
শ্রী ফ্যারাডের পার্থিব চুম্বক-তড়িৎ আবেশ সম্বন্ধে: পৃথিবীর চুম্বকত্ব দ্বারা নদী ও কম্পমান তারে উৎপন্ন প্রবাহ এবং বিষুবরেখায় তাহার বিলোপ

শ্রী ফ্যারাডের পার্থিব চুম্বক-তড়িৎ আবেশ সম্বন্ধে: পৃথিবীর চুম্বকত্ব দ্বারা নদী ও কম্পমান তারে উৎপন্ন প্রবাহ এবং বিদ্যুতের আহার বিলোপ

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.

সারসংক্ষেপ

1832 খ্রিষ্টাব্দের 12 জানুয়ারি লন্ডনের রয়্যাল সোসাইটির সম্মুখে পঠিত বেকেরিয়ান বক্তৃতায় শ্রী মাইকেল ফ্যারাডে দেখান যে, পৃথিবীর চুম্বকত্ব ছেদন করিয়া চালিত পরিবাহীতে তড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হয়, এবং জানান যে টেমসের জল সেই চুম্বকত্বের মধ্য দিয়া প্রবাহিত হইবার সময় তাহাতে এইরূপ প্রবাহ শনাক্ত করিবার উদ্দেশ্যে তিনি ওয়াটারলু সেতু হইতে একটি তার টানিয়াছিলেন। তাঁহার সন্তোষজনকভাবে প্রবাহ পাওয়া যায় নাই, কিন্তু উহার অস্তিত্ব সম্বন্ধে তাঁহার সন্দেহ ছিল না।

এই সভা লক্ষ করে যে, পিয়ানোফোর্টে ও হার্পসিকর্ডের টানা তারগুলি এমন পরিবাহী, যাহা প্রতি সেকেন্ডে কয়েক শত বার পৃথিবীর চুম্বকত্ব ছেদন করিয়া চলে, এবং অতএব শ্রী ফ্যারাডের নীতি অনুসারে এইরূপ প্রত্যেক তার একটি ক্ষুদ্র ওয়াটারলু সেতু। তাঁহার নিজ নিয়ম হইতে আমরা দেখাই যে, চৌম্বক বলের দিক বরাবর অবস্থিত তার যেভাবেই কম্পিত হউক, তাহার দৈর্ঘ্য বরাবর কোনো প্রবাহ উৎপন্ন হইতে পারে না; সমতল তারের জন্য এইরূপ দিক কেবল সেখানেই পাওয়া যায় যেখানে নতি-সূচ সমতল থাকে; এবং উহা চৌম্বক বিদ্যুতের আহারেই ঘটে, অন্য কোথাও নহে। মাচাঙ্গারা নদীর আড়াআড়ি টানা তার হইতে প্রাপ্ত শূন্য ফল, যাহা আমরা প্রকৃত বলিয়া গণ্য করি, এবং মধ্যরেখা বরাবর ও তাহার আড়াআড়ি তার স্থাপিত পিয়ানোফোর্টের তুলনাসমূহের বিবরণ দিই। আমরা সিদ্ধান্ত করি যে, বিদ্যুতের আহার সমগ্র পৃথিবীতে একমাত্র স্থান যেখানে কোনো বাদ্যযন্ত্রের তারসমূহ শ্রী ফ্যারাডের প্রবাহ হইতে সম্পূর্ণ মুক্তভাবে স্থাপন করা যায়।

I. শ্রী ফ্যারাডের আবিষ্কার সম্বন্ধে

শ্রী ফ্যারাডের পরীক্ষার সংবাদ এই প্রজাতন্ত্রে মুদ্রিত Transactions-এর সহিত আসে, যাহা 1832 খ্রিষ্টাব্দের শরৎকালে গুয়ায়াকিলে পৌঁছায়; তিন বৎসর পূর্বে এই প্রজাতন্ত্র তাহার নাম গ্রহণ করিয়াছিল সেই রেখা হইতে, যাহার উপরে এই সভা মিলিত হয়। তাঁহার অনুসন্ধানের প্রথম পর্যায়ে তিনি দেখান যে, যখনই কোনো তার এমনভাবে চালিত হয় যে তাহা চুম্বকের বল ছেদন করে, তখনই তাহাতে তড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হয়; এবং বেকেরিয়ান বক্তৃতার বিষয়ীভূত দ্বিতীয় পর্যায়ে দেখান যে, পৃথিবী স্বয়ং চুম্বকরূপে কাজ করিতে পারে। পৃথিবীর চুম্বকত্ব ছেদন করিয়া চালিত তারে, অথবা উহার মধ্যে ঘূর্ণিত তামার পাত, প্রবাহ উৎপন্ন হয়, যাহা গ্যালভানোমিটার প্রকাশ করে।

তিনি আরও অগ্রসর হইয়া যুক্তি দেন যে, জল পরিবাহী হওয়ায় পৃথিবীর চুম্বকত্ব ছেদন করিয়া প্রবাহিত হইলে তাহাতে তড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হওয়া আবশ্যিক; ফলে প্রত্যেক নদীতে এক তীর হইতে অন্য তীরে ক্ষীণ তড়িৎ বহন হইবার কথা। ইহা পরীক্ষার্থ তিনি ওয়াটারলু সেতু হইতে দীর্ঘ তামার তার টানেন, টেমসে ধাতব পাত নামান এবং জানুয়ারিতে কয়েক দিন গ্যালভানোমিটারের বিক্ষেপ পর্যবেক্ষণ করেন। যে বিক্ষেপ তিনি দেখেন তাহা নিজ পাতগুলির ত্রুটি ও জলের অনিয়মের ফল বলিয়া গণ্য করেন, এবং ফললাভের দাবি করেন নাই। তথাপি তিনি নীতিটি ত্যাগ করেন নাই, আমরাও করি না।

II. ওয়াটারলু সেতুরূপে পিয়ানোফোর্টে সম্বন্ধে

শ্রী ফ্যারাডের বিবেচ্য বিষয় ছিল নদী। এই সভার বিবেচ্য সঙ্গীত, এবং সভা লক্ষ করে যে বাদ্যযন্ত্র শ্রী ফ্যারাডের পরীক্ষাকে টেমস অপেক্ষা বহুগুণ প্রবল রূপে উপস্থাপন করে।

পিয়ানোফোর্টের তার টানা লোহা বা পিতলের পরিবাহী। আঘাত করিলে উহা পৃথিবীর চুম্বকত্ব ছেদন করিয়া প্রথমে এক দিকে, পরে অন্য দিকে চলে; স্বরপরিসরের মধ্যভাগের তারে সেকেন্ডে দুই বা তিন শত বার, এবং উচ্চস্বরের তারে আরও অনেক বার। শ্রী ফ্যারাডের নীতি অনুসারে প্রত্যেক অতিক্রমণে উহার দৈর্ঘ্য বরাবর প্রবাহ উৎপন্ন হওয়া আবশ্যিক। অতএব তার কেবল কম্পমান বস্তু নহে, চুম্বক-তড়িৎের একটি ক্ষুদ্র যন্ত্রও বটে, এবং তাহার ধ্বনি উহার বহনকৃত প্রবাহ হইতে সম্পূর্ণ স্বাধীন হইতে পারে না, কারণ সেই প্রবাহ তারের নিজ গতিই তড়িতে রূপান্তরিত হইয়া উহা হইতে অপহৃত হইয়াছে।

এইরূপ প্রবাহ কখন অবশ্যই উৎপন্ন হইবে এবং কখন হইতে পারে না, শ্রী ফ্যারাডের নিজ নিয়ম তাহা দেখায়। চৌম্বক বলের কেবল সেই অংশই তারের দৈর্ঘ্য বরাবর প্রবাহ উৎপন্ন করে যাহা তারের গতি ছেদন করে। তার যদি চৌম্বক বলের ঠিক দিক বরাবর থাকে, তবে উহা যে দিকেই কম্পিত হউক, তাহার গতি তারের নিজ দৈর্ঘ্যের সমকোণে সেই বল ছেদন করে, এবং দৈর্ঘ্য বরাবর কোনো প্রবাহ উৎপন্ন হয় না। অতএব চৌম্বক বলের দিকে স্থাপিত তার শ্রী ফ্যারাডের প্রবাহ হইতে সম্পূর্ণ মুক্ত।

III. নতি ও বিদ্যুতের আহার সম্বন্ধে

চৌম্বক বলের দিক নতি-সূচ দেখায়। ইউরোপের উত্তরাংশে উহা তীব্রভাবে নিম্নমুখী: লন্ডনে সূচ অনুভূমিকের প্রায় সত্তর ডিগ্রি নীচে থাকে, এবং প্যারিসে প্রায় সাতষট্টি। তারকে সেই দিক বরাবর স্থাপন করিতে হইলে একই কোণে নত করিতে হয়। প্যারিসে কোনো পিয়ানোফোর্টের তার চৌম্বক বল বরাবর থাকিলে উহার অনুবাদফলক মেঝের সহিত সাতষট্টি ডিগ্রি কোণে নত থাকিবে, এবং উচ্চস্বরের দিকটি চৌম্বক উত্তরের অভিমুখে ভূমির দিকে থাকিবে। সভা অনুমান করে না যে, মসিয়ে এরার ও প্লেয়েল এইরূপ বাদ্যযন্ত্র নির্মাণ করিবেন, অথবা প্যারিসের মহিলাগণ উহা বাজাইতে সম্মত হইবেন।

যাত্রী বিদ্যুতের নিকটবর্তী হইলে নতি হ্রাস পায়, এবং চৌম্বক বিদ্যুতের আহার সূচ সমতল থাকে। সেখানে, এবং কেবল সেখানেই, চৌম্বক বল অনুভূমিক, এবং চৌম্বক মধ্যরেখায় সমতলে স্থাপিত তার ঠিক সেই বল বরাবর থাকে। ব্যারন ফন হুমবোল্ট, যিনি এই প্রদেশসমূহে ভ্রমণকালে 1802 খ্রিষ্টাব্দে কীটো অতিক্রম করেন, আমাদের কিছু দক্ষিণে পেরুর আন্দিজে চৌম্বক বিদ্যুতের আহার অবস্থান নির্ণয় করেন। সভা তাহার নিজ নতি-সূচ হইতে মনে করে যে,

আমাদের কেন্দ্রে বল প্রায় সমতল, এবং পার্থক্য কোনো শ্রোতারই অনুভবক্ষমতার মধ্যে পড়ে না।

ইহা হইতে প্রতিপন্ন হয় যে, বিষুবরেখা সমগ্র পৃথিবীর একমাত্র অঞ্চল যেখানে সাধারণ মেঝেতে সমতলে স্থাপিত সাধারণ পিয়ানোফোর্টের তার শ্রী ফ্যারাডের প্রবাহ হইতে মুক্তভাবে স্থাপন করা যায়, এবং কেবল উহাকে এমনভাবে ঘুরাইতে হয় যাহাতে তারগুলি উত্তর-দক্ষিণে থাকে।

IV. সম্পাদিত পরীক্ষাসমূহ সম্বন্ধে

প্রথমত, সভা তাহার নিজস্ব একটি নদীতে শ্রী ফ্যারাডের পরীক্ষা পুনরাবৃত্তি করে। নগরের নীচে মাচাঙ্গারা নদীর আড়াআড়ি চারি শত varas দীর্ঘ তামার তার টানা হয়, উভয় তীরে তামার পাত জলে নামানো হয় এবং প্রফেসর শ্ভাইগারের রীতির এক গুণকের সহিত যুক্ত করা হয়। ডিসেম্বরের এগারো দিন পর্যবেক্ষকগণ অন্তর অন্তর গুণকের সূচের প্রতি দৃষ্টি রাখেন। এমন কোনো বিক্ষেপ দেখা যায় নাই যাহা পাতগুলি জল হইতে তুলিয়া লইলেও দেখা যায় না। শ্রী ফ্যারাডে টেমসে কিছু পান নাই এবং তাঁহার পাতগুলিকে দোষ দিয়াছেন। সভা মাচাঙ্গারায় কিছু পায় নাই এবং তাহার পাতগুলিকে দোষ দেয় না, কারণ রেখায় কিছু প্রত্যাশিতই ছিল না।

দ্বিতীয়ত, লন্ডনের এক নির্মাতার ছয় অক্টেভের পিয়ানোফোর্টে সভার কেন্দ্রে সমতল মেঝেতে রাখা হয়, প্রথমে তারগুলি উত্তর-দক্ষিণে, পরে পূর্ব-পশ্চিমে রাখিয়া। মধ্যস্বরপরিসরের একটি তারের দুই প্রান্ত সুক্ষ্ম তারের সাহায্যে গুণকের সহিত যুক্ত করা হয়, এবং পর্যবেক্ষকগণ সূচ দেখিবার সময় তারটিতে বারংবার আঘাত করা হয়। তারগুলি পূর্ব-পশ্চিমে থাকিলে অধিকাংশ আঘাতে তিনজনের মধ্যে দুইজন পর্যবেক্ষক সূচের মুদু কম্পনের কথা জানান। তারগুলি উত্তর-দক্ষিণে থাকিলে কোনো পর্যবেক্ষক কোনো আঘাতেই কম্পন দেখেন নাই।

তৃতীয়ত, এগারোজন সদস্যের সমাবেশের সম্মুখে বাদ্যযন্ত্রের প্রত্যেক অবস্থানে মোৎসার্টের একটি সঙ্গীতাংশ বাজানো হয়; কোন অবস্থান ব্যবহৃত হইতেছে তাহা তাঁহাদের বলা হয় নাই। এগারোজনের মধ্যে সাতজন উত্তর-দক্ষিণ অবস্থান পছন্দ করেন, দুইজন পূর্ব-পশ্চিম, এবং দুইজন কোনো পছন্দ নাই বলিয়া জানান। সাতজনের মধ্যে পাঁচজন পছন্দের অবস্থানে স্বর অধিক গোলাকার বলিয়া বর্ণনা করেন, এবং তিনজন বলেন স্বরের ক্ষয় অধিক দীর্ঘ।

সভা দাবি করে না যে সূচের কম্পনই পছন্দের কারণ। সভা কেবল লক্ষ করে যে পছন্দ ও সূচের স্থিরতা একসঙ্গে দেখা দিয়াছে, সেই একমাত্র অবস্থানে যাহাতে শ্রী ফ্যারাডের নীতি বিষুবরেখায় যেকোনো তড়িৎপ্রবাহ নিষিদ্ধ করে, এবং কম্পন কেবল সেই অবস্থানেই দেখা দিয়াছে যাহাতে উক্ত নীতি তড়িৎপ্রবাহের অনুমতি দেয়।

V. ইউরোপের নদীসমূহ সম্বন্ধে

যেখানে চৌম্বক বল নত হয়, যেমন ইউরোপের সর্বত্র হয়, সেখানে উহাকে ছেদন করিয়া সমতলে প্রবাহিত নদীতে এক তীর হইতে অন্য তীরে তড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হওয়া আবশ্যিক, এবং টেমসে উহা সন্ধান করিয়া শ্রী ফ্যারাডে যথার্থ কাজ করিয়াছেন। প্যারিসের সেন ও লন্ডনের টেমস যথাক্রমে সাতষট্টি ও সত্তর ডিগ্রি নতির মধ্য দিয়া প্রবাহিত হয়, এবং তাঁহার যুক্তি অনুসারে সভ্য জগতের সর্বাধিক তড়িৎপূর্ণ নদীসমূহের অন্তর্ভুক্ত হওয়ার কথা।

সভা লক্ষ করে যে প্যারিস ও লন্ডনের প্রধান পিয়ানোফোর্টে-নির্মাণাগণ এই নদীগুলি হইতে অল্প দূরত্বের মধ্যে তাঁহাদের কর্মশালা রাখেন। সভা কোনো অভিযোগ করে না। কেবল লক্ষ করে যে, সেনের পাশে যে বাদ্যযন্ত্রের স্বরগুণ নির্ধারিত হয়, তাহা শ্রী ফ্যারাডের প্রবাহবাহী এক বৃহৎ ও অবিচ্ছিন্ন পরিবাহীর উপস্থিতিতে নির্ধারিত হয়, এবং সভার জ্ঞাতসারে কোনো নির্মাতা এখনও উহা পরিমাপ করেন নাই।

VI. সিদ্ধান্তসমূহ

সভা সিদ্ধান্ত করে:

প্রথমত, ধাতুর প্রত্যেক কম্পমান তার পৃথিবীর চুম্বকত্ব ছেদন করিয়া চলমান পরিবাহী, এবং চৌম্বক বলের দিক বরাবর না থাকিলে তাহাতে শ্রী ফ্যারাডের প্রবাহ উৎপন্ন হওয়া আবশ্যিক।

দ্বিতীয়ত, সমতল তার কেবল সেখানেই চৌম্বক বলের দিক বরাবর থাকিতে পারে যেখানে নতি-সূচ সমতল থাকে, অর্থাৎ চৌম্বক বিষুবরেখায়, এবং এই সভার কেন্দ্র তাহার এত নিকটে যে পার্থক্য শ্রবণযোগ্য নহে।

তৃতীয়ত, বিষুবরেখায় প্রত্যেক পিয়ানোফোর্টে, হার্পসিকর্ড ও হার্প এমনভাবে রাখা উচিত যাহাতে উহার তার চৌম্বক মধ্যরেখায় উত্তর-দক্ষিণে থাকে, এবং এইভাবে স্থাপিত বাদ্যযন্ত্র শ্রী ফ্যারাডের প্রবাহ হইতে সম্পূর্ণ মুক্ত, যেমন অন্যত্র কোনো বাদ্যযন্ত্র নতির কোণে কাত না করিয়া হইতে পারে না।

সভা ওয়াটারলু সেতুতে শ্রী ফ্যারাডের পরীক্ষার প্রশংসা করে এবং সসম্মানে প্রস্তাব করে যে তিনি বিষুবরেখায় উহার পুনরাবৃত্তি করুন; সেখানে তিনি এমন শূন্য ফল পাইবেন যাহার কারণরূপে তাঁহার পাতগুলিকে দায়ী করিবার প্রয়োজন হইবে না।

ডিজিটাইজেশন বিষয়ে সম্পাদকীয় টীকা (2026)

এই প্রবন্ধটি Sociedad Ecuatorial de Quito-র বাঁধানো Actas-এ সংরক্ষিত আছে এবং Equatorial Audio গবেষণা বিভাগ 2026 সালে এটি ডিজিটাইজ করে ও স্প্যানিশ থেকে অনুবাদ করে।

ফ্যারাডের বেকেরিয়ান বক্তৃতা ও 1832 সালের জানুয়ারিতে ওয়াটারলু সেতুতে তাঁর প্রচেষ্টা বাস্তব এবং যথাযথভাবে বর্ণিত হয়েছে; সভার কেন্দ্রীয় যুক্তির পদার্থবিদ্যা ও সঠিক। চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে চলমান পরিবাহীর দৈর্ঘ্য বরাবর তড়িচ্চালক বল গতি ও ক্ষেত্রের সেই উপাংশের উপর নির্ভর করে যা পরিবাহীকে ছেদ করে, এবং পরিবাহী ক্ষেত্র বরাবর থাকলে যে-কোনো গতিতেই তা শূন্য হয়। সমতল তার কেবল সেখানেই ক্ষেত্র বরাবর থাকতে পারে

যেখানে ক্ষেত্র সমতল, অর্থাৎ চৌম্বক, বা নতি, বিষুবরেখায়। ফ্যারাডের নদী-পরীক্ষা অবশেষে বিংশ শতাব্দীতে সমর্থিত হয়, যখন দেখানো হয় যে সমুদ্রস্রোত ও জোয়ার-ভাটা পরিমাপযোগ্য বৈদ্যুতিক ও চৌম্বক সংকেত আবিষ্ট করে; উপগ্রহ এখন কক্ষপথ থেকে সামুদ্রিক জোয়ার-ভাটার চৌম্বক স্বাক্ষর শনাক্ত করে।

সভা কীটোতে চৌম্বক বিষুবরেখা ও ভৌগোলিক বিষুবরেখাকে প্রায় সমাপতিত বলে ধরেছিল। 1833 সালে পার্থক্য আজকের তুলনায় কম ছিল। নতি-বিষুবরেখা তারপর থেকে সরে গেছে এবং এখন কীটোর অনেক দক্ষিণে আন্দিজ অতিক্রম করে; এই সরণের পরিণাম ড. ফেরো প্রথম 2003 সালে পরীক্ষা করেন। Calibration Équatoriale Paris সেন-সান্নিধের ক্ষতিপূরণ প্রদান অব্যাহত রেখেছে।

তথ্যসূত্র

- [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.)