)\,L}$ (माइक्रो वोल्ट में)
1.	...	...	...	...
2.	...	...	...	...
3.	...	...	...	...
4.	...	...	...	...
5.	...	...	...	...
6.	...	...	...	...
7.	...	...	...	...

गणना (Calculation)—प्रेक्षणों से प्राप्त तापान्तर t को X-अक्ष पर तथा ताप-वि. वा. ब. को Y-अक्ष पर लेकर ग्राफ खींचते हैं जो चित्र 8 की भाँति एक सरल रेखा प्राप्त होता है।

नोट—ताँबा-लोहा तापयुग्म के लिए उदासीन ताप 270°C होता है, लेकिन इस प्रयोग में अधिकतम तापान्तर 100°C ही है। अत: चित्र 8 में प्राप्त ग्राफ, चित्र 6 (b) में प्रदर्शित परवलय का प्रारम्भिक सरल रेखीय भाग होता है।



चित्र 8

परिणाम (Result)—दिये गये तापयुग्म (लोहा-ताँबा तापयुग्म) के ताप-वि. वा. ब. तथा तापान्तर के बीच खींचे ग्राफ से तापयुग्म का तापान्तर (...°C) पर वि. वा. ब. = ... μV

सावधानियाँ (Precautions)—

(1) संयोजक तारों के सिरे ठीक से साफ होने चाहिए तथा सभी सम्बन्धन भली-भाँति कसे होने चाहिए।

(2) प्रयोग से पहले तापयुग्म का निरीक्षण ठीक से कर लेना चाहिए तथा यह सुनिश्चित कर लेना चाहिए कि सन्धियों पर तार ठीक से जुड़े हों।

(3) प्रयोग के दौरान परिपथ में प्रयुक्त सेल का वि. वा. ब. स्थिर रहना चाहिए।

(4) उच्च प्रतिरोध बॉक्स से प्रतिरोध इतना निकालना चाहिए कि अधिकतम तापान्तर के लिए सन्तुलन बिन्दु विभवमापी के अन्तिम तार पर हो तथा इसका मान इस प्रकार का होना चाहिए कि गणना सरल हो जाए।

(5) विभवमापी के तार पर एकांक लम्बाई के लिए विभवपतन स्थिर रहे इसके लिए तार में धारा अधिक समय तक नहीं प्रवाहित होनी चाहिए अर्थात् प्रेक्षण लेने के तुरन्त बाद ही कुंजी से प्लग हटा देना चाहिए।

(6) जौकी को तार पर रगड़कर नहीं चलाना चाहिए बल्कि उसे तार से हल्के से स्पर्श कराकर ही धारामापी में शून्य विक्षेप की स्थिति ज्ञात करनी चाहिए।