
श्री फ़ैराडे के पार्थिव चुम्बक-वैद्युत प्रेरण पर: पृथ्वी के चुम्बकत्व से नदियों तथा कम्पनशील तारों में उत्पन्न धाराओं और भूमध्य रेखा पर उनके लुप्त होने के विषय में

श्री फ़ैराडे के पार्थिव चुम्बक-वैद्युत प्रेरण पर: पृथ्वी के चुम्बकत्व से नदियों तथा कम्पनशील तारों में उत्पन्न धाराओं और भूमध्य रेखा पर उनके लुप्त होने के विषय में

M. Corriente, R. Alambre, J. Paralelo

Sociedad Ecuatorial de Quito, upon the equatorial line north of Quito, República del Ecuador (latitude 0deg)

Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito, 1833.

सारांश

12 जनवरी, 1832 को लंदन की रॉयल सोसाइटी के समक्ष पढ़े गए बेकरियन व्याख्यान में श्री माइकल फ़ैराडे ने दिखाया कि पृथ्वी के चुम्बकत्व को काटते हुए चलाए गए चालक में विद्युत धारा उत्पन्न होती है, और बताया कि उन्होंने वाटरलू पुल से एक तार इस उद्देश्य से ताना था कि टेम्स का जल उस चुम्बकत्व से होकर बहते समय ऐसी धारा उत्पन्न करता है या नहीं, इसका पता लगाएँ। धारा का पता उनकी सन्तुष्टि के अनुरूप नहीं चला, किन्तु उसके अस्तित्व पर उन्हें सन्देह नहीं था।

यह सभा देखती है कि पियानोफ़ोर्ट और हार्पसिकॉर्ड के तने हुए तार ऐसे चालक हैं जो प्रत्येक सेकण्ड में कई सौ बार पृथ्वी के चुम्बकत्व को काटते हुए चलते हैं, और इसलिए श्री फ़ैराडे के सिद्धान्त के अनुसार ऐसा प्रत्येक तार एक छोटा वाटरलू पुल है। हम उन्हीं के नियम से दिखाते हैं कि चुम्बकीय बल की दिशा में स्थित तार में, चाहे वह किसी भी प्रकार कम्पित हो, उसकी लम्बाई के अनुदिश कोई धारा उत्पन्न नहीं हो सकती; कि क्षैतिज तार के लिए ऐसी दिशा केवल वहीं मिल सकती है जहाँ नमन-सुई क्षैतिज रहती है; और कि ऐसा केवल चुम्बकीय भूमध्य रेखा पर होता है, अन्यत्र कहीं नहीं। हम मचांगारा नदी के आर-पार ताने गए तार से प्राप्त शून्य परिणाम, जिसे हम वास्तविक मानते हैं, तथा याम्योत्तर की दिशा में और उसके आर-पार तार रखकर की गई पियानोफ़ोर्ट की तुलनाओं का वृत्तान्त देते हैं। हमारा निष्कर्ष है कि भूमध्य रेखा भूमण्डल का एकमात्र स्थान है जहाँ किसी वाद्य के तार श्री फ़ैराडे की धाराओं से पूर्णतः मुक्त रखे जा सकते हैं।

I. श्री फ़ैराडे की खोज के विषय में

श्री फ़ैराडे के प्रयोगों का समाचार इस गणराज्य में, जिसने तीन वर्ष पूर्व अपना नाम उस रेखा से लिया जिस पर यह सभा मिलती है, मुद्रित Transactions के साथ पहुँचा, जो 1832 की शरद ऋतु में ग्वायाकिल आए थे। अपने अनुसंधानों की प्रथम शृंखला में उन्होंने दिखाया कि जब भी किसी तार को इस प्रकार चलाया जाए कि वह चुम्बक के बल को काटे, उसमें विद्युत धारा उत्पन्न होती है; और द्वितीय शृंखला में, जो बेकरियन व्याख्यान बनी, दिखाया कि पृथ्वी स्वयं चुम्बक का कार्य कर सकती है। पृथ्वी के चुम्बकत्व को काटते हुए चलाए गए तार अथवा उसके भीतर घुमाई गई ताँबे की पट्टिका में धारा उत्पन्न होती है, जिसे धारामापी प्रकट करता है।

उन्होंने इससे आगे तर्क किया कि जल चालक होने के कारण, जब पृथ्वी के चुम्बकत्व को काटते हुए बहता है, तो उसमें धारा उत्पन्न होनी चाहिए, जिससे प्रत्येक नदी में एक तट से दूसरे तट तक दुर्बल विद्युत बहनी चाहिए। इसकी परीक्षा के लिए उन्होंने वाटरलू पुल से ताँबे का एक लम्बा तार ताना, धातु की पट्टिकाएँ टेम्स में उतारीं और जनवरी में कई दिनों तक धारामापी के विक्षेप को देखते रहे। जो विक्षेप उन्होंने देखे उनका कारण अपनी पट्टिकाओं की अपूर्णता और जल की अनियमितताएँ माना, और परिणाम का दावा नहीं किया। तथापि उन्होंने सिद्धान्त का त्याग नहीं किया, और हम भी नहीं करते।

II. वाटरलू पुल के रूप में पियानोफ़ोर्ट के विषय में

श्री फ़ैराडे का विषय नदियाँ थीं। इस सभा का विषय संगीत है, और वह देखती है कि संगीत-वाद्य श्री फ़ैराडे के प्रयोग को टेम्स से कहीं अधिक प्रबल रूप में प्रस्तुत करता है।

पियानोफ़ोर्ट का तार खींचे हुए लोहे अथवा पीतल का चालक होता है। आघात पड़ने पर वह पृथ्वी के चुम्बकत्व को काटते हुए पहले एक ओर और फिर दूसरी ओर चलता है: स्वर-विस्तार के मध्य के तारों के लिए एक सेकण्ड में दो या तीन सौ बार और उच्च स्वरों के लिए इससे कहीं अधिक। श्री फ़ैराडे के सिद्धान्त के अनुसार प्रत्येक पारगमन पर उसके अनुदिश धारा उत्पन्न होनी चाहिए। अतः तार केवल कम्पनशील पिण्ड नहीं, अपितु चुम्बक-वैद्युत का एक छोटा यन्त्र है, और उससे उत्पन्न ध्वनि उसमें बहने वाली धारा से पूर्णतः स्वतन्त्र नहीं हो सकती, क्योंकि धारा तार की अपनी ही गति है जो विद्युत में परिवर्तित होकर उससे ले ली गई है।

श्री फ़ैराडे का अपना नियम दिखाता है कि ऐसी धारा कब अवश्य उत्पन्न होगी और कब उत्पन्न नहीं हो सकती। तार के अनुदिश धारा चुम्बकीय बल के केवल उस अंश से उत्पन्न होती है जिसे तार की गति काटती है। यदि तार ठीक चुम्बकीय बल की दिशा में स्थित हो, तो उसकी गति, वह किसी भी दिशा में कम्पित हो, उस बल को तार की अपनी लम्बाई के समकोण पर काटती है, और उसके अनुदिश कोई धारा उत्पन्न नहीं होती। अतः चुम्बकीय बल की दिशा में रखा गया तार श्री फ़ैराडे की धाराओं से पूर्णतः मुक्त है।

III. नमन और भूमध्य रेखा के विषय में

चुम्बकीय बल की दिशा नमन-सुई दिखाती है। यूरोप के उत्तरी भागों में यह तीव्र कोण पर नीचे की ओर संकेत करती है: लंदन में सुई क्षैतिज से लगभग सत्तर अंश नीचे रहती है और पेरिस में लगभग सड़सठ अंश। किसी तार को उस दिशा में केवल उसी कोण पर झुकाकर रखा जा सकता है। पेरिस में जिस पियानोफ़ोर्ट के तार चुम्बकीय बल की दिशा में हों, उसका अनुनाद-पटल फ़र्श से सड़सठ अंश झुका होगा और उच्च स्वरों वाला भाग चुम्बकीय उत्तर की दिशा में भूमि की ओर होगा। सभा यह नहीं मानती कि महाशय एरार और प्लेयेल ऐसे वाद्य बनाएँगे, न ही यह कि पेरिस की महिलाएँ उन्हें बजाना स्वीकार करेंगी।

यात्री जैसे-जैसे भूमध्य रेखा के निकट आता है, नमन घटता जाता है, और चुम्बकीय भूमध्य रेखा पर सुई क्षैतिज रहती है। वहीं, और केवल वहीं, चुम्बकीय बल क्षैतिज होता है, और चुम्बकीय याम्योत्तर में क्षैतिज रखा तार ठीक बल की दिशा में होता है। बैरन फ़ॉन हुम्बोल्ट, जो 1802 में इन प्रान्तों की यात्रा के दौरान कीटो से गुजरे थे, ने पेरू के ऐन्डीज़ में, हमारे कुछ दक्षिण में, चुम्बकीय भूमध्य रेखा का स्थान निर्धारित किया। अपनी नमन-सुई के आधार पर सभा का मत है कि हमारे केन्द्र पर बल लगभग क्षैतिज है, और अन्तर किसी भी श्रोता की पहचान-क्षमता से नीचे है।

इससे सिद्ध होता है कि भूमध्य रेखा भूमण्डल का एकमात्र क्षेत्र है जहाँ साधारण फ़र्श पर समतल खड़े साधारण पियानोफ़ोर्टे के तार श्री फ़ैराडे की धाराओं से मुक्त रखे जा सकते हैं, और उसे केवल इतना घुमाना आवश्यक है कि उसके तार उत्तर-दक्षिण हों।

IV. किए गए प्रयोगों के विषय में

प्रथम, सभा ने श्री फ़ैराडे का प्रयोग अपनी एक नदी पर दोहराया। नगर के नीचे मचांगारा नदी के आर-पार चार सौ varas लम्बा तार का तार ताना गया, दोनों तारों पर तारों की पट्टिकाएँ जल में उतारी गईं और उसे प्रोफ़ेसर श्वाइजर की पद्धति के एक गुणक से जोड़ा गया। दिसम्बर के ग्यारह दिनों में अन्तराल पर प्रेक्षक गुणक की सुई देखते रहे। ऐसा कोई विक्षेप नहीं दिखा जो पट्टिकाओं को जल से उठा लेने पर भी न दिखता हो। श्री फ़ैराडे को टेम्स में कुछ नहीं मिला और उन्होंने दोष अपनी पट्टिकाओं को दिया। सभा को मचांगारा में कुछ नहीं मिला और वह दोष अपनी पट्टिकाओं को नहीं देती, क्योंकि रेखा पर कुछ भी अपेक्षित नहीं था।

द्वितीय, लंदन के एक निर्माता का छह सप्तकों वाला पियानोफ़ोर्टे सभा के केन्द्र में समतल फ़र्श पर रखा गया, पहले उसके तार उत्तर-दक्षिण रखकर और फिर पूर्व-पश्चिम रखकर। मध्य स्वर-विस्तार के एक तार के सिरों को महीन तारों द्वारा गुणक से जोड़ा गया, और प्रेक्षकों के सुई देखते समय उस तार पर बार-बार आघात किया गया। तार पूर्व-पश्चिम रहने पर अधिकांश आघातों में तीन में से दो प्रेक्षकों ने सुई में हल्का कम्पन बताया। तार उत्तर-दक्षिण रहने पर किसी भी प्रेक्षक को किसी भी आघात में कोई कम्पन नहीं दिखा।

तृतीय, ग्यारह सदस्यों की एक मण्डली के समक्ष प्रत्येक स्थिति में उस वाद्य पर मोत्सार्ट की एक रचना का अंश बजाया गया; उन्हें नहीं बताया गया कि कौन-सी स्थिति प्रयुक्त थी। ग्यारह में से सात को उत्तर-दक्षिण स्थिति अधिक रुचिकर लगी, दो को पूर्व-पश्चिम, और दो ने कोई वरीयता नहीं बताई। उन सात में से पाँच ने पसंद की गई स्थिति में स्वर को अधिक गोलाई लिए हुए और तीन ने उसके क्षय को अधिक दीर्घ बताया।

सभा यह दावा नहीं करती कि सुई का कम्पन उस वरीयता का कारण है। वह केवल यह देखती है कि वरीयता और सुई की निश्चलता साथ प्रकट हुई, उसी एक स्थिति में जिसमें श्री फ़ैराडे का सिद्धान्त भूमध्य रेखा पर किसी भी विद्युत् धारा को निषिद्ध करता है, और कम्पन केवल उस स्थिति में प्रकट हुआ जिसमें वह विद्युत् धारा की अनुमति देता है।

V. यूरोप की नदियों के विषय में

जहाँ चुम्बकीय बल नीचे को झुकता है, जैसा यूरोप में सर्वत्र होता है, वहाँ उसे काटते हुए क्षैतिज बहने वाली नदी में एक तट से दूसरे तट तक धारा उत्पन्न होनी चाहिए, और टेम्स में उसे खोजना श्री फ़ैराडे का उचित विचार था। पेरिस की सेन और लंदन की टेम्स सड़सठ और सत्तर अंश के नमन से होकर बहती हैं, और उनके तर्क के अनुसार सभ्य जगत की सर्वाधिक विद्युत्कृत नदियों में होनी चाहिए।

सभा उल्लेख करती है कि पेरिस और लंदन के प्रमुख पियानोफ़ोर्टे-निर्माता अपनी कार्यशालाएँ इन नदियों से थोड़ी ही दूरी पर रखते हैं। वह कोई आरोप नहीं लगाती। वह केवल देखती है कि सेन के किनारे जिस वाद्य के स्वर का गठन किया जाता है, उसका गठन श्री फ़ैराडे की धारा वहन करने वाले एक विशाल और निरन्तर चालक की उपस्थिति में होता है, और सभा की जानकारी में अब तक किसी निर्माता ने उसे मापा नहीं है।

VI. निष्कर्ष

सभा के निष्कर्ष हैं:

प्रथम, कि धातु का प्रत्येक कम्पनशील तार पृथ्वी के चुम्बकत्व को काटते हुए चलता चालक है, और उसमें श्री फ़ैराडे की धारा अवश्य उत्पन्न होगी, सिवाय उस दशा के जब वह चुम्बकीय बल की दिशा में स्थित हो।

द्वितीय, कि क्षैतिज तार चुम्बकीय बल की दिशा में केवल वहीं स्थित हो सकता है जहाँ नमन-सुई क्षैतिज रहती है, अर्थात् चुम्बकीय भूमध्य रेखा पर, और इस सभा का केन्द्र उसके इतना निकट है कि अन्तर सुनाई नहीं दे सकता।

तृतीय, कि भूमध्य रेखा पर प्रत्येक पियानोफ़ोर्टे, हार्पसिकॉर्ड और हार्प को इस प्रकार रखना चाहिए कि उसके तार चुम्बकीय याम्योत्तर में, उत्तर-दक्षिण, हों; और इस प्रकार रखे वाद्य श्री फ़ैराडे की धाराओं से पूर्णतः मुक्त हैं, जैसा अन्यत्र कोई वाद्य नमन के कोण पर झुकाए बिना नहीं हो सकता।

सभा वाटरलू पुल पर श्री फ़ैराडे के प्रयोग की प्रशंसा करती है और ससम्मान सुझाव देती है कि वे उसे भूमध्य रेखा पर दोहराएँ, जहाँ उन्हें ऐसा शून्य परिणाम मिलेगा जिसका दोष उन्हें अपनी पट्टिकाओं को देने की आवश्यकता नहीं होगी।

डिजिटलीकरण पर सम्पादकीय टिप्पणी (2026)

यह शोधपत्र Sociedad Ecuatorial de Quito की जिल्दबन्द Actas में सुरक्षित है और Equatorial Audio अनुसंधान प्रभाग ने 2026 में इसका डिजिटलीकरण और स्पेनी से अनुवाद किया।

फ़ैराडे का बेकरियन व्याख्यान और जनवरी 1832 में वाटरलू पुल पर उनका प्रयास वास्तविक हैं और उनका वर्णन सटीक है; सभा के केन्द्रीय तर्क की भौतिकी भी सही है। चुम्बकीय क्षेत्र से होकर गतिमान चालक के अनुदिश विद्युतवाहक बल गति और क्षेत्र के उस घटक पर निर्भर करता है जो चालक को काटता है, और जब चालक क्षेत्र की दिशा में स्थित हो तो किसी भी गति में यह शून्य हो जाता है। क्षैतिज तार क्षेत्र की दिशा में केवल वहीं स्थित हो सकता है जहाँ क्षेत्र क्षैतिज हो, जो चुम्बकीय, अथवा नमन, भूमध्य रेखा पर होता है। फ़ैराडे का नदी-प्रयोग अन्ततः बीसवीं शताब्दी में प्रमाणित हुआ, जब दिखाया गया कि समुद्री धाराएँ और ज्वार-भाटे मापने योग्य वैद्युत और चुम्बकीय संकेत प्रेरित करते हैं; अब उपग्रह कक्षा से समुद्री ज्वार-भाटों के चुम्बकीय चिह्न का पता लगाते हैं।

सभा ने कीटो में चुम्बकीय भूमध्य रेखा और भौगोलिक भूमध्य रेखा को लगभग एक स्थान पर माना था। 1833 में अन्तर आज की तुलना में कम था। नमन भूमध्य रेखा तब से खिसक गई है और अब कीटो से काफ़ी दक्षिण में ऐन्डीज़ को पार करती है; इस विस्थापन के परिणामों की जाँच डॉ. फ़ेरो ने पहली बार 2003 में की थी। Calibration Équatoriale Paris सेन की निकटता का प्रतिकर देना जारी रखता है।

संदर्भ

- [1] Faraday, M. (1832). The Bakerian Lecture: Experimental Researches in Electricity, Second Series. Terrestrial Magneto-electric Induction. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 163-194. Read 12 January 1832.
- [2] Faraday, M. (1832). Experimental Researches in Electricity. Philosophical Transactions of the Royal Society, 122, 125-162.
- [3] Humboldt, A. de, Biot, J.-B. (1804). Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes. Journal de Physique, 59.
- [4] Schweigger, J. S. C. (1821). Zusätze zu Oersteds elektromagnetischen Versuchen. Journal für Chemie und Physik.
- [5] Sabaka, T. J., Tyler, R. H., Olsen, N. (2016). Extracting ocean-generated tidal magnetic signals from Swarm data through satellite gradiometry. Geophysical Research Letters, 43, 3237-3245. (Cited in the 2026 editorial note.)