



পৃথিবীর কেন্দ্রমণ্ডলে ছয় বছরের টর্শনাল তরঙ্গ এবং স্টুডিও মাস্টার ক্লাকের পুনঃক্যালিব্রেশনের ব্যবধান: জিলা ও সহকর্মীদের (2010) গবেষণার প্রতি প্রতিক্রিয়া

পৃথিবীর কেন্দ্রমণ্ডলে ছয় বছরের টর্নাল তরঙ্গ এবং স্টুডিও মাস্টার ক্লকের পুনঃক্যালিব্রেশনের ব্যবধান: জিলা ও সহকর্মীদের (2010) গবেষণার প্রতি প্রতিক্রিয়া

M. Ferro

Ferro Acoustic Labs, Quito, Ecuador

Ferro Acoustic Labs Technical Bulletin, 2010.

সারসংক্ষেপ

2010 সালের মে মাসে জিলা, জো, কানে এবং ফুর্নিয়ে Nature-এ জানান যে পৃথিবীর তরল কেন্দ্রমণ্ডলে টর্নাল তরঙ্গ প্রবাহিত হয়; এগুলি ঘূর্ণন অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘুরতে থাকা একটির ভিতরে আরেকটি অবস্থিত বেলনগুলির দোলন, যা প্রায় প্রতি ছয় বছরে পুনরাবৃত্ত হয় এবং প্রায় চার বছরে কেন্দ্রমণ্ডল অতিক্রম করে। এই তরঙ্গগুলি গুরুত্বপূর্ণ সঙ্গীত বৈশিষ্ট্য বিনিময় করে এবং দিনের দৈর্ঘ্যে প্রায় এক মিলিসেকেন্ডের দশমাংশ মাত্রার ছয় বছরের দোলনের ব্যাখ্যা দেয়। এগুলির গতিবেগ থেকে আরও বোঝা যায় যে কেন্দ্রমণ্ডলের ভিতরের চৌম্বক ক্ষেত্র পূর্ববর্তী অনুমানে যা বলা হয়েছিল তার চেয়ে অনেক শক্তিশালী।

একটি স্টুডিও মাস্টার ক্লক এমন একটি ঘূর্ণায়মান গ্রহে ক্যালিব্রেট করা হয়, যার ঘূর্ণন, এখন দেখা যাচ্ছে, ছয় বছরের পর্যায়কালে স্পন্দিত হয়। আমরা 2003 থেকে 2010 সাল পর্যন্ত কিতো, বোগোতা এবং লিমার চৌদ্দটি স্টুডিও মাস্টার ক্লকের রক্ষণাবেক্ষণের নথি পরীক্ষা করেছি। বিশ্ববী্য বলয়ের বাইরের নয়টি ক্লকে পুনঃক্যালিব্রেশনের সময় প্রয়োগ করা সংশোধনগুলি দিনের দৈর্ঘ্যের ছয় বছরের সংকেত অনুসরণ করেছে ($r = 0.57$); কিতোর পাঁচটি ক্লকে প্রয়োগ করা সংশোধনগুলি তা করেনি ($r = 0.06$)। আমরা সুপারিশ করছি যে বিশ্ববী্য বলয়ের বাইরের মাস্টার ক্লকগুলি অন্তত প্রতি তিন বছরে, অর্থাৎ টর্নাল পর্যায়কালের অর্ধেক সময়ে, পুনঃক্যালিব্রেট করা হোক, যাতে কোনো ক্লক দুই ক্যালিব্রেশনের মধ্যবর্তী সময়ে পৃথিবীর ঘূর্ণনের ওঠানামার একটি সম্পূর্ণ দোলন অতিক্রম না করে।

1. ভূমিকা

দিনের দৈর্ঘ্য স্থির নয়। জোয়ার-ভাটার ঘর্ষণ ধীরে ধীরে তা বাড়ায়; বায়ুমণ্ডল এবং মহাসাগরগুলি ঋতুভেদে তা এক মিলিসেকেন্ডের ভগ্নাংশ পরিমাণ বদলে দেয়; এবং কয়েক বছর থেকে কয়েক দশকের সময়সীমায় গুরুত্বপূর্ণ ও তার নিচের তরল কেন্দ্রমণ্ডলের মধ্যে কৌণিক ভরবেগ বিনিময়ের সঙ্গে তা পরিবর্তিত হয়। দিনের দৈর্ঘ্যের একটি ছয় বছরের দোলন কিছু কাল ধরে ভূপরিমিতির নথিতে চিহ্নিত হয়েছে, যদিও তার কারণ নিয়ে ঐকমত্য ছিল না।

জিলা ও সহকর্মীরা (2010) এখন একটি কারণ দিয়েছেন। ভূচৌম্বক নথি থেকে উদ্ভূত কেন্দ্রমণ্ডলের প্রবাহের একগুচ্ছ মডেলের বিপরীত বিশ্লেষণ করে তাঁরা কেন্দ্রমণ্ডলে প্রায় প্রতি ছয় বছরে পুনরাবৃত্ত একটি টর্নাল তরঙ্গ চিহ্নিত করেছেন, যার কৌণিক ভরবেগ দিনের দৈর্ঘ্যের ছয় বছরের সংকেতের সঙ্গে দশা এবং বিস্তার উভয় ক্ষেত্রেই মিলে যায়। তরঙ্গটি প্রায় চার বছরে কেন্দ্রমণ্ডল অতিক্রম করে। টর্নাল তরঙ্গ আলফভেন তরঙ্গের একটি রূপ, যা কেন্দ্রমণ্ডলের মধ্য দিয়ে বিস্তৃত চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বাহিত হয়, এবং এর গতিবেগ সেই ক্ষেত্রের শক্তির ওপর নির্ভর করে। চার বছরে অতিক্রম করার অর্থ কেন্দ্রমণ্ডলের ভিতরে কয়েক মিলিটেসলা মাত্রার একটি ক্ষেত্রের উপস্থিতি, যা পূর্ববর্তী অনুমানের তুলনায় বহুগুণ শক্তিশালী।

Ferro Acoustic Labs কোনো ভূ-পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগার নয়, এবং এই বুলেটিন কেন্দ্রমণ্ডলের পদার্থবিজ্ঞানে কোনো অবদান রাখে না। এর প্রশ্ন হলো, পৃথিবীর ঘূর্ণনের ছয় বছরের স্পন্দন এমন একটি যন্ত্রের জন্য কী অর্থ বহন করে, যার কাজ সময় রাখা।

2. ঘূর্ণায়মান গ্রহে ক্লক

একটি স্টুডিও মাস্টার ক্লক হলো একটি কোয়ার্টজ দোলক, একটি বিভাজক শৃঙ্খল এবং একটি ক্যালিব্রেশনের সমন্বয়। নির্দিষ্ট সময়ে এবং স্থানে একটি মানদণ্ডের সঙ্গে তুলনা করে ক্যালিব্রেশন করা হয়, এবং সেই মুহূর্ত থেকে পরবর্তী ক্যালিব্রেশন পর্যন্ত ক্লকটি নিজে চলতে থাকে।

লেখক 2003 সালে চৌম্বক বিশ্ববরেখা নিয়ে একটি টীকায় যুক্তি দিয়েছিলেন যে একটি মানদণ্ডকে তার নিজস্ব স্থানে থাকতে হবে। সময়ের মানদণ্ডের ক্ষেত্রেও একই নীতি প্রযোজ্য। যে গ্রহের ঘূর্ণন পরিবর্তিত হয়, সেই গ্রহে ক্যালিব্রেট করা একটি ক্লকের ক্যালিব্রেশন ওই পরিবর্তনের একটি নির্দিষ্ট দশার অবস্থায় সম্পন্ন হয়। পরিবর্তনটির পর্যায়কাল ছয় বছর হলে, একটি দশায় ক্যালিব্রেট করে তিন বছর ধরে নিজের মতো চলতে দেওয়া ক্লক সেই চক্রের অর্ধেক অতিক্রম করেছে।

একটি কোয়ার্টজ দোলকের নিচের গ্রহের ঘূর্ণন তার ওপর প্রভাব ফেলবে কি না, এই বুলেটিন সেই প্রশ্নের মীমাংসা করে না। এর একমাত্র প্রশ্ন হলো, কর্মরত স্টুডিও ক্লকগুলির রক্ষণাবেক্ষণের নথিতে এমন প্রভাবের কোনো লক্ষণ দেখা যায় কি না।

3. পদ্ধতি

রেকর্ডিং এবং মাস্টারিং প্রতিষ্ঠানের চৌদ্দটি মাস্টার ক্লক অন্তর্ভুক্ত করা হয়েছিল: কিতোতে পাঁচটি, বিশ্ববরেখা থেকে এক ডিগ্রির এক-চতুর্থাংশের মধ্যে; বোগোতায় পাঁচটি, 4.6deg N-এ; এবং লিমায় চারটি, 12.0deg S-এ। সবগুলি পেশাদার ব্যবহারের উপযোগী মানের ছিল, এবং সবগুলিই 2003 থেকে 2010 সাল পর্যন্ত একই রক্ষণাবেক্ষণ কর্মশালায় অনিয়মিতভাবে এক থেকে চার বছরের ব্যবধানে পুনঃক্যালিব্রেট করা হয়েছিল। কর্মশালার নথিতে প্রতিটি পুনঃক্যালিব্রেশনে প্রয়োগ করা কম্পাঙ্ক সংশোধনের পরিমাণ দেওয়া আছে।

প্রতিটি ক্লকের জন্য সংশোধনের ধারাটিকে একই সময়সীমার দিনের দৈর্ঘ্যের নথির ছয় বছরের উপাদানের সঙ্গে তুলনা করা হয়েছিল; পুনঃক্যালিব্রেশনের তারিখগুলিতে নমুনা নেওয়া হয়েছিল। বোগোতা এবং লিমার ক্লকগুলিকে একসঙ্গে বিশ্ববী্য বলয়ের বাইরের ক্লক হিসেবে বিবেচনা করা হয়েছিল।

4. ফলাফল

বিশুবীয় বলয়ের বাইরের নয়টি ক্লকের ক্ষেত্রে পুনঃক্যালিব্রেশনে প্রয়োগ করা সংশোধনগুলি দিনের দৈর্ঘ্যের ছয় বছরের সংকেত অনুসরণ করেছে; 27টি পুনঃক্যালিব্রেশন জুড়ে সম্মিলিত সহসম্বন্ধ ছিল $r = 0.57$ । প্রতিটি শহরেও পৃথকভাবে এই সহসম্বন্ধ ছিল।

কিতোর পাঁচটি ক্লকের ক্ষেত্রে সংশোধনগুলির সঙ্গে দিনের দৈর্ঘ্যের সংকেতের কোনো সম্পর্ক দেখা যায়নি (16টি পুনঃক্যালিব্রেশন জুড়ে $r = 0.06$)। এগুলির গড় পরিমাণ অন্য ক্লকগুলির সংশোধনের তুলনায় কম ছিল এবং এগুলি কেবল স্ফটিকগুলির স্বাভাবিক বার্ষিক্যই দেখিয়েছে।

লেখক দাবি করছেন না যে দিনের দৈর্ঘ্য এক মিলিসেকেন্ডের দশমাংশ পরিবর্তন কর্মশালার খাতায় নথিভুক্ত পরিমাণে একটি কোয়ার্টজ দোলককে সরিয়ে দিতে পারে। তিনি লক্ষ্য করছেন যে সংশোধনগুলির পর্যায়কাল পৃথিবীর ঘূর্ণনের সংকেতের পর্যায়কালের সমান, এগুলি কেবল বিশ্ববরেখা থেকে দূরে দেখা যায়, এবং বিশ্ববরেখার ক্লকগুলি এর প্রতি অসংবেদনশীল ছিল।

5. সুপারিশ

বিশুবীয় বলয়ের বাইরের মাস্টার ক্লকগুলি অন্তত প্রতি তিন বছরে, অর্থাৎ টর্শনাল পর্যায়কালের অর্ধেক সময়ে, পুনঃক্যালিব্রেট করা উচিত, যাতে কোনো ক্লক দুই ক্যালিব্রেশনের মধ্যবর্তী সময়ে ছয় বছরের সংকেতের একটি সম্পূর্ণ দোলন অতিক্রম না করে। কর্মশালার নথিতে বেশ কয়েকটি ক্লকের দুই ক্যালিব্রেশনের মাঝে চার বছর কেটে গিয়েছিল। শেষ ক্যালিব্রেশনের তারিখ ক্লকে নথিভুক্ত করা উচিত।

বিশুবীয় বলয়ের ক্লকগুলি কেবল তাদের স্ফটিকের বার্ষিক্যের জন্যই পুনঃক্যালিব্রেট করা প্রয়োজন। 2011 সালের শুরু থেকে Ferro Acoustic Labs অনুরোধ সাপেক্ষে অন্য স্থানের ক্লকগুলির জন্য বিশ্ববরেখায় পুনঃক্যালিব্রেশনের ব্যবস্থা করবে।

সম্পাদনীয় টীকা (2026)

এই বুলেটিনটি Ferro Acoustic Labs প্রকাশ করেছিল; পরে যে কোম্পানি Equatorial Audio হয়েছিল, তার আগে ড. ম্যাগনাস ফেরো কিতোতে এই পরামর্শদাতা প্রতিষ্ঠান ও কেবল কর্মশালা পরিচালনা করতেন। এটি সেই বুলেটিন সিরিজ থেকে পুনঃপ্রকাশিত হয়েছে। এটি তাঁর লেখাগুলির মধ্যে প্রথম, যার পাঠক হিসেবে ভূ-পদার্থবিজ্ঞানীদের বদলে অডিও শিল্পকে উদ্দেশ্য করা হয়েছিল।

জিলে ও সহকর্মীদের (2010) গবেষণাটি বাস্তব এবং এখানে তার সারাংশ যথাযথভাবে দেওয়া হয়েছে। ছয় বছরের টর্শনাল তরঙ্গ এবং দিনের দৈর্ঘ্যের নথির সঙ্গে তার মিল এখনও সক্রিয় গবেষণার বিষয়। এখানে সুপারিশ করা তিন বছরের ব্যবধান পরে কমানো হয়েছিল: ফেরো, ম্যাগনাসন, তানাকা এবং ফ্লাক্স (2026), ছয় বছরের দোলনের পাশাপাশি দীর্ঘমেয়াদে দিনের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিও বিবেচনা করে, বিশ্ববীয় বলয়ের বাইরের মাস্টার ক্লকগুলির বার্ষিক পুনঃপ্রত্যয়নের সুপারিশ করেন। রক্ষণাবেক্ষণের নথিভিত্তিক গবেষণাটি যেমন নথিভুক্ত হয়েছিল তেমনই পুনঃপ্রকাশিত হয়েছে এবং তা পুনরায় করা হয়নি।

তথ্যসূত্র

- [1] Gillet, N., Jault, D., Canet, E., Fournier, A. (2010). Fast torsional waves and strong magnetic field within the Earth's core. *Nature*, 465, 74-77. <https://doi.org/10.1038/nature09010>
- [2] Braginsky, S. I. (1970). Torsional magnetohydrodynamic vibrations in the Earth's core and variations in day length. *Geomagnetism and Aeronomy*, 10, 1-8.
- [3] Ferro, M. (2003). The Wandering Magnetic Equator and the Case for a Geographic Reference. Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito.