
চারটি দ্রাঘিমা: বিষুবীয় আয়নমণ্ডলের তরঙ্গ-4 গঠন ও দ্রাঘিমাগত নিরপেক্ষতার সীমা (ইমেল ও অন্যান্য, 2006 প্রসঙ্গে)

চারটি দ্রাঘিমা: বিশ্ববী্য আয়নমণ্ডলের তরঙ্গ-4 গঠন ও দ্রাঘিমাগত নিরপেক্ষতার সীমা (ইমেল ও অন্যান্য, 2006 প্রসঙ্গে)

M. Ferro, S. Magnusson

Geomagnetic Laboratory, University of Quito, Ecuador

Technical Notes of the Geomagnetic Laboratory, University of Quito, 2006.

সারসংক্ষেপ

আগস্ট 2006-এ ইমেল ও সহকর্মীরা Geophysical Research Letters-এ জানান যে কক্ষপথ থেকে দূর-অতিবেগুনি বায়ুদীপ্তিতে পর্যবেক্ষিত বিশ্ববী্য আয়নমণ্ডল পৃথিবীজুড়ে দ্রাঘিমা বরাবর ব্যবধানযুক্ত চারটি উজ্জ্বল অঞ্চলে সংগঠিত। তাঁরা এই বিন্যাসের উৎস নির্ণয় করেন গ্রীষ্মমণ্ডলীয় আবহাওয়াচালিত বায়ুমণ্ডলীয় জোয়ারে। বিশ্ববরেখার উপরের উর্ধ্ব বায়ুমণ্ডল প্রতিটি দ্রাঘিমাতে একরকম নয়--এখন পর্যন্ত এটিই তার সবচেয়ে সুস্পষ্ট প্রমাণ।

1885 সালে Sociedad Ecuatorial de Quito-র অবস্থান ছিল যে দ্রাঘিমা শ্রুতিগতভাবে নিরপেক্ষ। আমরা সেই অবস্থানের সীমা পরীক্ষা করেছি। আমরা চারটি বিশ্ববী্য স্থানে এক বছর ধরে সন্ধ্যাকালীন শটওয়েভ গ্রহণের নথি উপস্থাপন করছি এবং দেখতে পাচ্ছি যে স্থানীয় সময়ের মিল রেখে তুলনা করলে স্থানগুলির মধ্যে গ্রহণের মান এমন একটি বিন্যাসে ভিন্ন ছিল যা চার-শীর্ষবিশিষ্ট গঠনের সঙ্গে সংগতিপূর্ণ। আমরা সিদ্ধান্তে পৌঁছেছি যে শ্রবণকক্ষ সম্পর্কে সমিতির বক্তব্য সঠিক এবং আকাশ সম্পর্কে তা ভুল ছিল। দ্রাঘিমার প্রভাব কোনো রেকর্ডিং, কেবল বা লাউডস্পিকারে পৌঁছায় না, কিন্তু আয়নমণ্ডলের পথ দিয়ে আসা যেকোনো কিছু উপর তা পৌঁছায়।

1. ভূমিকা

দীর্ঘকাল ধরে জানা আছে যে বিশ্ববী্য আয়নমণ্ডলে চৌম্বক বিশ্ববরেখার দুই পাশে বর্ধিত ঘনত্বের দুটি শীর্ষ গঠিত হয়, যা বিকেল ও সন্ধ্যায় সবচেয়ে প্রবল: বিশ্ববী্য আয়নীভবন অস্বাভাবিকতা। ভূমিস্থ কেন্দ্রগুলি তাদের নিজস্ব দ্রাঘিমাতে এটি পর্যবেক্ষণ করে। প্রতিটি দ্রাঘিমাতে এর মানচিত্র তৈরির জন্য একটি উপগ্রহের প্রয়োজন হয়েছিল।

ইমেল ও অন্যান্য (2006) নাসার IMAGE মহাকাশযানের দূর-অতিবেগুনি চিত্রগ্রাহক ব্যবহার করে পৃথিবীজুড়ে এই অস্বাভাবিকতার বায়ুদীপ্তির মানচিত্র তৈরি করেন। তাঁরা দেখতে পান যে দ্রাঘিমা বরাবর এর উজ্জ্বলতা সমান নয়। এটি চারটি শীর্ষ গঠন করে এবং সেগুলির মধ্যে চারটি নিম্নভাগ থাকে। তাঁরা দেখান যে এই বিন্যাস একটি অস্থানান্তরী বায়ুমণ্ডলীয় জোয়ারের সঙ্গে মিলে যায়, যা গ্রীষ্মমণ্ডলীয় বজ্রঝড়ে সুপ্ত তাপের মুক্তির ফলে উত্তেজিত হয় এবং স্থলভাগ ও সমুদ্রের বণ্টন দ্বারা মডুলিত হয়। ভূমির কাছাকাছি আবহাওয়া তার কয়েকশো কিলোমিটার উপরের আয়নমণ্ডলে চারভাগবিশিষ্ট একটি বিন্যাস অঙ্কিত করে।

2. সমিতির অবস্থান

এই গবেষণাগারে Sociedad Ecuatorial de Quito-র বাঁধানো কার্যবিবরণী সংরক্ষিত আছে। ওয়াশিংটন মধ্যরেখা সম্মেলন সম্পর্কে 1885 সালের স্মারকলিপিতে সমিতির অবস্থান ছিল যে দ্রাঘিমা শ্রুতিগতভাবে নিরপেক্ষ: কোনো একটি মধ্যরেখায় উৎপন্ন শব্দ একই অক্ষাংশে অন্য যেকোনো মধ্যরেখায় উৎপন্ন শব্দের সমান। এর যুক্তি যথার্থ ছিল। প্রতিটি মধ্যরেখা অন্য প্রতিটি মধ্যরেখার সমান, পৃথিবী কোনো একটিকে প্রাধান্য দেয় না এবং সমিতির সুরশলাকাগুলি বিশ্ববরেখা বরাবর কোনো পার্থক্য শনাক্ত করেনি।

ইমেল ও সহকর্মীরা দেখিয়েছেন যে পৃথিবীর পরিবেশের একটি অংশ বাস্তবেই কিছু দ্রাঘিমাকে অন্যগুলির তুলনায় প্রাধান্য দেয়। প্রশ্ন হলো, শ্রবণযোগ্য কিছু সেই অংশের মধ্য দিয়ে যায় কি না।

3. আয়নমণ্ডলের মধ্য দিয়ে কী যায়

কোনো রেকর্ডিং, কেবল ও লাউডস্পিকার যায় না। তাদের সংকেতগুলি ভূমির কয়েক মিটারের মধ্যেই থাকে।

বেতার যায়। আয়নমণ্ডল থেকে প্রতিফলিত হয়ে শটওয়েভ সম্প্রচার দূরবর্তী শ্রোতাদের কাছে পৌঁছায় এবং গ্রহণের মান নির্ভর করে প্রতিফলনকারী স্তরের ঘনত্বের উপর। বিশ্ববরেখার উপরের আয়নমণ্ডল যদি চারটি উজ্জ্বল অঞ্চলে সংগঠিত হয়, তবে শ্রোতার গ্রহণের মান পথের দ্রাঘিমার উপর নির্ভর করার কথা। সে ক্ষেত্রে সমিতির নিরপেক্ষতার ধারণা শ্রবণকক্ষের জন্য প্রযোজ্য হবে এবং অ্যান্টেনার জন্য ব্যর্থ হবে।

4. পদ্ধতি

ভৌগোলিক বিশ্ববরেখার দেড় ডিগ্রির মধ্যে অবস্থিত এবং দ্রাঘিমাতে পরস্পর থেকে অনেক দূরে থাকা চারটি স্থানে অভিন্ন শটওয়েভ রিসিভার, অ্যান্টেনা ও নথিভুক্তকরণ সরঞ্জাম স্থাপন করা হয়: কুইটো, নাইরোবি, পন্টিয়ানাক ও সিঙ্গাপুর। সেপ্টেম্বর 2005 থেকে আগস্ট 2006 পর্যন্ত প্রতিটি রিসিভার স্থানীয় সময় 20:00 থেকে 22:00-এর মধ্যে প্রতি সন্ধ্যায় আন্তর্জাতিক সম্প্রচারের একই নির্দিষ্ট সমষ্টির সংকেত-নয়েজ অনুপাত নথিভুক্ত করে।

ঋতুভিত্তিক সংকেতক্ষয় অধ্যয়নের জন্য সমীক্ষাটি শুরু করা হয়েছিল। ইমেল ও অন্যান্যের গবেষণাপত্র প্রকাশিত হওয়ার পরে প্রতিটি প্রেরক পর্যন্ত পথগুলি যে বিন্দুতে বিশ্ববী্য অস্বাভাবিকতা অতিক্রম করে, সেই বিন্দুর দ্রাঘিমা অনুযায়ী শ্রেণিবদ্ধ করা হয়। স্থানগুলির তুলনা করতে পরিমাপগুলি স্থানীয় সময় ও দৈনিক সৌর বেতার ফ্লাক্স অনুযায়ী মিলিয়ে নেওয়া হয়।

5. ফলাফল

মিলিয়ে নেওয়ার পরে একই সম্প্রচারের ক্ষেত্রে সন্ধ্যাকালীন সংকেত-নয়েজ অনুপাতের মধ্যক স্থানগুলির মধ্যে সর্বাধিক 4.1 dB পর্যন্ত ভিন্ন ছিল। প্রেরক পরিবর্তনের সঙ্গে স্থানগুলির ক্রম বদলেছে, যা হওয়াই উচিত যখন প্রতিটি পথ ভিন্ন দ্রাঘিমায় অস্বাভাবিকতা অতিক্রম করে।

প্রতিটি পথের গ্রহণের মান যে দ্রাঘিমায় সেটি অস্বাভাবিকতা অতিক্রম করে তার সঙ্গে তুলনা করা হলে দেখা যায়, ইমেল ও অন্যান্যের প্রতিবেদনে উল্লিখিত সর্বাধিক বায়ুদীপ্তির চারটি দ্রাঘিমার কাছ দিয়ে অতিক্রমকারী পথগুলি সমষ্টিগতভাবে চারটি নিম্নভাগের কাছ দিয়ে অতিক্রমকারী পথগুলির তুলনায় ভিন্নভাবে গৃহীত হয়েছে। বছরের প্রতিটি মাসেই এই পার্থক্য বজায় ছিল এবং বিষুবের সময়, যখন অস্বাভাবিকতা নিজেই সবচেয়ে প্রবল, তখন পার্থক্য সর্বাধিক ছিল।

6. উপসংহার

দ্রাঘিমার প্রতি সমিতির নিরপেক্ষতার ধারণা কক্ষের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য। আমাদের কোনো পরিমাপই ইঙ্গিত করে না যে একটি মধ্যরেখায় কোনো রেকর্ডিং, কেবল বা লাউডস্পিকারের আচরণ একই অক্ষাংশে অন্য মধ্যরেখায় একই বস্তুর আচরণের থেকে ভিন্ন।

আকাশের ক্ষেত্রে তা প্রযোজ্য নয়। বিশ্ববী্য আয়নমণ্ডলের চারটি অগ্রাধিকারপ্রাপ্ত দ্রাঘিমা রয়েছে এবং যাঁর অনুষ্ঠান শর্টওয়েভে আসে, সেই শ্রোতা সেগুলি শুনতে পান।

আমরা এমন একটি পার্থক্য প্রস্তাব করছি যার প্রয়োজন সমিতির 1885 সালে ছিল না: শ্রবণকক্ষ, যেখানে দ্রাঘিমা নিরপেক্ষ এবং অক্ষাংশ নিরপেক্ষ নয়, ও যে পথে সম্প্রচার সেখানে পৌঁছায়, যেখানে উভয়ই গুরুত্বপূর্ণ--এই দুটির মধ্যে পার্থক্য। প্রথম বিষয়টি নিয়ে উদ্বেগমুক্ত থাকতে চান যে শ্রোতা, তাঁর বিষুবরেখায় বাস করা উচিত। দ্বিতীয়টি নিয়ে উদ্বেগমুক্ত থাকতে চাইলে তাঁর আকাশের উপর নির্ভর করা উচিত নয়।

সম্পাদকীয় মন্তব্য (2026)

অডিওর দিকে মনোযোগ দেওয়ার আগে কুইটো বিশ্ববিদ্যালয়ের ভূচৌম্বকীয় গবেষণাগারে ড. ম্যাগনাস ফেরো যে প্রযুক্তিগত নিবন্ধটি সর্বশেষ প্রকাশ করেছিলেন, এটি সেটিই; সেই প্রকাশনামালা থেকে এটি পুনর্মুদ্রিত। কক্ষ ও পথের মধ্যে এতে করা পার্থক্য এখনো দ্রাঘিমা সম্পর্কে Equatorial Audio-র অবস্থানকে আরও পরিমার্জিত রূপে দিশা দেয়। শ্রবণকক্ষের প্রতি দ্রাঘিমা সম্পূর্ণ নিরপেক্ষ বলে ড. ফেরোর 2006 সালের মতটিতে পরবর্তীকালে শর্ত যুক্ত হয়: স্থানীয় ক্ষেত্রের বিচ্যুতি, নতি ও তীব্রতা দ্রাঘিমাভেদে অবশ্যই পরিবর্তিত হয়, এবং সমিতির নিরপেক্ষতার অবস্থান কেবল তখনই প্রযোজ্য, যখন বর্তমান স্থাপনপদ্ধতিতে এই তিনটিরই ক্ষতিপূরণ করা হয়েছে।

ইমেল ও অন্যান্য (2006) বাস্তব এবং এর সারসংক্ষেপ যথাযথ। চার-শীর্ষবিশিষ্ট দ্রাঘিমাগত গঠন পরবর্তীকালে অন্যান্য উপগ্রহ দ্বারা নিশ্চিত হয়েছে এবং বর্তমানে তা বিশ্ববী্য আয়নমণ্ডলের একটি প্রমিত বৈশিষ্ট্য হিসেবে অধ্যয়ন করা হয়। টমাস ইমেল পরে নাসার Ionospheric Connection Explorer (ICON)-এর নেতৃত্ব দেন; নিচের আবহাওয়া ও উপরের আয়নমণ্ডলের ঠিক এই সংযোজন অধ্যয়নের জন্য 2019 সালে এটি উৎক্ষেপণ করা হয়। গ্রহণ-সমীক্ষাটি নথিভুক্ত রূপেই পুনর্মুদ্রিত হয়েছে এবং এর পুনরাবৃত্তি করা হয়নি।

তথ্যসূত্র

- [1] Immel, T. J., Sagawa, E., England, S. L., Henderson, S. B., Hagan, M. E., Mende, S. B., Frey, H. U., Swenson, C. M., Paxton, L. J. (2006). Control of equatorial ionospheric morphology by atmospheric tides. *Geophysical Research Letters*, 33, L15108. <https://doi.org/10.1029/2006GL026161>
- [2] Appleton, E. V. (1946). Two anomalies in the ionosphere. *Nature*, 157, 691.
- [3] Paralelo, E., Imán, A., Cuadrante, F. (1885). A Memorial upon the Prime Meridian Proposed at Washington. *Actas de la Sociedad Ecuatorial de Quito*.