চৰাই আৰু ভেকুলী

ফ্রিমেন ডাইছন ● অনুবাদ : প্রিয়াংকুশ ডেকা

অনুবাদক: স্নাতকোত্তৰ প্ৰথম বৰ্ষ, পদাৰ্থবিজ্ঞান বিভাগ, ভাৰতীয় প্ৰযুক্তিবিদ্যা প্ৰতিষ্ঠান গুৱাহাটী

ফ্রিমেন ডাইছন (১৫ ডিচেম্বৰ, ১৯২৩ – ২৮ ফেব্ৰুৱাৰী, ২০২০) আছিল এগৰাকী প্ৰসিদ্ধ ইংৰাজ-আমেৰিকান তাত্ত্বিক পদাৰ্থবিজ্ঞানী, গণিতজ্ঞ আৰু পৰিসংখ্যাবিদ। কোৱাণ্টাম ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব, জ্যোতিৰ্পদাৰ্থবিজ্ঞান, যাদৃচ্ছিক মেট্ৰিক্স্ আদি ক্ষেত্ৰসমূহলৈ আগবঢ়োৱা অৱদান আৰু বহিৰ্বিশ্বৰ সভ্যতা সম্পৰ্কে কৰা অনুমানভিত্তিক চিন্তা-চৰ্চাৰ বাবে তেওঁ সুপৰিচিত।

ইংলেণ্ডত জন্ম গ্ৰহণ কৰা ডাইছনে দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধৰ সময়ত ৰয়েল এয়াৰ ফ'ৰ্ছত এগৰাকী বিজ্ঞানীৰ দায়িত্ব পালন কৰিছিল। ১৯৪৫ চনত তেওঁ কেমব্ৰিজ বিশ্ববিদ্যালয়ৰ পৰা গণিতত বিএ ডিগ্ৰী লাভ কৰিছিল। ১৯৪৭ চনত তেওঁ আমেৰিকাৰ কৰ্নেল বিশ্ববিদ্যালয়লৈ যায়, আৰু তাত হানছ্ বেথে আৰু ৰিচাৰ্ড ফাইনমেনৰ দৰে বিজ্ঞানীৰ লগত কাম কৰাৰ সুযোগ পায়। ডাইছনে বিজ্ঞানৰ ক্ষেত্ৰখনত আগবঢ়োৱা সবাতোকৈ ডাঙৰ অৱদান হৈছে– ফাইনমেন, ছুৱিংগাৰ আৰু টম'নাগাই পৃথকধৰণে আগবঢ়োৱা কোৱাণ্টাম বিদ্যুৎগতিবিজ্ঞানৰ তত্ত্বক তেওঁ একত্ৰীকৰণ কৰিছিল। পৰৱৰ্তী সময়ত এই আৱিষ্কাৰৰ বাবেই তিনিওগৰাকী বিজ্ঞানীয়ে যুটীয়াভাৱে পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ নোবেল বঁটা লাভ কৰিছিল।

ডাইছনে তেওঁৰ শিক্ষাজীৱনত ডক্টৰেট ডিগ্ৰী সম্পূৰ্ণ কৰা নাছিল। কিন্তু তেওঁৰ গৱেষণাৰ গুৰুত্বৰ বাবেই কৰ্নেল বিশ্ববিদ্যালয়ে তেওঁক ১৯৫১ চনত অধ্যাপকৰ পদ যাচিছিল। ইয়াৰ দুবছৰ পাছত তেওঁ প্ৰিন্সটনৰ ইনষ্টিটিউট ফৰ এডভাঞ্চড্ ষ্টাডীত (IAS) পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ অধ্যাপক হিচাপে নিযুক্তি লাভ কৰিছিল। এসময়ত আইনষ্টাইনৰ দৰে প্ৰখ্যাত বিজ্ঞানীৰ গৱেষণাস্থলী এই প্ৰতিষ্ঠানখনতে ডাইছনে জীৱনৰ পৰৱৰ্তী কালছোৱা কটায়।

তেওঁৰ গৱেষণাৰ পৰিধি পাছলৈ নিউক্লীয় শক্তি উৎপাদন কেন্দ্ৰ, কঠিন অৱস্থাৰ পদাৰ্থবিজ্ঞান, লৌহ চুম্বকত্ব, জ্যোতিৰ্পদাৰ্থবিজ্ঞান, জীৱবিজ্ঞান আদি বিভিন্ন ক্ষেত্ৰলৈ প্ৰসাৰিত হৈছিল। তেওঁৰ গৱেষণাৰাজি আৰু তেওঁ আগবঢ়োৱা ধাৰণাসমূহৰ ভিত্তিত বহু বৈজ্ঞানিক পৰিভাষাও ব্যৱহাৰ হৈ আহিছে। যেনে– ডাইছন গোলক, ডাইছন বৃক্ষ, ডাইছন সমীকৰণ, ডাইছন শ্ৰেণী, ডাইছন সংকাৰক, ইত্যাদি। বহিৰ্বিশ্বত প্ৰাণীৰ সন্ধান, আৰু সৌৰজগত আৰু ইয়াৰ বাহিৰত কেনেকৈ মানুহৰ উপনিৱেশ স্থাপন কৰিব পাৰি, সেয়া তেওঁৰ আন এক আগ্ৰহৰ বিষয় আছিল। বহিৰ্বিশ্বত বুদ্ধিমান প্ৰাণী সন্ধানৰ উপায় সম্পৰ্কে তেওঁ দীৰ্ঘদিন ধৰি অধ্যয়ন কৰিছিল।

ডাইছন ৰয়েল চছাইটিৰ সভ্য ৰূপে নিৰ্বাচিত হৈছিল। তেওঁ আমেৰিকাৰ নেশ্বনেল একাডেমী অব চায়েন্সৰো এগৰাকী সদস্য আছিল। সাধাৰণ পঢ়ুৱৈক উদ্দেশ্যি তেওঁ বহুকেইখন মনোগ্ৰাহী গ্ৰন্থ ৰচনা কৰিছিল। এইসমূহৰ ভিতৰত *Disturbing the Universe* (১৯৭৯), *Weapons and Hope* (১৯৮৪), *Origins of Life* (১৯৮৫), *Infinite in All Directions* (১৯৮৮), *Imagined Worlds* (১৯৯৮), *The Sun, the Genome & the Internet: Tools of Scientific Revolutions* (১৯৯৯) আদি উল্লেখযোগ্য। তেওঁ লিখা বিভিন্ন গ্ৰন্থ সমীক্ষা আৰু অন্যান্য নিবন্ধ সম্বলিত *The Scientist as Rebel* (২০০৬) আন এখন গুৰুত্বপূৰ্ণ গ্ৰন্থ।

‘গণিত বিকাশ’ৰ এই সংখ্যাত অনুদিত মূল ‘Birds and Frogs’ শীৰ্ষক প্ৰবন্ধটো ডাইছনে আমেৰিকান মেথমেটিকেল চছাইটিৰ ২০০৮ বৰ্ষৰ ‘আইনষ্টাইন বক্তৃতা’ত দিবলগীয়া ভাষণৰ লিখিত ৰূপ। ঘটনাক্ৰমে সেই বৰ্ষৰ বক্তৃতানুষ্ঠানটো বাতিল কৰা হৈছিল। পাছত, বিখ্যাত পত্ৰিকা ‘Notices of the American Mathematical Society’ৰ ২০০৯ চনৰ ফেব্ৰুৱাৰী সংখ্যাত প্ৰবন্ধটো প্ৰকাশ পাইছিল (Freeman Dyson, “Birds and Frogs.” *Notices Amer. Math. Soc.* 56 (February 2009), 212-223. © 2009 by the American Mathematical Society.)। ‘গণিত বিকাশ’ত প্ৰকাশৰ উদ্দেশ্যে প্ৰবন্ধটো অসমীয়ালৈ অনুবাদ কৰিবলৈ অনুমতি বিচাৰি ড° মঞ্জিল পি. শইকীয়াই আমেৰিকান মেথমেটিকেল চছাইটিৰ সৈতে যোগাযোগ কৰিছিল। আমেৰিকান মেথমেটিকেল চছাইটিৰ কৰ্তৃপক্ষই সাদৰেৰে অনুমতি প্ৰদান কৰা বাবে কৃতজ্ঞতা জ্ঞাপন কৰিলোঁ।

কিছুমান গণিতজ্ঞ চৰাই, আনসকল ভেকুলী। চৰায়ে আকাশৰ বহু ওপৰলৈ উৰে আৰু গণিতৰ বিশাল বিস্তৃতিক দূৰ-দিগন্তলৈ পৰ্য্যালোচনা কৰি চায়। আমাৰ চিন্তাধাৰাক একত্ৰিত কৰা ধাৰণাসমূহ তেওঁলোকে ভাল পায় আৰু ভূ-দৃশ্যৰ বিভিন্ন অংশৰ ভিন ভিন সমস্যাক একগোট কৰে। ভেকুলী বোকাৰ তলত থাকে আৰু ইয়াৰ আশে-পাশে হোৱা ফুলকেইটাহে কেৱল দেখা পায়। তেওঁলোকে নিৰ্দিষ্ট বস্তু এটাৰ সবিশেষ তথ্য জানি ভাল পায় আৰু এটা সময়ত এটা কাম কৰে। মই এটা ভেকুলী, কিন্তু মোৰ বহুকেইগৰাকী ভাল বন্ধু চৰাই। আজি নিশা মোৰ বক্তৃতাৰ মূল বিষয়বস্তুৱে এইটো। গণিতক চৰাই আৰু ভেকুলী - দুয়োটাৰে প্ৰয়োজন। গণিত বিষয়টো চহকী আৰু ধুনীয়া হোৱাৰ কাৰণটোৱে হৈছে, চৰায়ে ইয়াক বহল দৃষ্টি প্ৰদান কৰে আৰু ভেকুলীয়ে পুংখানুপুংখ বিৱৰণ যোগান ধৰে। গণিত এক মহৎ কলা আৰু গুৰুত্বপূৰ্ণ বিজ্ঞান, কিয়নো ই ধাৰণাসমূহৰ সাধাৰণীকৰণ ৰূপৰ সৈতে গাঁথনিৰ গভীৰতাৰ সংযোগ সাধন কৰে। ভেকুলীতকৈ চৰাই ভাল কিয়নো সিহঁতে বেছি দূৰলৈ চাব পাৰে, বা চৰাইতকৈ ভেকুলী ভাল কিয়নো সিহঁতে বেছি গভীৰতালৈ চাব পাৰে - এনেধৰণৰ দাবী কৰাটো মূৰ্খামি। গণিতৰ জগতখন বিশাল আৰু গভীৰ দুয়োটাই, আৰু ইয়াৰ অন্বেষণৰ বাবে চৰাই আৰু ভেকুলীয়ে একেলগে কাম কৰা প্ৰয়োজন।

এই বক্তৃতাটোৰ নাম আইনষ্টাইন বক্তৃতা। এলবাৰ্ট আইনষ্টাইনক শ্ৰদ্ধা যাচিবলৈ মোক আমন্ত্ৰণ জনোৱা বাবে আমেৰিকান মেথমেটিকেল চছাইটিৰ ওচৰত মই কৃতজ্ঞ। আইনষ্টাইন এগৰাকী গণিতজ্ঞ নহয়, এগৰাকী পদাৰ্থবিজ্ঞানীহে আছিল আৰু গণিত সম্পৰ্কে তেওঁৰ অনুভৱ মিশ্ৰিত ধৰণৰ আছিল। এহাতে প্ৰকৃতিৰ কাৰ্য্যবিধি ব্যাখ্যা কৰিব পৰা গণিতৰ ক্ষমতাৰ প্ৰতি তেওঁৰ অগাধ সন্মান আছিল। আৰু গাণিতিক সৌন্দৰ্য্য সম্পৰ্কে তেওঁৰ এক সহজাত প্ৰবৃত্তি আছিল, যাৰ ফলত তেওঁ প্ৰকৃতিৰ নিয়ম বিচাৰি উলিয়াব পৰা সঠিক পথত যাব পাৰিছিল। আনহাতে বিশুদ্ধ গণিতৰ প্ৰতি তেওঁৰ আগ্ৰহ নাছিল, আৰু গণিতজ্ঞ হিচাপে থাকিবলগীয়া কোনোধৰণৰ কাৰিকৰী দক্ষতা তেওঁৰ নাছিল। জীৱনৰ শেষৰ বছৰকেইটাত তেওঁ গাণিতিক গণনাবোৰ কৰিবলৈ সহকাৰী হিচাপে যুৱ সহকৰ্মী নিয়োগ কৰিছিল। তেওঁৰ চিন্তাধাৰাৰ ধৰণটো গাণিতিক নাছিল, ভৌতিকহে আছিল। পদাৰ্থবিজ্ঞানীসকলৰ মাজত চৰাই হিচাপে তেওঁ শীৰ্ষত আছিল, যি আনতকৈ বহু দূৰলৈ চাব পাৰিছিল। মই এতিয়া আইনষ্টাইনৰ বিষয়ে নকওঁ, কাৰণ মোৰ নতুনকৈ ক’বলগীয়া একো নাই।

ফ্ৰাঙ্গিছ বেকন আৰু ৰেনে ডেকাৰ্টে

সপ্তদশ শতিকাৰ আৰম্ভণিতে দুগৰাকী মহান দাৰ্শনিক, ইংলেণ্ডৰ ফ্ৰাঙ্গিছ বেকন আৰু ফ্ৰান্সৰ ৰেনে ডেকাৰ্টেই আধুনিক বিজ্ঞানৰ আৰম্ভণি কৰিছিল। ডেকাৰ্টে এটা ভেকুলী, আৰু বেকন এটা চৰাই আছিল। দুয়োজনেই ভৱিষ্যৎ সম্পৰ্কে তেওঁলোকৰ স্বপ্ন দাঙি ধৰিছিল। দুয়োৰে স্বপ্ন সম্পূৰ্ণ পৃথক আছিল। বেকনে কৈছিল, "প্ৰকৃতিত সংঘটিত হৈ থকা ঘটনাৰাজিত নিৰন্তৰ দৃষ্টি ৰখাৰ ওপৰতে সকলো নিৰ্ভৰ কৰে।" ডেকাৰ্টেই কৈছিল, "মই চিন্তা কৰোঁ, সেয়ে মোৰ অস্তিত্ব আছে।" বেকনৰ মতে, বিজ্ঞানীসৰে তেতিয়ালৈকে পৃথিৱীৰ চৌপাশে তথ্য সংগ্ৰহ কৰি ঘূৰি ফুৰা উচিত, যেতিয়া সংগৃহীত তথ্যসমূহ একত্ৰিত হৈ প্ৰকৃতিৰ কাৰ্য্যপদ্ধতি উন্মোচন কৰিব পৰা যায়। বিজ্ঞানীসকলে তেতিয়া তাৰপৰা সূত্ৰসমূহ উলিয়াই ল'ব যিবোৰ জগতখনে মানি চলে। ডেকাৰ্টেৰ মতে, বিজ্ঞানীসকল ঘৰতে থাকি কেৱল বিশুদ্ধ চিন্তাৰ সহায়তে প্ৰকৃতিৰ নিয়মসমূহ নিৰ্ণয় কৰা উচিত। নিয়মসমূহ শুদ্ধতাৰে নিৰূপণ কৰিবলৈ বিজ্ঞানীসকলক কেৱল যুক্তিৰ নীতিসমূহ আৰু ঈশ্বৰৰ অস্তিত্ব সম্পৰ্কে জ্ঞানৰ প্ৰয়োজন। বেকন আৰু ডেকাৰ্টেই বাট দেখুওৱাই দিয়াৰ পাছত পৰৱৰ্তী চাৰিশ বছৰত বিজ্ঞানে দুয়োটা পথকে একেলগে অনুসৰণ কৰি আগবাঢ়ি গৈছে। বেকনৰ আনুমানিকতা অথবা কাৰ্টেছীয় মতান্ধতা - ইয়াৰে কোনোটোৱেই অকলে প্ৰকৃতিৰ ৰহস্য উদঙাই দিয়াৰ সামৰ্থ্য নাই। কিন্তু দুয়োটা সন্মিলিত হৈ অতি সফল হৈছে। চাৰিশ বছৰ ধৰি ইংৰাজসকল বেকনীয় আৰু ফৰাছী বিজ্ঞানীসকল কাৰ্টেছীয় হোৱাৰ দিশে ঢাল খাইছে। ফাৰাডে, ডাৰউইন আৰু ৰাডাৰফ'ৰ্ড বেকনীয় আছিল; পাস্কেল, লাপ্লাছ আৰু পইনকাৰে কাৰ্টেছীয় আছিল। এই দুই বিপৰীত সংস্কৃতিৰ সংকৰ-নিষেচনৰ ফলত বিজ্ঞান বহুল পৰিমাণে চহকী হৈছে। দুয়োখন দেশত এই দুয়োটা সংস্কৃতি সদায়ে প্ৰচলন আছিল। নিউটন মূলতঃ এগৰাকী কাৰ্টেছীয় আছিল, ডেকাৰ্টে কোৱা ধৰণে বিশুদ্ধ চিন্তাৰ সহায়ত তেওঁ কাৰ্টেছীয় কাৰ্য্যপদ্ধতিৰ ভ্ৰান্তিসমূহ দূৰ কৰিছিল। মেৰি কুৰী এগৰাকী বেকনীয় আছিল, যিয়ে কেইবাটন প্ৰাকৃতিক ইউৰেনিয়াম আকৰ উতলাই পৰমাণুৰ অবিভাজ্যতা সম্পৰ্কে থকা ভ্ৰান্তি আঁতৰ কৰিছিল।

কুৰি শতিকাৰ গণিতৰ ইতিহাসত দুটা নিৰ্ণায়ক ঘটনা সংঘটিত হৈছিল। ইয়াৰে এটা বেকনীয় পৰম্পৰা আৰু আনটো কাৰ্টেছীয় পৰম্পৰাৰ অন্তৰ্গত। প্ৰথমটো আছিল ১৯০০ চনত পেৰিছত অনুষ্ঠিত হোৱা গণিতজ্ঞসকলৰ আন্তৰ্জাতিক সন্মিলন (ICM), য'ত হিলবাৰ্টে মূল বক্তৃতা দিছিল আৰু ২৩ টা অসামান্য অসমাধিত সমস্যাৰ তেওঁৰ বিখ্যাত তালিকাখন উত্থাপন কৰি পৰৱৰ্তী শতিকাটোৰ বাবে গণিতৰ গতিপথটোৰ মানচিত্ৰখন দাঙি ধৰিছিল। গণিতৰ গোটেই সাম্ৰাজ্যখনৰ ওপৰেৰে অতি উচ্চতাত উৰি ফুৰা হিলবাৰ্ট নিজে এটা চৰাই আছিল। কিন্তু তেওঁ তেওঁৰ সমস্যাবোৰ ভেকুলীসমূহক উদ্দেশ্যি প্ৰকাশ কৰিছিল, যিয়ে এবাৰত এটা সমস্যাহে সমাধান কৰিব। দ্বিতীয়টো নিৰ্ণায়ক পৰিঘটনা আছিল ১৯৩০ৰ দশকত ফ্ৰান্সত গঠন হোৱা গাণিতিক চৰাইসকলৰ বহবাকী গোট। এই গোটটো একশ্ৰেণীৰ এনেকুৱা পাঠ্যপুথি প্ৰস্তুত কৰাত উৎসৰ্গিত আছিল যিয়ে সমগ্ৰ গণিতৰ বাবে এক সন্মিলিত গাঁথনি প্ৰস্তুত কৰিব। গাণিতিক গৱেষণাক ফলদায়ক দিশে পথ দেখুওৱাত হিলবাৰ্টৰ সমস্যাকেইটা যথেষ্ট সফল হৈছিল। সেইবোৰৰ কেইটামান সমাধান হ'ল আৰু কেইটামান এতিয়াও অসমাধিত ৰূপত আছে, কিন্তু প্ৰায় আটাইকেইটা সমস্যাই নতুন ধাৰণা আৰু গণিতৰ নতুন ক্ষেত্ৰ বিকাশত উদগণি যোগালে। বহবাকী প্ৰকল্পটোও সমানেই প্ৰভাৱশীল আছিল। পৰৱৰ্তী ৫০ বছৰ ধৰি ই গণিতৰ শৈলীটো সলনি কৰি পেলালে। পূৰ্বে অস্তিত্ব নথকা এক যৌক্তিক সুসংগতি আৰোপ কৰিলে আৰু সুনিৰ্দিষ্ট উদাহৰণৰ পৰা বিমূৰ্ত সাধাৰণীকৰণলৈ গুৰুত্বটো সলনি কৰিলে। বহবাকীৰ কাৰ্য্যক্ৰমত, গণিত হৈছে বহবাকী পাঠ্যক্ৰমত অন্তৰ্ভুক্ত বিমূৰ্ত সংৰচনা। এই পাঠ্যক্ৰমৰ ভিতৰত যি নপৰে, সেয়া গণিত নহয়। স্থূল উদাহৰণ, যিহেতু সেইবোৰ এই পাঠ্যক্ৰমত নাই, সেয়েহে গণিত নহয়। বহবাকী কাৰ্য্যক্ৰমটো কাৰ্টেছীয় শৈলীৰ চূড়ান্ত প্ৰকাশ আছিল। এগৰাকী বেকনীয় পৰিভ্ৰামকে পথৰ কাষৰ পৰা বুটলি ল'ব পৰা ধুনীয়া ফুলবোৰ বৰ্জন কৰি ই গণিতৰ ব্যাপ্তিক সংকুচিত কৰিছিল।

প্ৰকৃতিৰ কৌতুক

এগৰাকী বেকনীয় হিচাপে মোৰ দৃষ্টিত বহবাকী কাৰ্য্যক্ৰমত হেৰাই যোৱা মূল বস্তুটো হৈছে বিস্ময়ৰ উপাদান। বহবাকী কাৰ্য্যসূচীয়ে গণিতক যৌক্তিক কৰিব বিচাৰিছিল। মই যেতিয়া গণিতৰ ইতিহাসলৈ চাওঁ; মই কিছুমান অযুক্তিকৰ জঁপৰ শৃংখল, অসম্ভাব্য কাকতালীয় সংযোগ, প্ৰকৃতিৰ কৌতুক দেখিবলৈ পাওঁ। প্ৰকৃতিৰ আটাইতকৈ ডাঙৰ কৌতুকসমূহৰ এটা হৈছে -১ ৰ বৰ্গমূল, যিটো পদাৰ্থবিজ্ঞানী আৰৱিন শ্ৰডিংগাৰে ১৯২৬ চনত তৰংগ বলবিজ্ঞান উদ্ভাৱন কৰিবৰ সময়ত তৰংগৰ সমীকৰণটোত ব্যৱহাৰ কৰিছিল। শ্ৰডিংগাৰ এটা চৰাই আছিল যিয়ে বলবিজ্ঞানক আলোকবিজ্ঞানৰ লগত একত্ৰিত কৰাৰ ধাৰণাটোৰ সৈতে আগবাঢ়িছিল। এশ বছৰ পূৰ্বে পোহৰ ৰশ্মি আৰু ধ্ৰুপদী কণিকাৰ গতিপথৰ বৰ্ণনা

কৰা একেই গণিতৰ সহায় লৈ হেমিল্টনে ধ্রুপদী বলবিজ্ঞানক ৰশ্মি আলোকবিজ্ঞানৰ সৈতে একত্রিত কৰিছিল। শ্ৰডিংগাৰৰ ধাৰণাটো আছিল এই একত্রীকৰণক তৰংগ আলোকবিজ্ঞান আৰু তৰংগ বলবিজ্ঞানলৈও সম্প্রসাৰণ কৰা। তৰংগ আলোকবিজ্ঞান বিষয়টো পূর্বৰে পৰা আছিল, কিন্তু তৰংগ বলবিজ্ঞান নাছিল। এই একত্রীকৰণ প্রক্রিয়াক সম্পূর্ণ কৰিবলৈ শ্ৰডিংগাৰে তৰংগ বলবিজ্ঞান উদ্ভাৱন কৰাটো প্ৰয়োজন আছিল। প্রথমেই তৰংগ আলোকবিজ্ঞানক আৰ্হি হিচাপে লৈ তেওঁ কণিকা এটাৰ বাবে অৱকলজ সমীকৰণ এটা লিখিছিল। কিন্তু সমীকৰণটো একেবাৰে অর্থহীন আছিল। সমীকৰণটো অবিচ্ছিন্ন মাধ্যম এটাত তাপ পৰিবহণৰ সমীকৰণৰ নিচিনা লাগিছিল। কণিকা এটাৰ গতিৰ লগত তাপ পৰিবহণৰ কোনো সম্পর্ক নাই। শ্ৰডিংগাৰৰ ধাৰণাটো কোনো কামৰ নহ'ব যেন লাগিছিল। কিন্তু তেতিয়াহে এক চমক সৃষ্টি হ'ল। শ্ৰডিংগাৰে সমীকৰণটোত –১ ৰ বৰ্গমূলটো বহুৱাই দিলে, আৰু লগে লগে সমীকৰণটো অর্থপূর্ণ হৈ পৰিল। আকস্মিকভাবে সেই সমীকৰণটো এটা তাপপ্ৰবাহৰ সমীকৰণৰ পৰিবৰ্তে এটা তৰংগ সমীকৰণলৈ ৰূপান্তৰিত হ'ল। শ্ৰডিংগাৰে আনন্দেৰে এয়াও জানিব পাৰিলে যে ব'ৰৰ পৰমাণু আৰ্হিৰ বাবে সমীকৰণটোৰ সমাধান আছে।

দেখা গ'ল যে আমি পৰমাণুৰ আচৰণ সম্পৰ্কে যিখিনি কথা জানোঁ, শ্ৰডিংগাৰ সমীকৰণে আটাইখিনি শুদ্ধকৈ বর্ণনা দিয়ে। ই সমগ্র ৰসায়নবিজ্ঞান আৰু পদার্থবিজ্ঞানৰো সৰহভাগ অংশৰ ভেটি। সেই –১ ৰ বৰ্গমূলটোৰ অর্থ এয়াই যে প্রকৃতিয়ে জটিল সংখ্যাৰ সহায়তহে কাম কৰে, বাস্তৱ সংখ্যাৰ জৰিয়তে নহয়। এই আৱিষ্কাৰটো শ্ৰডিংগাৰ আৰু আন আটাইৰে বাবেই সম্পূর্ণ বিস্ময় সৃষ্টিকাৰী আছিল। শ্ৰডিংগাৰৰ মতে, সেই সময়ত তেওঁৰ চৈধ্য বছৰীয়া প্রেয়সী ইথা জাংগাৰে তেওঁক কৈছিল, "তুমি আৰম্ভণিতে কেতিয়াও ভবা নাছিলা যে ইয়াৰ পৰা ইমানবোৰ অর্থপূর্ণ কথা ওলাই পৰিব।" সমগ্র ঊনবিংশ শতিকাত আবেলৰ পৰা ৰিমান আৰু ৱেৰ্ষ্ট্ৰাছলৈকে গণিতজ্ঞসকলে জটিল চলকৰ ফলন সম্পৰ্কে চমকপ্ৰদ তত্ত্ব সৃষ্টি কৰি আহিছে। তেওঁলোকে আৱিষ্কাৰ কৰিছিল যে ফলনৰ তত্ত্বসমূহ বাস্তৱৰ পৰা জটিল সংখ্যালৈকে সম্প্রসাৰিত কৰিলেহে বেছি গভীৰ আৰু প্রভাৱশীল হৈ পৰে। কিন্তু তেওঁলোকে জটিল সংখ্যাক সদায় এক কৃত্রিম সৃষ্টি বুলিহে গণ্য কৰিছিল, যাক বাস্তৱ জীৱনৰ উপযোগী হোৱাকৈ আৰু ধুনীয়া আদৰ্শ হিচাপেহে মানৱ গণিতজ্ঞসকলে উদ্ভাৱন কৰিছিল। তেওঁলোকৰ মনলৈ এই চিন্তা কেতিয়াও অহা নাছিল যে তেওঁলোকে আৱিষ্কাৰ কৰা কৃত্রিম সংখ্যা ব্যৱস্থাটো আচলতে পৰমাণু লৰ-চৰ কৰাৰ ভিত্তি। তেওঁলোকে কেতিয়াও কল্পনা কৰা নাছিল যে প্রকৃতিয়ে আগতেই তাত গৈ উপস্থিত হৈছে।

প্রকৃতিৰ আন এক কৌতুক হ'ল কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞানৰ নিখুঁত ৰৈখিকতা। যাৰ অর্থ হৈছে যিকোনো ভৌতিক বস্তুৰ সম্ভাব্য অৱস্থাই এক ৰৈখিক স্থান (linear space) গঠন কৰে। কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞান উদ্ভাৱন হোৱাৰ পূর্বতে ধ্রুপদী বলবিজ্ঞান সদায়ে অৰৈখিক আছিল, আৰু ৰৈখিক আৰ্হিবোৰ কেৱল মোটামুটিভাৱেহে খাপ খাইছিল। কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞান অহাৰ পিছত প্রকৃতি নিজেই হঠাৎ ৰৈখিক হৈ পৰিল। গণিতৰ ক্ষেত্ৰত ইয়াৰ সুদৃঢ় প্রভাৱ পৰিছিল। ঊনবিংশ শতিকাত চ'ফাছ লীয়ে ধ্রুপদী গতিশীল প্রক্রিয়াক সুস্পষ্ট কৰাৰ উদ্দেশ্যেৰে অবিচ্ছিন্ন সংঘ সম্পৰ্কীয় তেওঁৰ বিস্তৃত তত্ত্ব আগবঢ়াইছিল। সেইসময়ত লী সংঘৰ প্রতি গণিতজ্ঞ বা পদার্থবিজ্ঞানী, কাৰোৰে বিশেষ আগ্রহ নাছিল। লী সংঘৰ অৰৈখিক তত্ত্ব গণিতজ্ঞসকলৰ বাবে অতি কঠিন আৰু পদার্থবিজ্ঞানীসকলৰ বাবে অতি অস্পষ্ট আছিল। লীয়ে নিৰাশাৰ মাজতে এদিন ঢুকাল। তাৰ পঞ্চাশ বছৰ পাছত দেখা গ'ল যে প্রকৃতি নিখুঁতভাৱে ৰৈখিক, আৰু লী বীজগণিতৰ ৰৈখিক উপস্থাপনৰ তত্ত্বই কণা পদার্থবিজ্ঞানৰ বাবে প্রাকৃতিক ভাষা। লী সংঘ আৰু লী বীজগণিত কুৰি শতিকাৰ গণিতৰ অন্যতম কেন্দ্ৰীয় অংশৰূপে পুনৰ্জনম লাভ কৰিলে।

প্রকৃতিৰ তৃতীয়টো কৌতুক হৈছে অর্ধ-স্ফটিকৰ (quasi-crystals) উপস্থিতি। ঊনবিংশ শতিকাত স্ফটিকৰ অধ্যয়নে ইউক্লিডীয় স্থানত সম্ভৱপৰ আটাইবোৰ বিচ্ছিন্ন সমমিত সংঘ দাঙি ধৰিছিল। উপপাদ্যবোৰ প্রমাণিত হৈছিল, আৰু এই কথাটো প্রতিষ্ঠা হৈছিল যে ত্ৰিমাত্রিক স্থানৰ বিচ্ছিন্ন সমমিত সংঘত কেৱল তিনি, চাৰি বা ছয় মাত্রাৰ ঘূর্ণনহে থাকিব পাৰে। তাৰপাছত ১৯৮৪ চনত অর্ধ-স্ফটিকবোৰ আৱিষ্কাৰ হ'ল, যিবোৰ তৰল ধাতুৰ সংকৰৰ পৰা উৎপন্ন প্রকৃত গোটা বস্তু। ই কুৰি-পৃষ্ঠীয় বহুভুজৰ (icosahedral) সমমিতি দেখুৱায়, য'ত পাঁচ মাত্রাৰ ঘূর্ণন হয়। ইয়াৰ মাজতে গণিতজ্ঞ ৰ'জাৰ পেনৰ'জে সমতলৰ বাবে পেনৰ'জ টাইলিং আৱিষ্কাৰ কৰিলে। এইবোৰ সামন্তৰিকৰ এনে এক সজ্জা, যিয়ে দীর্ঘ পৰিসৰলৈ পঞ্চভুজীয় আকাৰত সমতলখন আগুৰি লয়। অর্ধ-স্ফটিকৰ সংকৰবোৰ দ্বিমাত্রিক পেনৰ'জ টাইলিঙৰ বাবে এক ত্ৰিমাত্রিক সমতুল্য বস্তু। এই আৱিষ্কাৰসমূহৰ পাছত গণিতজ্ঞসকলে স্ফটিকীয় সংঘৰ তত্ত্বক পৰিবৰ্ধন কৰিবলগীয়া হ'ল যাতে অর্ধ-স্ফটিককো সামৰি ল'ব পাৰি। সেইটো গৱেষণাৰ এক ডাঙৰ কাৰ্য্যক্রম, যি এতিয়াও অব্যাহত আছে।

প্রকৃতিৰ চতুর্থ কৌতুক এটা হৈছে– অর্ধ-স্ফটিক আৰু ৰিমান জিটা ফলনৰ মূলৰ আচৰণৰ মাজত থকা মিল। জিটা-ফলনৰ মূলবোৰ গণিতজ্ঞসকলৰ বাবে এক উত্তেজনাৰ বিষয়, কাৰণ

সেইবোৰ এডাল সৰলৰেখাত অৱস্থান কৰে আৰু কোনেও বুজা নাই যে কিয় তেনেকুৱা হয়। সাধাৰণ ব্যতিক্ৰমকেইটা বাদ দি যে আন গোটেইবোৰ সমাধান এডাল সৰলৰেখাৰ ওপৰত অৱস্থান কৰে, সেই বিবৃতিটোৱে হৈছে বিখ্যাত ৰিমান প্ৰকল্প (Riemann Hypothesis)। ৰিমান প্ৰকল্প প্ৰমাণ কৰাটো আজি এশ বছৰৰো বেছি বছৰ ধৰি যুৱ গণিতজ্ঞসকলৰ বাবে এক স্বপ্ন। মই এতিয়া মাত্ৰাধিক ধৰণৰ পৰামৰ্শ এটা আগবঢ়াম যে আমি ৰিমান প্ৰকল্পটো প্ৰমাণ কৰিবলৈ অৰ্ধ-স্ফটিক ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰোঁ। আপোনালোকৰ মাজৰ গণিতজ্ঞসকলে এই ধাৰণাটো অমূলক বুলি ভাবিব পাৰে। যিসকল গণিতজ্ঞ নহয়, তেওঁলোকে ইয়াক আকৰ্ষণহীন যেন পাব পাৰে। তথাপি আপোনালোকে গুৰুত্ব সহকাৰে বিবেচনা কৰি চাবৰ বাবে মই কথাটো ইয়াত উল্লেখ কৰিলোঁ। যেতিয়া পদাৰ্থবিজ্ঞানী লিও ঝিলাৰ্ড ডেকা আছিল, তেওঁ মজেছৰ দহটা দৈৱ আজ্ঞাক লৈ অসন্তুষ্ট হৈছিল আৰু সেইকেইটা সলনি কৰিবলৈ দহটা নতুন দৈৱ আজ্ঞা লিখিছিল। ঝিলাৰ্ডৰ দ্বিতীয় দৈৱাজ্ঞাটোত কোৱা হৈছে: "আপোনাৰ কামবোৰ এটা উপযুক্ত লক্ষ্যৰ প্ৰতি নিৰ্দেশিত হওঁক, কিন্তু সেই কৰ্মই লক্ষ্যত উপনীত হ'ব পৰিবনে নাই, সেই কথা নুসুধিব। সেয়া আৰ্হি আৰু উদাহৰণ হ'বৰ বাবেহে, সামৰণি পেলাবলৈ নহয়।" ঝিলাৰ্ডে যি প্ৰচাৰ কৰিছিল, তাক অনুশীলন কৰিছিল। নিউক্লীয় অস্ত্ৰ-শস্ত্ৰৰ কল্পনা কৰা তেওঁ প্ৰথমগৰাকী বিজ্ঞানী আছিল আৰু ইয়াৰ ব্যৱহাৰৰ বিৰুদ্ধে সক্ৰিয়ভাৱে প্ৰচাৰ কৰা প্ৰথম ব্যক্তিজনো আছিল তেওঁ। তেওঁৰ দ্বিতীয় দৈৱাজ্ঞাটো নিশ্চিতভাৱে ইয়াত খাপ খায়। ৰিমান প্ৰকল্প প্ৰমাণ কৰাটো এটা উপযুক্ত লক্ষ্য, আৰু আমি তাত গৈ উপনীত হ'মনে নাই সেই কথা আমি সুধিবৰ বাবে নহয়। কেনেকৈ তাত উপনীত হ'ব পৰা যায়, তাৰ বৰ্ণনাৰে মই কেইটামান আভাস দিম। ইয়াত মই সেই পঞ্চাশ বছৰ পূৰ্বৰ গণিতজ্ঞজনৰ হৈ কথা ক'ম যেতিয়া মই পদাৰ্থবিজ্ঞানী হোৱা নাছিলোঁ। প্ৰথমে মই ৰিমান প্ৰকল্প আৰু তাৰ পাছত অৰ্ধ-স্ফটিকৰ কথা ক'ম।

কিছুদিন পূৰ্বলৈকে বিশুদ্ধ গণিত জগতত দুটা প্ৰধান অসমাধিত সমস্যা আছিল। ফাৰ্মাৰ অন্তিম উপপাদ্যৰ প্ৰমাণ আৰু ৰিমান প্ৰকল্পৰ প্ৰমাণ। বাৰ বছৰ পূৰ্বে, প্ৰিন্সটনত মোৰ সহকৰ্মী এন্দ্ৰু ৱাইলছে ফাৰ্মাৰ অন্তিম উপপাদ্যটো সমাধান কৰিলে। আৰু এতিয়া কেৱল ৰিমান প্ৰকল্পটোহে বাকী আছে। ফাৰ্মাৰ উপপাদ্যটোৰ ৱাইলছে কৰা সমাধান কেৱল কাৰিকৰী চমৎকাৰেই নহয়। ইয়াৰ বাবে নতুন গাণিতিক ধাৰণাৰ আৱিষ্কাৰ আৰু অন্বেষণৰ প্ৰয়োজন হৈছিল, যি স্বয়ং ফাৰ্মাৰ উপপাদ্যটোতকৈও অধিক বিস্তৃত আৰু পৰিণামপূৰ্ণ। একেধৰণে ৰিমান প্ৰকল্পৰ কোনো প্ৰমাণেও গণিতৰ বহু বিচিত্ৰ ক্ষেত্ৰ, হয়তো পদাৰ্থবিজ্ঞানো গভীৰভাৱে বুজাত সহায় কৰিব। ৰিমানৰ জিটা-ফলন, আৰু ইয়াৰ লগত মিল থকা আন জিটা-ফলনবোৰো সংখ্যা তত্ত্ব, গতিশীল প্ৰক্ৰিয়াৰ তত্ত্ব, জ্যামিতি, ফলন তত্ত্ব, আৰু পদাৰ্থবিজ্ঞানতো ব্যাপ্ত হৈ থকা দেখা যায়। জিটা-ফলন এনে এক সংযোগস্থলত অৱস্থান কৰে, য'ৰ পৰা পথবোৰ বহু দিশলৈ যায়। প্ৰকল্পটোৰ প্ৰমাণে এই আটাইবোৰ সংযোগকে আলোকিত কৰি তুলিব। বিশুদ্ধ গণিতৰ প্ৰতিজন নিষ্ঠাৱান ছাত্ৰৰ দৰে, ডেকাকালত মোৰো ৰিমান প্ৰকল্পটো প্ৰমাণ কৰাৰ সপোন আছিল। মোৰ কিছু অস্পষ্ট ধাৰণা আছিল, য'ৰ পৰা প্ৰমাণটোৰ দিশে যাব পাৰি বুলি মই ভাবিছিলোঁ। যোৱা বছৰকেইটাত অৰ্ধ-স্ফটিক আৱিষ্কাৰ হোৱাৰ পাছত, মোৰ ধাৰণাবোৰ পূৰ্বতকৈ কম অস্পষ্ট হৈছে। যিসকল যুৱ গণিতজ্ঞৰ ফিল্ডছ্ মেডেল লাভৰ আকাংক্ষা আছে, তেওঁলোকৰ বিবেচনাৰ্থে মই সেইখিনি ইয়াত উল্লেখ কৰিলোঁ।

অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰ এক, দুই বা তিনি মাত্ৰাৰ স্থানত থাকিব পাৰে। পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ দিশৰ পৰা, ত্ৰিমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰ সবাতোকৈ আকৰ্ষণীয়। কাৰণ সেইবোৰ আমাৰ ত্ৰিমাত্ৰিক জগতখনতে আছে আৰু পৰীক্ষামূলকভাৱেও অধ্যয়ন কৰিব পাৰি। এগৰাকী গণিতজ্ঞৰ দৃষ্টিৰে, একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰ দ্বিমাত্ৰিক বা ত্ৰিমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকতকৈ বেছি আকৰ্ষণৰ বিষয়, কিয়নো সেইবোৰৰ যথেষ্ট বেছি প্ৰকাৰ আছে। অৰ্ধ-স্ফটিকৰ গাণিতিক সংজ্ঞাটো এনেধৰণৰ। অৰ্ধ-স্ফটিক হৈছে বিচ্ছিন্ন বিন্দু ভৰৰ এক বিতৰণ, যাৰ ফুৰিয়েৰ ৰূপান্তৰটো বিচ্ছিন্ন বিন্দু কম্পনাংকৰ বিতৰণ। বা বেছি সংক্ষেপে ক'বলৈ গ'লে, অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰ এক বিশুদ্ধ বিন্দু বিতৰণ যাৰ এক বিশুদ্ধ বিন্দু বৰ্ণালী আছে। এই সংজ্ঞাই সাধাৰণ স্ফটিকবোৰক এটা বিশেষ উদাহৰণ হিচাপে অন্তৰ্ভুক্ত কৰে, যিবোৰ হৈছে পৰ্য্যাবৃত্ত বৰ্ণালীৰে সৈতে পৰ্য্যাবৃত্ত বিতৰণ।

সাধাৰণ স্ফটিকবোৰক বাদ দি ত্ৰিমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰৰ প্ৰকাৰ বৰ সীমিত। ইয়াৰে আটাইবোৰ অৰ্ধ-স্ফটিক কুৰি-পৃষ্ঠীয় বহুভুজৰ সংঘৰ সৈতে জড়িত। দ্বিমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ সংখ্যা বহু বেছি, প্ৰায় প্ৰতিটো সামতলিক সুষম বহুভুজৰ সৈতে এটা প্ৰকাৰ জড়িত হৈ আছে। পঞ্চভুজীয় সমমিতি থকা দ্বিমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকটোৱে হ'ল সমতলৰ বিখ্যাত পেনৰ'জ টাইলিং। সৰ্বশেষত, একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ তাতোকৈ যথেষ্ট চহকী গাঁথনি আছে, যিহেতু সেইবোৰ কোনো ঘূৰ্ণন সমমিতিৰ সৈতে জড়িত নহয়। মই যিমান দূৰ জানোঁ, একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ সম্পূৰ্ণ হিচাপ এতিয়ালৈকে হোৱা নাই। জানিব পৰা গৈছে যে প্ৰতিটো 'পিছত-বিজয়াৰাঘৱন সংখ্যা' বা PV সংখ্যাৰ বিপৰীতে

এটাকৈ একক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ অস্তিত্ব আছে। PV সংখ্যা হ'ল এটা বাস্তৱ বীজগাণিতীয় অখণ্ড সংখ্যা। ই অখণ্ড সহগ সম্পন্ন বহুপদীয় সমীকৰণৰ এটা মূল যাতে আন আটাইবোৰ মূলৰ পৰমমান একতকৈ সৰু হয়, [১]। আটাইবোৰ PV সংখ্যাৰ সংহতিটো অসীম আৰু ইয়াৰ এক উল্লেখনীয় সংস্থিতীয় গাঁথনি আছে। সকলো একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ সংহতিটোৰ গাঁথনি অন্ততঃ সকলো PV সংখ্যাৰ সংহতিটোৰ সমান চহকী, সম্ভৱতঃ তাতোকৈ বেছি চহকী। আমি নিশ্চিতকৈ নাজানো যদিও এনে হোৱাৰ সম্ভাৱনা আছে যে PV সংখ্যাৰ সৈতে জড়িত নোহোৱা একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ এখন বিশাল জগত এতিয়াও আৱিষ্কাৰ হ'বলৈ বাকী।

এইখিনিতে একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ সৈতে ৰিমান প্ৰকল্পৰ সংযোগৰ কথাটো আহে। যদি ৰিমান প্ৰকল্পটো সত্য, তেন্তে সংজ্ঞা অনুসৰি জিটা-ফলনৰ মূলবোৰে এটা একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিক গঠন কৰিব। সেইবোৰে এডাল সৰল ৰেখাত বিন্দু ভৰৰ বিতৰণ গঠন কৰে। একেধৰণে সিহঁতৰ ফুৰিয়েৰ ৰূপান্তৰো বিন্দু ভৰৰ বিতৰণ, য'ত বিন্দুবোৰ প্ৰতিটো মৌলিক সংখ্যাৰ ঘাতাংক আৰু মৌলিক সংখ্যাৰ সূচকৰ ঘাতাংকত অৱস্থান কৰে। মোৰ বন্ধু এন্ড্ৰু অদলিজক'ই কম্পিউটাৰত জিটা-ফলনৰ মূলবোৰৰ ফুৰিয়েৰ ৰূপান্তৰৰ এক ধুনীয়া গণনা কৰি উলিয়াইছিল, [৬]। এই গণনাই নিখুঁতভাবে ফুৰিয়েৰ ৰূপান্তৰৰ আকাংক্ষিত গঠনটো দেখুৱায়। প্ৰতিটো মৌলিক সংখ্যা বা মৌলিক সংখ্যাৰ সূচকৰ ঘাতাংকৰ বাবে এক তীক্ষ্ণ বিচ্ছিন্নতা আছে, কিন্তু আন ক'তো নাই।

মোৰ পৰামৰ্শটো এনেকুৱা। প্ৰথমেই ভাবি লোৱা হওক যে ৰিমান প্ৰকল্পটো সঁচা বুলি আমি নাজানো। সমস্যাটো আনটো দিশৰ পৰা সন্মুখীন হোৱা যাওক। একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ সম্পূৰ্ণ হিচাপ আৰু শ্ৰেণীবিভাজন এটা লাভৰ চেষ্টা কৰা হওক। অৰ্থাৎ, আমি বিচ্ছিন্ন বিন্দুৰ বৰ্ণালী থকা সকলো বিন্দু বিতৰণৰ হিচাপ আৰু শ্ৰেণীবিভাজন কৰিম। নতুন প্ৰজাতিৰ বস্তু সংগ্ৰহ আৰু শ্ৰেণীবিভাজন কৰাটো বেকনীয় কাৰ্য্যক্ৰমৰ এক নিখুঁত উদাহৰণ। গাণিতিক ভেকুলীসকলৰ বাবে ই এটা উপযুক্ত কাম। তাৰ পিছত আমি PV সংখ্যাৰ লগত জড়িত সুপৰিচিত অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰ বিচাৰিম, আৰু জনা-নজনা আন অৰ্ধ-স্ফটিকৰ জগত এখনো বিচাৰিম। অন্যান্য অৰ্ধ-স্ফটিকবোৰৰ মাজৰ পৰা আমি ৰিমান জিটা-ফলনৰ সৈতে জড়িত এটা, আৰু ৰিমান জিটা-ফলনৰ সৈতে মিল থকা প্ৰতিটো জিটা-ফলনৰ বাবে এটা অৰ্ধ-স্ফটিক বিচাৰিম। ধৰা হ'ল যে আমাৰ হিচাপত থকা এটা জিটা-ফলনৰ ধৰ্ম ৰিমান জিটা-ফলনৰ মূলৰ সৈতে মিল আছে। তেন্তে আমি ৰিমান প্ৰকল্পটো প্ৰমাণ কৰিব পাৰিলোঁ আৰু ফিল্ডছ্ মেডেল ঘোষণাৰ টেলিফোনিক কলটোলৈ আমি বাট চাব পাৰোঁ।

এইবোৰ নিঃসন্দেহে অনৰ্থক সপোন। একমাত্ৰিক অৰ্ধ-স্ফটিকৰ শ্ৰেণীবিভাজন কৰা কামটো ভীষণ কঠিন সমস্যা। যিদৰে এন্ড্ৰু ৱাইলছক সমস্যাটো অন্বেষণৰ বাবে সাত বছৰ লাগিছিল, এইটোও সম্ভৱতঃ প্ৰায় তাৰ সমান কঠিন। কিন্তু যদি আমি বেকনীয় দৃষ্টিভংগীৰে চাওঁ, গণিতৰ ইতিহাস হৈছে যুৱ বয়সৰ লোকে ভীষণ কঠিন সমস্যাবোৰ সমাধান কৰাৰ ইতিহাস, যিসকল ইমানেই অজ্ঞ আছিল যে সমস্যাবোৰ অসম্ভৱ কঠিন বুলি তেওঁলোকে জনা নাছিল। অৰ্ধ-স্ফটিকৰ শ্ৰেণীবিভাজন কৰাটো এটা উপযুক্ত লক্ষ্য, আৰু হয়তো ইয়াত উপনীত হোৱাটোও সম্ভৱপৰ হ'ব পাৰে। তেনে পৰ্য্যায়ৰ কঠিন সমস্যা মোৰ দৰে বৃদ্ধ লোকে সমাধান কৰিব নোৱাৰিব। শ্ৰোতাসকলৰ মাজত থকা যুৱ ভেকুলীসকলৰ বাবে মই এই সমস্যাটো অনুশীলনী হিচাপে এৰিলোঁ।

আব্ৰাম বেচিক'ভিচ্ছ্ আৰু হাৰমান ৱেইল

এতিয়া মই ব্যক্তিগতভাৱে জনা কেইগৰাকীমান উল্লেখনীয় ভেকুলী আৰু চৰাইৰ সৈতে পৰিচয় কৰাই দিম। ১৯৪১ চনত মই এজন ছাত্ৰ হিচাপে কেমব্ৰিজ বিশ্ববিদ্যালয়লৈ আহিছিলোঁ। ৰাছিয়ান গণিতজ্ঞ আব্ৰাম চেমইলভিচ্ছ্ বেচিক'ভিচ্ছক তত্ত্বাৱধায়ক হিচাপে পোৱাটো মোৰ পৰম সৌভাগ্য আছিল। যিহেতু এই সময়খিনি দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধৰ মাজৰ সময় আছিল, কেমব্ৰিজত তেতিয়া অতি কম ছাত্ৰ-ছাত্ৰী আছিল। স্নাতকোত্তৰ শিক্ষাৰ্থী প্ৰায় নাছিলেই। যদিও মই মাত্ৰ সোতৰ বছৰীয়া আছিলোঁ আৰু বেচিক'ভিচ্ছ্ ইতিমধ্যেই এগৰাকী প্ৰখ্যাত অধ্যাপক আছিল, তেওঁ মোক যথেষ্ট সময় আৰু গুৰুত্ব দিছিল, আৰু আমি গোটেই জীৱনলৈ বন্ধু হৈ পৰিছিলোঁ। গণিতত মই যিধৰণে কাম আৰু চিন্তা কৰিবলৈ লৈছিলোঁ, সেই শৈলীটো তেৱেঁই গঢ় দিছিল। পৰিমাপ তত্ত্ব আৰু অনুকলন গণিতত তেওঁ অসাধাৰণ বক্তৃতা দিছিল। যেতিয়া আমি তেওঁৰ ইংৰাজী ভাষাৰ অপব্যৱহাৰক লৈ হাঁহিছিলোঁ, তেৰোঁ বন্ধুত্বপূৰ্ণভাবে আমাক সহযোগ কৰিছিল। মোৰ এটা ঘটনাহে মনত পৰে যিদিনা তেওঁ আমাৰ হাঁহিক লৈ বিৰক্ত হৈছিল। তেওঁ কিছুসময় মনে মনে আছিল আৰু কৈছিল, "ভদ্ৰলোকসকল। পঞ্চাশ নিযুত লোকে তোমালোকে কোৱা ইংৰাজী ভাষাটো কয়। মই কোৱা ইংৰাজী ভাষাটো এশ পঞ্চাশ নিযুত ৰাছিয়ান লোকে কয়।"

বেচিক'ভিচ্ছ্ ভেকুলী আছিল। তেওঁ ডেকা কালতে কাকে'য়া

সমস্যা নামৰ প্ৰাথমিক সমতলীয় জ্যামিতিৰ সমস্যা এটা সমাধান কৰি প্ৰখ্যাত হৈ পৰিছিল। কাকে'য়া সমস্যাটো এনেকুৱা। একক দৈৰ্ঘ্যৰ ৰেখাখণ্ড এডাল সমতলত ৩৬০ ডিগ্ৰী ঘূৰোতে মুক্তভাবে লৰচৰ কৰিব পাৰে। ইয়াৰ ঘূৰ্ণনকালত ই সমতলখনত ন্যূনতম কিমান কালি আগুৰিব পাৰে? ১৯১৭ চনত জাপানী গণিতজ্ঞ কাকে'য়াই সমস্যাটো দাঙি ধৰিছিল আৰু ই দহ বছৰ ধৰি প্ৰখ্যাত অসমাধিত সমস্যাৰূপে পৰিগণিত হৈ আছিল। সেইসময়ৰ অগ্ৰণী আমেৰিকান গণিতজ্ঞ জৰ্জ বিৰখফে ৰাজহুৱাকৈ ঘোষণা কৰিছিল যে কাকে'য়া সমস্যা আৰু চাৰি ৰঙৰ সমস্যাটো তেতিয়াৰ দিনৰ প্ৰধান অসমাধিত সমস্যা। ন্যূনতম কালিৰ মান $\pi/৮$ বুলি বহুতে বিশ্বাস কৰিছিল, যিটো তিনিটা ক্ৰান্তিবিন্দু সম্পন্ন হাইপ'চাইক্ল'ইড এটাৰ কালি। তিনিটা ক্ৰান্তিবিন্দু সম্পন্ন হাইপ'চাইক্লইড হৈছে এটা ধুনীয়া তিনি বিন্দু সংযোগী বক্ৰ। ই হ'ল এক-চতুৰ্থাংশ ব্যাসাৰ্ধৰ বৃত্ত এটাৰ পৰিধিৰ বিন্দু এটাই অংকন কৰা পথ, যেতিয়া বৃত্তটোৱে তিনি চতুৰ্থাংশ ব্যাসাৰ্ধৰ স্থিৰ বৃত্ত এটাৰ ভিতৰে ভিতৰে ঘূৰে। হাইপ'চাইক্ল'ইড এটাৰ অন্তৰ্ভাগক তিনিটা বিন্দুত স্পৰ্শ কৰা অৱস্থাত ৰেখাডাল ঘূৰি থকা ছবিখন ইমানেই সৌন্দৰ্য্যপূৰ্ণ আছিল যে অধিকাংশ মানুহে সেই ছবিখনেই ন্যূনতম কালি দিয়ে বুলি বিশ্বাস কৰিছিল। তাৰপাছত বেচিক'ভিচ্ছে যিকোনো ধনাত্মক সংখ্যা ϵ ৰ বাবে ঘূৰ্ণীয়মান ৰেখাডালে আগুৰা কালিৰ পৰিমাণ ϵ তকৈ সৰু হ'ব পাৰে বুলি প্ৰমাণ কৰি সকলোকে আচৰিত কৰি দিছিল।

আচলতে সমস্যাটো বিখ্যাত হৈ পৰাৰ আগতেই বেচিক'ভিচ্ছে ১৯২০ চনত এইটো সমাধান কৰিছিল। কাকে'য়াই সমস্যাটো প্ৰস্তাৱ কৰা কথাও তেওঁ জনা নাছিল। ১৯২০ চনত তেওঁ সমাধানটো ৰাছিয়ান ভাষাত প্ৰকাশিত 'Journal of the Perm Physics and Mathematics Society'ত প্ৰকাশ কৰিছিল, যিখন বহুলপঠিত জাৰ্নেল নাছিল। মস্কোৰ পৰা ১১০০ কিলোমিটাৰ পূৱত অৱস্থিত পাৰ্ম্ চহৰৰ বিশ্ববিদ্যালয়খন ৰুছ বিপ্লৱৰ পাছত কিছুদিনলৈ বহু প্ৰসিদ্ধ গণিতজ্ঞৰ বাবে এক আশ্ৰয়স্থল হৈ পৰিছিল। বিপ্লৱ আৰু গৃহযুদ্ধৰ কোলাহলত জাৰ্নেলখন মৃত্যু হোৱাৰ পূৰ্বে তেওঁলোকে দুটা খণ্ড প্ৰকাশ কৰি উলিয়াইছিল। ৰাছিয়াৰ বাহিৰত জাৰ্নেলখনৰ কথা জনাও নগৈছিল, পাবলৈও নাছিল। বেচিক'ভিচ্ছে ১৯২৫ চনত ৰাছিয়া এৰে আৰু কোপেনহেগেনলৈ আহে। তালৈ আহি তেওঁ পাঁচ বছৰ পূৰ্বে নিজে সমাধান কৰি থোৱা বিখ্যাত কাকে'য়া সমস্যাটোৰ কথা গম পায়। তেওঁ পুনৰবাৰ সমাধানটো প্ৰকাশ কৰিলে, এইবাৰ 'Mathematische Zeitschrift'ত ইংৰাজী ভাষাত প্ৰকাশ কৰিলে। কাকে'য়াই যিধৰণে কাকে'য়া সমস্যাটো উত্থাপন কৰিছিল, সেইদিশৰ পৰা ই এটা ভেকুলী সমস্যাৰ নিদৰ্শন আছিল। ই এনে এক সুনিৰ্দিষ্ট সমস্যা যাৰ গণিতৰ বাকী অংশৰ সৈতে বিশেষ সংযোগ নাই। বেচিক'ভিচ্ছে ইয়াৰ এক পৰিপাটি আৰু গভীৰ সমাধান আগবঢ়াইছিল। সমাধানটোৱে সমতলত বিন্দুৰ সংহতিৰ গঠন সম্পৰ্কীয় সাধাৰণ তত্ত্বৰ লগত এক সংযোগ উন্মোচন কৰিছিল।

বেচিক'ভিচ্ছ্ শৈলীৰ শ্ৰেষ্ঠ নিদৰ্শন দেখা যায় তেওঁৰ তিনিখন ধ্ৰুপদী গৱেষণাপত্ৰত, যাৰ শিৰোনাম "On the fundamental geometric properties of linearly measurable plane sets of points"। এইকেইখন 'Mathematische Annalen'ত ক্ৰমে ১৯২৮, ১৯৩৮ আৰু ১৯৩৯ চনত প্ৰকাশ পাইছিল। এই পত্ৰকেইখনত তেওঁ প্ৰমাণ কৰি দেখুৱাইছিল যে সমতলৰ প্ৰতিটো ৰৈখিকভাবে পৰিমাপনীয় সংহতিক এটা সুষম আৰু বিষম অংশত ভগাব পাৰি। ইয়াৰে সুষম অংশটোৰ প্ৰায় সকলোতে এডাল স্পৰ্শক আছে, আৰু বিষম অংশটোৰ প্ৰায় সকলো দিশতে শূন্য পৰিমাপৰ প্ৰক্ষেপণ (projection) আছে। থূলমূলকৈ ক'ব গ'লে, সুষম অংশটো নিৰৱচ্ছিন্ন বক্ৰৰ সংগ্ৰহ যেন লাগে আৰু বিষম অংশটো কোনোফালৰ পৰা নিৰৱচ্ছিন্ন বক্ৰ যেন নালাগে। বিষম অংশটোৰ অস্তিত্ব আৰু বৈশিষ্ট কাকে'য়া সমস্যাটোৰ বেচিক'ভিচ্ছ্ সমাধানৰ লগত জড়িত। তেওঁ মোক কৰিবলৈ দিয়া সমস্যাবোৰৰ ভিতৰত এটা আছিল উচ্চতৰ মাত্ৰাৰ ক্ষেত্ৰত পৰিমাপনীয় সংহতিবোৰক সুষম আৰু বিষম অংশত বিভক্ত কৰা। মই সমস্যাটোৰ একো সমাধান নাপালোঁ, কিন্তু বেচিক'ভিচ্ছ্ শৈলীৰ সাঁচ মোৰ মনত স্থায়ীভাৱে বহি গ'ল। বেচিক'ভিচ্ছ্ শৈলী স্থাপত্যশিল্পৰ নিচিনা। তেওঁ সৰল উপাদান কিছুমানক লৈ মনোৰম আৰু জটিল স্থাপত্যকৰ্ম নিৰ্মাণ কৰে। সাধাৰণতে এই কামটো স্তৰ অনুযায়ী কৰে, আৰু তাৰপাছত যেতিয়া অট্টালিকাটোৰ নিৰ্মাণৰ কাম সম্পূৰ্ণ হয়, এই পূৰ্ণ ৰূপটোৱে সৰল যুক্তিৰ মাজেৰে গৈ অপ্ৰত্যাশিত সিদ্ধান্তত উপনীত কৰায়। বেচিক'ভিচ্ছৰ প্ৰতিটো প্ৰমাণেই এক কলা, বাখৰ ফ্যুগ (fugue) এটাৰ নিচিনাই সযত্নেৰে গঢ়া।

বেচিক'ভিচ্ছৰ সৈতে কেইবছৰমান শিক্ষানবিচ হিচাপে কাম কৰাৰ পিছত মই প্ৰিন্সটনলৈ আহিছিলোঁ আৰু হাৰ্মান ৱেইলক জানিব পাৰিলোঁ। ৱেইল এটা আদৰ্শ চৰাই আছিল, ঠিক যিদৰে বেচিক'ভিচ্ছ্ এটা আদৰ্শ ভেকুলী আছিল। মই সৌভাগ্যৱান যে তেওঁ প্ৰিন্সটন ইনষ্টিটিউট ফৰ এডভাঞ্চড্ ষ্টাডীৰ পৰা অৱসৰ লৈ তেওঁৰ পুৰণি ঘৰ জুৰিখলৈ ঘূৰি যোৱাৰ পূৰ্বে তেওঁক এটা বছৰ লগ পোৱাৰ সুযোগ পাইছিলোঁ। তেওঁ মোক ভাল পাইছিল কিয়নো সেই বছৰটোত মই 'এনালছ্ অব মেথমেটিকছ্'ত সংখ্যা তত্ত্ব সম্পৰ্কে আৰু 'ফিজিকেল ৰিভিউ'ত বিকিৰণৰ

কোৱাণ্টাম তত্ত্ব সম্পৰ্কে গৱেষণা-পত্ৰ প্ৰকাশ কৰিছিলোঁ। তেওঁ অতি কমসংখ্যক জীৱিত লোকৰ মাজৰ এগৰাকী আছিল, যাৰ দুয়োটা বিষয়তে দখল আছিল। তেওঁ মোক এই আশাৰে প্ৰতিষ্ঠানখনলৈ আমন্ত্ৰণ জনাইছিল যে ময়ো তেওঁৰ নিচিনা চৰাই হ'ম। তেওঁ নিৰাশ হৈছিল। মই আঁকোৰগোঁজভাবে এটা ভেকুলী হৈ থাকিলোঁ। যদিও মই কেইবাটাও বোকাৰ গাঁতত মূৰ সুমুৱাইছিলোঁ, মই এটা সময়ত এটাৰ ফালেহে চাইছিলোঁ আৰু সেইবোৰৰ মাজত কোনো সংযোগ বিচৰা নাছিলোঁ। মোৰ বাবে, সংখ্যা তত্ত্ব আৰু কোৱাণ্টাম তত্ত্ব পৃথক সৌন্দৰ্য্যৰে সৈতে দুখন পৃথক জগত আছিল। ৱেইলৰ নিচিনাকৈ মই সেইবোৰৰ মাজত কোনো সৰ্বাত্মক চানেকিৰ শুংসূত্ৰ পোৱাৰ আশাৰে চোৱা নাছিলোঁ।

বিকিৰণৰ কোৱাণ্টাম তত্ত্বলৈ ৱেইলৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ অৱদান আছিল তেওঁ উদ্ভাৱন কৰা গজ ক্ষেত্ৰ। গজ ক্ষেত্ৰৰ ধাৰণাটোৰ এক অসাধাৰণ ইতিহাস আছিল। ৱেইলে ১৯১৮ চনত তেওঁৰ সাধাৰণ আপেক্ষিকতাবাদ আৰু বিদ্যুৎচুম্বকত্বৰ একীকৃত তত্ত্বত সেইবোৰ ধ্ৰুপদী ক্ষেত্ৰ হিচাপে উদ্ভাৱন কৰিছিল, [৭]। তেওঁ সেইবোৰক 'গজ ক্ষেত্ৰ' বুলি কৈছিল কিয়নো সেইবোৰ দৈৰ্ঘ্যৰ জোখৰ অসংহত গুণৰ লগত জড়িত। তেওঁৰ একত্ৰীকৰণ তত্ত্বক আইনষ্টাইনে নিমিষতে আৰু ৰাজহুৱাভাৱে প্ৰত্যাখ্যান কৰিছিল। শীৰ্ষৰ পৰা এনে বজ্ৰপাত পৰাত ৱেইলে তেওঁৰ তত্ত্ব পৰিত্যাগ নকৰিলে, কিন্তু তেওঁ আন বস্তুলৈ ঢাপলি মেলিছিল। তত্ত্বটোৰ এনে কোনো প্ৰায়োগিক পৰিণাম নাছিল যাক পৰীক্ষা কৰি চাব পাৰি। তাৰপাছত ১৯২৯ চনত, আন কেইগৰাকীমানে কোৱাণ্টাম তত্ত্ব উদ্ভাৱন কৰাৰ পাছত, ৱেইলে উপলব্ধি কৰিছিল যে তেওঁৰ গজ ক্ষেত্ৰ ধ্ৰুপদী জগতখনতকৈও কোৱাণ্টাম জগতখনৰ লগতহে বেছি ভালদৰে খাপ খায়, [৮]। ধ্ৰুপদী গজক কোৱাণ্টাম গজলৈ সলনি কৰিবলৈ তেওঁ কৰিবলগীয়া কাম আছিল বাস্তৱ সংখ্যাক জটিল সংখ্যালৈ পৰিৱৰ্তন কৰা। কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞানত বৈদ্যুতিক আধানৰ প্ৰতিটো কোৱাণ্টামে এক দশাৰ (phase) সৈতে এটা জটিল তৰংগ ফলন কঢ়িয়ায়, আৰু গজ ক্ষেত্ৰখন দশাৰ জোখৰ অসংহত গুণৰ লগত জড়িত। গজ ক্ষেত্ৰক তেতিয়া বিদ্যুৎচুম্বকীয় বিভৱৰ সৈতে নিখুঁতভাৱে চিনাক্ত কৰিব পৰা গৈছিল, আৰু আধানৰ সংৰক্ষণশীলতাৰ নীতিটো তত্ত্বটোৰ স্থানীয় দশা অপৰিৱৰ্তনশীলতাৰ পৰিণাম হৈ পৰিছিল।

প্ৰিন্সটনৰ পৰা জুৰিখলৈ ঘূৰি অহাৰ চাৰি বছৰ পাছত ৱেইলৰ মৃত্যু হৈছিল। 'নেচাৰ'ত প্ৰকাশিত তেওঁৰ মৃত্যু-সংবাদটো মই লিখিছিলোঁ, [৩]। মই লিখিছিলোঁ, "কুৰি শতিকাত কৰ্মজীৱন আৰম্ভ কৰা সকলো গণিতজ্ঞৰ ভিতৰত হাৰ্মান ৱেইলেই সেই ব্যক্তিজন, যিয়ে সবাতোকৈ বেছিসংখ্যক ভিন ভিন ক্ষেত্ৰলৈ উল্লেখনীয় অৱদান আগবঢ়াইছিল। ঊনবিংশ শতিকাৰ অন্তিম মহান সাৰ্বজনীন গণিতজ্ঞ হিলবাৰ্ট আৰু পইনকাৰেৰ লগত একমাত্ৰ তেওঁকহে তুলনা কৰিব পাৰি। তেওঁ জীৱিত থকালৈকে বিশুদ্ধ গণিত আৰু তাত্ত্বিক পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ মূল অগ্ৰগতিৰ লগত এক জীৱন্ত সংযোগৰ ভূমিকা ৰূপায়ণ কৰিছিল। এতিয়া তেওঁ মৃত, সেই সংযোগো ভংগ হ'ল, গতিকে সৃষ্টিশীল গাণিতিক কল্পনাৰ প্ৰত্যক্ষ ব্যৱহাৰৰ জৰিয়তে ভৌতিক জগতখন বুজাৰ আশাও সাময়িকভাৱে শেষ হ'ল।" তেওঁৰ বিয়োগত মই দুখ পাইছিলোঁ, কিন্তু তেওঁৰ সপোন অনুসৰণ কৰিবলৈ মোৰ কোনো ইচ্ছা নাছিল। বিশুদ্ধ গণিত আৰু পদাৰ্থবিজ্ঞান বিপৰীত পথেৰে আগুৱাই যোৱাক লৈ মই সুখী আছিলোঁ।

এগৰাকী মানুহ হিচাপে ৱেইল কেনেকুৱা আছিল, সেই প্ৰতিচ্ছবিখন আগবঢ়াই মৃত্যু-সংবাদটোৰ সামৰণি পৰিছিল: "ৱেইলৰ মাজত এক সৌন্দৰ্য্যবোধৰ চেতনা আছিল যি তেওঁৰ সকলো বিষয় সম্পৰ্কীয় চিন্তাধাৰাত প্ৰভাৱ বিস্তাৰ কৰিছিল। এবাৰ তেওঁ মোক কিঞ্চিৎ ধেমেলীয়া সুৰত কৈছিল, 'মোৰ কৰ্মৰাজিয়ে সদায় সৌন্দৰ্য্যৰ লগত সত্যক একত্ৰিত কৰিব বিচাৰিছিল। কিন্তু যেতিয়া মই ইয়াৰে মাজৰ এটা নিৰ্বাচন কৰিবলগীয়া হৈছিল, মই সাধাৰণতে সৌন্দৰ্য্যক বাছি লৈছিলোঁ'। এই মন্তব্যটোৱে তেওঁৰ ব্যক্তিত্বৰ সাৰমৰ্ম সঠিকভাৱে দাঙি ধৰে। ই দেখুৱায় যে প্ৰকৃতিৰ মাজত থকা এক পৰম সমন্বয় সম্পৰ্কে তেওঁৰ অগাধ বিশ্বাস আছে, য'ত তত্ত্ববোৰে অনিবাৰ্য্যৰূপত গাণিতিকভাৱে ধুনীয়া আকাৰ এটা লয়। ই এয়াও দেখুৱায় যে তেওঁ মানুহৰ দুৰ্বলতা আৰু তেওঁৰ ৰসিকতাক স্বীকাৰ কৰি লৈছিল, যিয়ে সদায় তেওঁক আত্মম্ভৰী হোৱাৰ পৰা ৰক্ষা কৰিছিল। প্ৰিন্সটনৰ তেওঁৰ বন্ধুবোৰে তেওঁক তেনেভাৱেই মনত ৰাখিব, যিদৰে মই তেওঁক ইনষ্টিটিউট ফৰ এডভাঞ্চড্ ষ্টাডীৰ 'স্প্ৰিং ডান্স্' অনুষ্ঠানত অন্তিমবাৰৰ বাবে লগ পাইছিলোঁ। ডাঙৰ ৰঙিয়াল মনৰ সেই মানুহজন, যি নিজস্বভাৱে খুব উপভোগ কৰিছিল, তেওঁৰ প্ৰফুল্ল দেহটো আৰু আলোকিত হৈ কৰা নৃত্যৰ পদচালনা, যিটো দেখিলে কোনো উম-ঘাম পাব নোৱাৰি যে তেওঁৰ বয়স তেতিয়া ঊনসত্তৰ বছৰ।"

ৱেইলৰ মৃত্যুৰ পাছৰ পৰৱৰ্তী পঞ্চাশ বছৰ প্ৰায়োগিক পদাৰ্থবিজ্ঞান আৰু নিৰীক্ষণভিত্তিক জ্যোতিৰ্বিজ্ঞানৰ বাবে সোণালী যুগ আছিল। বেকনীয় ভ্ৰমণকাৰীসকলৰ বাবে তথ্য সংগ্ৰহ কৰিবলৈ, ভেকুলীৰ বাবে আমি বাস কৰা জলাহভূমিৰ সৰু সৰু ভূখণ্ডবোৰ খুঁচৰি ফুৰিবলৈ সোণালী যুগ আছিল। এই পঞ্চাশ বছৰত, ভেকুলীবোৰে মহাজাগতিক গঠন, কণিকা

আৰু আন্তঃক্ৰিয়াৰ বিচিত্ৰ প্ৰকাৰসমূহৰ বিষয়ে বিশদ জ্ঞান আহৰণ কৰিছিল। নতুন ক্ষেত্ৰবোৰৰ সম্পৰ্কে অন্বেষণ অব্যাহত থকাৰ লগে লগে বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ডখনো অধিক জটিল হ'বলৈ ধৰিছিল। ৰেইলৰ গণিতৰ সৰলতা আৰু সৌন্দৰ্য্যপূৰ্ণ এক সৰ্বাত্মক চানেকিৰ পৰিৱৰ্তে অন্বেষকসকলে কিছুমান আচহুৱা বস্তুহে পালে। যেনে কোৱাৰ্ক আৰু গামা-ৰশ্মি বিস্ফোৰণ, বা অদ্ভুত ধাৰণা যেনে অতিসমমিতি আৰু বহু বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ড। একেসময়তে বিশৃংখল (chaos) পৰিঘটনা আৰু ইলেকট্ৰনিক কম্পিউটাৰে মুকলি কৰি দিয়া বহু নতুন ক্ষেত্ৰৰ অন্বেষণ অব্যাহত থকাৰ লগে লগে গণিতো অধিক জটিল হৈ যাবলৈ ধৰিছিল। গণিতজ্ঞসকলে গণনক্ষমতাৰ কেন্দ্ৰীয় ৰহস্যটো আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। সেইটো হ'ল P, NPৰ সমান নহয় বুলি আগবঢ়োৱা অনুমানটো। এই অনুমানটোৰ মতে এনে কিছুমান গাণিতিক সমস্যা আছে যিবোৰ পৃথক পৃথককৈ অতি ক্ষিপ্ৰতাৰে সমাধান কৰিব পাৰি, কিন্তু গোটেইবোৰৰ বাবে প্ৰযোজ্য কোনো ক্ষিপ্ৰ এলগ'ৰিথমৰ দ্বাৰা সমাধান কৰিব নোৱাৰি। তেনেধৰণৰ সমস্যাৰ সবাতোকৈ বিখ্যাত উদাহৰণটো হ'ল পৰিভ্ৰমণশীল বিক্ৰেতাৰ সমস্যাটো। সমস্যাটো হ'ল কেইখনমান চহৰ ভ্ৰমণ কৰা বিক্ৰেতা এজনৰ বাবে সবাতোকৈ চমু পথটো নিৰ্ণয় কৰা, য'ত প্ৰতি দুখন চহৰৰ মাজৰ দূৰত্ব জনা আছে। সকলো বিশেষজ্ঞই বিশ্বাস কৰে যে অনুমানটো শুদ্ধ, আৰু পৰিভ্ৰমণশীল বিক্ৰেতাৰ সমস্যাটো এটা P সমস্যাৰ উদাহৰণ কিন্তু NP নহয়। কিন্তু কেনেকৈ তাক প্ৰমাণ কৰিব লাগে, সেই সম্পৰ্কে কাৰোৰে সামান্য ধাৰণাও নাই। ই এনে এক ৰহস্য যাক হাৰ্মান ৰেইলৰ ঊনবিংশ শতিকাৰ গাণিতিক জগতখনেৰে আনকি সংজ্ঞাৱদ্ধও কৰিব নোৱাৰি।

ফ্ৰাংক য়াং আৰু য়ুৰি মানিন

যোৱা পঞ্চাশ বছৰ চৰাইবোৰৰ বাবে এক কঠিন সময়ৰূপে প্ৰতিপন্ন হৈ আহিছে। কঠিন সময়ৰ মাজতো চৰাইবোৰৰ কৰিবলগীয়া কাম আছে, আৰু চৰায়ে সাহসেৰে ইয়াৰ মোকাবিলা কৰা দেখা গৈছে। ৰেইলে প্ৰিন্সটন এৰাৰ কিছুদিন পাছতে ফ্ৰাংক য়াং চিকাগোৰ পৰা আহিছিল আৰু ৰেইলৰ পুৰণি ঘৰটোত থাকিবলৈ লৈছিল। আমাৰ প্ৰজন্মৰ পদাৰ্থবিজ্ঞানীসকলৰ ভিতৰত য়াঙেই অগ্ৰণী চৰাই হিচাপে ৰেইলৰ স্থান পূৰণ কৰিছিল। ৰেইল জীৱিত থাকোতেই য়াং আৰু তেওঁৰ ছাত্ৰ ৰবাৰ্ট মিলছে অ-আবেলিয়ান গজ ক্ষেত্ৰৰ য়াং-মিলছ্ তত্ত্ব আৱিষ্কাৰ কৰিছিল, যিটো গজ ক্ষেত্ৰ সম্পৰ্কীয় ৰেইলৰ ধাৰণাটোৰ এক বিস্ময়কৰভাবে সুন্দৰ সম্প্ৰসাৰণ, [১১]। ৰেইলৰ গজ ক্ষেত্ৰ এক ধ্ৰুপদী ৰাশি আছিল আৰু ই পূৰণৰ ক্ৰম বিনিময় বিধি মানি চলিছিল। য়াং-মিলছ্ তত্ত্বত তিনিখন গজ ক্ষেত্ৰ আছিল যিয়ে বিনিময় বিধি মানি চলা নাছিল। সেইবোৰে কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞানৰ স্পিনৰ (spin) তিনি উপাংশৰহে বিনিময় বিধি মানি চলিছিল, যিবোৰ আটাইতকৈ সৰল অ-আবেলীয় লী সংঘ A_2 ৰ উৎপাদক (generator)। তত্ত্বটো পাছলৈ সাধাৰণীকৰণ কৰা হৈছিল যাতে গজ ক্ষেত্ৰবোৰ যিকোনো সসীম মাত্ৰাৰ লী বীজগণিতৰ উৎপাদক হ'ব পাৰে। এই সাধাৰণীকৰণৰ ফলত য়াং-মিলছ্ গজ ক্ষেত্ৰ তত্ত্বই সকলো জ্ঞাত কণা আৰু আন্তঃক্ৰিয়াৰ আৰ্হিৰ গাঁথনিটো প্ৰস্তুত কৰিছিল, যিটো আৰ্হি এতিয়া কণা পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ মান আৰ্হিৰূপে (standard model) জনাজাত। আইনষ্টাইনৰ মহাকৰ্ষণ তত্ত্বটো একেটা গাঁথনিতে খাপ খায় বুলি দেখুৱাই য়াঙে ইয়াৰ ওপৰত অন্তিম স্পৰ্শ প্ৰদান কৰিছিল, য'ত তিনিটা সূচকৰ ক্ৰিষ্ট'ফেল চিহ্নই গজ ক্ষেত্ৰৰ ভূমিকা পালন কৰে, [১০]।

১৯৫৫ চনত ৰেইলে তেওঁৰ সপ্ততিতম জন্মদিন উপলক্ষে প্ৰকাশিত নিৰ্বাচিত গৱেষণা-পত্ৰৰ সংকলনখনত, তেওঁৰ **১৯১৮** চনৰ গৱেষণা-পত্ৰখনৰ সংযোজন হিচাপে গজ ক্ষেত্ৰ তত্ত্ব সম্পৰ্কে তেওঁৰ সৰ্বশেষ অভিমত প্ৰকাশ কৰিছিল (মোৰ অনুবাদ), [১২]: "মোৰ তত্ত্বটোৰ সপক্ষে সবলতম যুক্তি এইটো যেন লাগিছিল যে স্থানাংক অপৰিৱৰ্তনশীলতা শক্তি আৰু ভৰবেগ সংৰক্ষণশীলতাৰ লগত জড়িত হোৱাৰ নিচিনাকৈয়ে গজ অপৰিৱৰ্তনশীলতাও বৈদ্যুতিক আধানৰ সংৰক্ষণশীলতাৰ সৈতে জড়িত আছিল।" ত্ৰিশ বছৰ পাছত ৰেইলৰ শততম জন্মবাৰ্ষিকী উদযাপনৰ উপলক্ষে য়াং জুৰিখত উপস্থিত আছিল। গজ অপৰিৱৰ্তনশীলতা যে পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ একত্ৰীকৰণ নীতি, সেই ধাৰণাটোৰ প্ৰতি থকা ৰেইলৰ দৃঢ় প্ৰত্যয় সূচাবলৈ য়াঙে তেওঁৰ বক্তৃতাত এই উদ্ধৃতিটো ব্যৱহাৰ কৰিছিল, [১২]। য়াঙে লগতে কৈছিল, "সমমিতি, লী সংঘ আৰু গজ অপৰিৱৰ্তনশীলতাই এতিয়া স্বীকৃতি পাইছে; যদিও ভৌতিক জগতখনৰ প্ৰাথমিক বলসমূহ নিৰ্ণয়ত তাত্ত্বিক আৰু প্ৰায়োগিক উন্নয়নসমূহে গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা ল'ব। মই এই নীতিটোক এনেদৰে কওঁ যে সমমিতিয়ে আন্তঃক্ৰিয়া নিৰ্ধাৰণ কৰে।" সমমিতিয়ে যে আন্তঃক্ৰিয়া নিৰ্ধাৰণ কৰে, এই ধাৰণাটো ৰেইলৰ মন্তব্যৰ য়াঙে আগবঢ়োৱা সাধাৰণীকৰণ। ৰেইলে মন কৰিছিল যে গজ অপৰিৱৰ্তনশীলতা ভৌতিক সংৰক্ষণশীলতাৰ নীতিবোৰৰ লগত ঘনিষ্ঠ সম্পৰ্কীয়। ৰেইলে তাতকৈ বেছি দূৰ যাব পৰা নাছিল, কিয়নো তেওঁ কেৱল বিনিময়ে আবেলিয়ান ক্ষেত্ৰবোৰহে গজ অপৰিৱৰ্তনশীলতা জানিছিল। য়াঙে অ-আবেলীয় গজ ক্ষেত্ৰৰ সূচনা কৰি সংযোগটো অধিক সবল কৰি তুলিছিল। অ-আবেলীয় গজ ক্ষেত্ৰই ব্যতিক্ৰমী লী সংঘ উৎপন্ন কৰাৰ লগে লগে ক্ষেত্ৰবোৰৰ মাজৰ সম্ভাব্য আন্তঃক্ৰিয়াৰ

প্ৰকাৰবোৰ একক হৈ পৰিছিল, যাতে সমমিতিয়ে আন্তঃক্ৰিয়া নিৰ্ধাৰণ কৰিব পাৰে। এই ধাৰণাটো পদাৰ্থবিজ্ঞানলৈ য়াঙৰ সৰ্বোৎকৃষ্ট উপাদান। ই এটা চৰাইৰ অৱদান, যিয়ে আমি অধিকাংশই জীৱন কটোৱা সৰু সৰু সমস্যাপূৰ্ণ বৰ্ষাৰণ্যৰ বহু ওপৰেৰে উৰি ফুৰে।

মই অতি শ্ৰদ্ধা কৰা আন এটি চৰাই হৈছে ৰাছিয়ান গণিতজ্ঞ য়ুৰি মানিন, যিয়ে শেহতীয়াকৈ 'Mathematics as Metaphor' নামেৰে সুন্দৰ প্ৰবন্ধ সংকলন এখন প্ৰকাশ কৰিছিল [৫]। কিতাপখন মস্কোত ৰাছিয়ান ভাষাত, আৰু আমেৰিকান মেথমেটিকেল চছাইটিয়ে ইংৰাজী ভাষাত প্ৰকাশ কৰিছিল। মই ইংৰাজী সংস্কৰণটোৰ বাবে আগকথা লিখিছিলোঁ। মোৰ আগকথাৰ পৰা ইয়াত সৰু উদ্ধৃতি এটা আপোনালোকলৈ আগবঢ়াইছোঁ, "চৰাইবোৰৰ বাবে 'উপমা হিচাপে গণিত' ('Mathematics as Metaphor') এটা ধুনীয়া শ্লোগান। ই বুজায় যে গণিতৰ গভীৰতম ধাৰণা সেইবোৰেই যিয়ে ধাৰণাৰ এখন জগতক আন এখনৰ সৈতে সংযোগ কৰে। সপ্তদশ শতিকাত ডেকাৰ্টেয়ে তেওঁৰ স্থানাংকৰ ধাৰণাৰে বীজগণিত আৰু জ্যামিতিৰ দুই সম্পূৰ্ণ পৃথক জগতক সংযোগ কৰিছিল। নিউটনে তেওঁৰ তাৎক্ষণিক পৰিৱৰ্তনৰ ধাৰণাৰে (এতিয়া যাক কলনগণিত বুলি কোৱা হয়) জ্যামিতি আৰু গতিবিজ্ঞানৰ জগতখন সংযোগ কৰিছিল। ঊনবিংশ শতিকাত বুলে তেওঁৰ প্ৰতীকধৰ্মী যুক্তিৰ সহায়ত যুক্তি আৰু বীজগণিতৰ জগতখন সংযোগ কৰিছিল। ৰিমানে তেওঁৰ ৰিমান পৃষ্ঠৰ ধাৰণাৰে জ্যামিতি আৰু বিশ্লেষণৰ সংযোগ সাধন কৰিছিল। স্থানাংক, তাৎক্ষণিক পৰিৱৰ্তন, প্ৰতীকধৰ্মী যুক্তি আৰু ৰিমান পৃষ্ঠ - এই গোটেইবোৰ উপমা, যিয়ে শব্দবোৰৰ অৰ্থক চিনাকিৰ পৰা অচিনাকি প্ৰেক্ষাপটলৈ সম্প্ৰসাৰণ ঘটাইছে। মানিনৰ দৃষ্টিত গণিতৰ ভৱিষ্যৎ হৈছে উপমাবোৰৰ অন্বেষণ, যিবোৰ ইতিমধ্যে দৃশ্যমান কিন্তু আমি বুজি উঠা নাই। এইবোৰৰ সবাতোকৈ গভীৰতম উপমা হৈছে সংখ্যা তত্ত্ব আৰু পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ গঠনৰ সাদৃশ্য। দুয়োখন ক্ষেত্ৰতে তেওঁ সমান্তৰাল ধাৰণাৰ ৰেঙণি দেখিছে, নিৰৱচ্ছিন্নৰ সৈতে বিচ্ছিন্নৰ সংযোগী সমমিতি দেখিছে। তেওঁ এক একত্ৰীকৰণৰ দিশে আশাৰে বাট চাইছে, যাক তেওঁ গণিতৰ কোৱাণ্টাইজ্যেছন বুলি কয়।

"১৯০০ চনত পেৰিছত অনুষ্ঠিত গণিতজ্ঞসকলৰ আন্তৰ্জাতিক সন্মিলনত হিলবাৰ্টে তেওঁৰ ২৩ টা অসমাধিত সমস্যাৰ বিখ্যাত তালিকাখন উপস্থাপন কৰি কুৰি শতিকাৰ গণিতৰ কাৰ্য্যসূচীখন যে নিৰ্ধাৰণ কৰি দিছিল, সেই বেকনীয় কাহিনীটোৰ সৈতে মানিন একমত নহয়। মানিনৰ মতে, গণিতৰ কেন্দ্ৰীয় বিষয়বস্তুৰ বাবে হিলবাৰ্টৰ সমস্যাবোৰ এক মনোযোগ বিঘ্নকাৰীহে। গণিতৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ অগ্ৰগতি কাৰ্য্যক্ৰমৰ পৰাহে আহে, সমস্যাবোৰৰ পৰা নহয়। সমস্যাবোৰ সাধাৰণতে পুৰণি ধাৰণাবোৰকে নতুন উপায়েৰে খটুৱাই সমাধান কৰা হয়। গৱেষণাৰ কাৰ্য্যক্ৰমবোৰ হৈছে নাৰ্ছাৰী, য'ত নতুন ধাৰণাৰ জন্ম হয়। সমগ্ৰ গণিতক অধিক বিমূৰ্ত ভাষাৰে উপস্থাপন কৰা বহবাকী কাৰ্য্যক্ৰমক তেওঁ কুৰি শতিকাৰ বহু নতুন ধাৰণাৰ উৎস বুলি ভাবে। সংখ্যাতত্ত্বক জ্যামিতিৰ সৈতে একত্ৰিত কৰা লাংলাণ্ড কাৰ্যক্ৰমটো তেওঁৰ দৃষ্টিত একবিংশ শতিকাত নতুন ধাৰণা সৃষ্টিৰ বাবে এক সম্ভাৱনাপূৰ্ণ উৎস। বিখ্যাত অসমাধিত সমস্যাবোৰ সমাধান কৰা মানুহে ডাঙৰ বঁটা জিকিব পাৰে, কিন্তু নতুন কাৰ্যক্ৰম আৰম্ভ কৰা লোকসকলহে প্ৰকৃত বাটকটীয়া।"

'Mathematics as Metaphor'ৰ ৰাছিয়ান সংস্কৰণৰ দহটা অধ্যায় ইংৰাজী সংস্কৰণটোত বাদ দিয়া হৈছিল। আমেৰিকান মেথমেটিকেল চছাইটিয়ে সিদ্ধান্ত লৈছিল যে এই অধ্যায়কেইটা ইংৰাজী ভাষাৰ পাঠকৰ বাবে আগ্ৰহৰ বিষয় নহ'ব। এই বাদ দিয়া কাৰ্য্যটো দুটা দিশৰ পৰা দুৰ্ভাগ্যজনক। প্ৰথমে, ইংৰাজী সংস্কৰণৰ পঢ়ুৱৈয়ে মানিন সম্পৰ্কে এক সংক্ষিপ্ত আভাসহে পাব। কিন্তু গণিতৰ পৰিধি পাৰ হৈও এক বিস্তৃত ক্ষেত্ৰত আগ্ৰহ থকা মানিন সম্ভৱতঃ সকলো গণিতজ্ঞৰ মাজতে বিৰল। দ্বিতীয়তে, ৰুছ সংস্কৃতিৰ সংক্ষিপ্ত ৰূপ এটাহে আমি দেখিবলৈ পাওঁ; যিটো ইংৰাজী ভাষাৰ সংস্কৃতিৰ তুলনাত কম গোটত বিভক্ত আৰু গণিতজ্ঞসকলক যিয়ে ইতিহাসবিদ, শিল্পী আৰু কবিৰ অধিক ওচৰলৈ লৈ আনে।

জন ভন নয়মেন

কুৰি শতিকাৰ গণিতৰ আন এগৰাকী উল্লেখনীয় ব্যক্তি আছিল জন ভন নয়মেন। ভন নয়মেন ভেকুলী আছিল, তেওঁ তেওঁৰ বিস্ময়কৰ কাৰিকৰী দক্ষতাক গণিত আৰু পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ বিভিন্ন শাখাৰ সমস্যা সমাধানত খটুৱাইছিল। তেওঁ গণিতৰ ভেটিৰ পৰা আৰম্ভণি কৰিছিল। অসীম সংহতি আৰু অসীম সংখ্যাৰ সৈতে মোকাবিলা কৰাৰ প্ৰয়াসত কেন্টৰে সন্মুখীন হোৱা যৌক্তিক বিৰোধাভাসক অৱজ্ঞা কৰি তেওঁ সংহতি-তত্ত্বৰ বাবে প্ৰথমটো সন্তোষজনক স্বতঃসিদ্ধৰ সমষ্টি পাইছিল। ভন নয়মেনৰ স্বতঃসিদ্ধবোৰ কেইবছৰমান পাছত তেওঁৰ চৰাই বন্ধু কাৰ্ট গডেলে গণিতত অনিৰ্ণেয় নিশ্চয়োক্তিৰ (proposition) অস্তিত্ব প্ৰমাণ কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰিছিল। গডেলৰ তত্ত্বই চৰাইবোৰক গণিতৰ এক নতুন দৃষ্টিভংগী প্ৰদান কৰিছিল। গডেলৰ পাছত, গণিত পূৰ্বৰ দৰে সত্যৰ এক অদ্বিতীয় ধাৰণাৰে বন্ধা একক

সংৰচনা হৈ নাথাকিল। তাৰ পৰিৱৰ্তে গণিত হৈ পৰিল বিচিত্ৰ স্বতঃসিদ্ধ আৰু সত্যৰ বিচিত্ৰ ধাৰণাৰে পূৰ্ণ সংৰচনাৰ এক দ্বীপপুঞ্জ। গডেলে দেখুৱাইছিল যে গণিত অনিৰ্বাপনীয়। যিকেইটা স্বতঃসিদ্ধৰ সমষ্টিকে ভিত্তি হিচাপে বাছি লোৱা নহওঁক কিয়, চৰাইবোৰে সদায় এনে প্ৰশ্ন বিচাৰি পায় যাৰ উত্তৰ সেই স্বতঃসিদ্ধবোৰে দিব নোৱাৰে।

ভন নয়মেনে গণিতৰ ভেটিৰ পৰা আৰম্ভ কৰি কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞানৰ ভেটিলৈকে গৈছিল। কোৱাণ্টাম বলবিজ্ঞানক এক দৃঢ় গাণিতিক ভেটি প্ৰদান কৰিবলৈ তেওঁ 'সংকাৰকৰ আঙঠি' (rings of operators) নামৰ চমকপ্ৰদ তত্ত্বৰ সৃষ্টি কৰিছিল। প্ৰতিটো দৃশ্যমান ৰাশিক এটা ৰৈখিক সংকাৰকেৰে প্ৰদৰ্শন কৰা হয়, আৰু কোৱাণ্টাম আচৰণৰ আচহুৱা গুণবোৰ এই সংকাৰকবোৰৰ বীজগণিতেৰে বিশ্বাসযোগ্যভাবে উপস্থাপন কৰা হয়। ধ্ৰুপদী বলবিজ্ঞানক ব্যাখ্যা কৰিবলৈ নিউটনে কলন গণিত উদ্ভাৱন কৰাৰ নিচিনাকৈয়ে ভন নয়মেনে কোৱাণ্টাম গতিবিজ্ঞান ব্যাখ্যা কৰিবলৈ 'সংকাৰকৰ আঙঠি' উদ্ভাৱন কৰিছিল।

ভন নয়মেনে আন কেইবাখনো ক্ষেত্ৰলৈ মৌলিক অৱদান আগবঢ়াইছিল, বিশেষকৈ খেল তত্ত্ব আৰু ডিজিটেল কম্পিউটাৰৰ চানেকিলৈ। জীৱনৰ শেষৰ দহটা বছৰত তেওঁ কম্পিউটাৰৰ লগত গভীৰভাৱে জড়িত হৈছিল। তেওঁ কম্পিউটাৰৰ প্ৰতি ইমানেই আগ্ৰহী আছিল যে তেওঁ কেৱল সেইবোৰৰ চানেকি প্ৰস্তুত কৰাই নহয়, আচল হাৰ্ডৱেৰ আৰু ছফ্টৱেৰৰ সহায়ত এটা কম্পিউটাৰ সাজি তাত বিজ্ঞানৰ কাম কৰাৰ সিদ্ধান্ত লৈছিল। প্ৰিন্সটনৰ ইনষ্টিটিউট ফৰ এডভাঞ্চড্ ষ্টাডীত ভন নয়মেনৰ কম্পিউটাৰ প্ৰকল্পটোৰ প্ৰাৰম্ভিক দিনবোৰৰ কথা মোৰ স্পষ্টকৈ মনত আছে। সেই সময়ত তেওঁৰ প্ৰধানকৈ দুটা বৈজ্ঞানিক আগ্ৰহ আছিল, হাইড্ৰ'জেন বোমা আৰু বতৰবিজ্ঞান। তেওঁ তেওঁৰ কম্পিউটাৰটো ৰাতি হাইড্ৰ'জেন বোমাৰ গণনা কৰিবলৈ আৰু দিনৰ ভাগত বতৰবিজ্ঞানৰ বাবে ব্যৱহাৰ কৰিছিল। দিনৰ ভাগত কম্পিউটাৰ ভৱনটোৰ আশে-পাশে ঘূৰি ফুৰা অধিকাংশ লোকেই আছিল বতৰবিজ্ঞানী। তেওঁলোকৰ নেতা আছিল জুল চাৰ্ণি। চাৰ্ণি এগৰাকী প্ৰকৃত বতৰবিজ্ঞানী আছিল। বতৰৰ দুৰ্বোধ্য ৰহস্যক তেওঁ যথেষ্ট উদাৰতাৰে লৈছিল আৰু এই ৰহস্য সমাধানত কম্পিউটাৰৰ সামৰ্থ সম্পৰ্কে সন্দিহান আছিল। জন ভন নয়মেন এই সম্পৰ্কে কম বিনয়ী আছিল আৰু বৰ সন্দিহান নাছিল। প্ৰকল্পটোৰ লক্ষ্য সম্পৰ্কে নয়মেনে এটা বক্তৃতা দিয়াৰ কথা শুনিছিলোঁ। পূৰ্বৰ নিচিনাকৈয়ে তেওঁ যথেষ্ট প্ৰত্যয়েৰে কৈছিল। তেওঁ কৈছিল, "বায়ুমণ্ডলক যিকোনো এক মুহূৰ্তৰ বাবে শান্ত আৰু অশান্ত অঞ্চলত ভাগ কৰাত কম্পিউটাৰে আমাক সহায় কৰিব। শান্ত অঞ্চলবোৰ আমি পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰোঁ। অশান্ত অঞ্চলবোৰ আমি নিয়ন্ত্ৰণ কৰিব পাৰোঁ।" ভন নয়মেনে বিশ্বাস কৰিছিল যে কোনো অশান্ত অঞ্চলত সুবিবেচনাৰে সামান্য বিচ্যুতি (perturbation) যোগ দি তাক ঠেলিব পাৰি যাতে যিকোনো আকাংক্ষিত দিশলৈ লৈ যাব পৰা যায়। সৰু বিচ্যুতিবোৰ ধোঁৱা উৎপন্নকাৰী এলানি বিমানৰ জৰিয়তে প্ৰয়োগ কৰিব পাৰি, যাৰ দ্বাৰা সূৰ্য্যৰশ্মি শোষণ কৰিব পাৰি আৰু ঠায়ে ঠায়ে উষ্ণতা কম-বেছি কৰিব পাৰি, য'ত বিচ্যুতিবোৰ সবাতোকৈ প্ৰভাৱশীল হ'ব। বিশেষকৈ অশান্ত স্থান এডোখৰ যথেষ্ট পূৰ্বে চিনাক্ত কৰি আমি প্ৰাৰম্ভিক পৰ্য্যায়ত থকা হাৰিকেনক ৰখাব পাৰোঁ, আৰু তাৰ পাছত সেই অঞ্চলৰ বায়ুখিনিয়ে ঊৰ্ধ্বমুখী গতিৰে পকনীয়া সৃষ্টি কৰাৰ পূৰ্বেই তাক ঠাণ্ডা কৰিব পাৰোঁ। ১৯৫০ চনত ভন নয়মেনে কৈছিল যে বায়ুমণ্ডলৰ শান্ত আৰু অশান্ত অঞ্চলক নিখুঁতভাবে চিনাক্ত কৰিব পৰা শক্তিশালী কম্পিউটাৰ নিৰ্মাণ কৰিবলৈ মাত্ৰ দহ বছৰহে লাগিব। তাৰ পাছত যেতিয়া আমি সঠিকভাবে অঞ্চলবোৰ চিনাক্ত কৰি ল'ম, তাক নিয়ন্ত্ৰণ কৰিবলৈও আমাক অতি কম সময় লাগিব। তেওঁ আশা কৰিছিল যে বতৰক ব্যৱহাৰিকভাবে নিয়ন্ত্ৰণ কৰাটো ১৯৬০ৰ দশকৰ পৰাই এক নিয়মীয়া পদ্ধতি হৈ পৰিব।

নিঃসন্দেহে ভন নয়মেন ভুল আছিল। তেওঁ ভুল কৰিছিল কিয়নো তেওঁ বিশৃংখলাৰ (chaos) কথা জনা নাছিল। এতিয়া আমি জানোঁ যে বায়ুমণ্ডলৰ গতি যেতিয়া স্থানীয়ভাবে অশান্ত হয়, তেতিয়া ই প্ৰায়েই বিশৃংখলপূৰ্ণ হয়। 'বিশৃংখলপূৰ্ণ' (chaotic) শব্দটোৱে বুজাই যে ওচৰা-ওচৰিকৈ আৰম্ভ হোৱা গতিও সময় যোৱাৰ লগে লগে সূচকীয় হাৰত সলনি হয়। যেতিয়া গতি বিশৃংখলপূৰ্ণ হয়, সি অননুমেয় হৈ পৰে। সৰু বিচ্যুতিয়ে সাধাৰণতে অন্য এক বিশৃংখল গতিৰ সৃষ্টি কৰে, যি সমানেই অননুমেয়। গতিকে বতৰক নিয়ন্ত্ৰণ কৰা ভন নয়মেনৰ ৰণকৌশল ব্যৰ্থ হয়। সৰ্বোপৰি, তেওঁ এগৰাকী মহান গণিতজ্ঞ আছিল যদিও এগৰাকী মধ্যমীয়া বতৰবিজ্ঞানীহে আছিল।

১৯৬৩ চনত এডৱাৰ্ড লৰে'ঞ্জে আৱিষ্কাৰ কৰিছিল যে বতৰবিজ্ঞানৰ সমীকৰণৰ সমাধানবোৰ প্ৰায়েই বিশৃংখলপূৰ্ণ। সেয়া ভন নয়মেনৰ মৃত্যুৰ ছয় বছৰ পাছৰ কথা। লৰে'ঞ্জ্ এগৰাকী বতৰবিজ্ঞানী আছিল আৰু তেওঁক সাধাৰণতে বিশৃংখলাৰ আৱিষ্কাৰক বুলি গণ্য কৰা হয়। বতৰবিজ্ঞানৰ পৰিপ্ৰেক্ষিতত তেওঁ বিশৃংখলাৰ পৰিঘটনাটো আৱিষ্কাৰ কৰিছিল আৰু তাৰ আধুনিক নামবোৰ দিছিল। আচলতে মই শুনিছিলোঁ যে গণিতজ্ঞ মেৰি কাৰ্টৰাইটে (১৯৯৮ চনত ৯৭ বছৰ বয়সত তেওঁৰ মৃত্যু হৈছিল) একেটা পৰিঘটনাকে ১৯৪৩ চনত কেমব্ৰিজত দিয়া

বক্তৃতা এটাত কৈছিল। সেয়া লৰে'ঞ্জৰ আৱিষ্কাৰৰ বিছ বছৰ আগৰ কথা। তেওঁ পৰিঘটনাটোক অন্য নাম দিছিল, কিন্তু সেয়া দৰাচলতে একেটা পৰিঘটনাই আছিল। অৰৈখিক পৰিবৰ্ধকৰ দোলন ব্যাখ্যা কৰা ভান ডাৰ পল সমীকৰণৰ সমাধানত তেওঁ সেইবোৰ আৱিষ্কাৰ কৰিছিল, [২]। ভান ডাৰ পল সমীকৰণ দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধৰ সময়ত গুৰুত্বপূৰ্ণ আছিল কিয়নো পুৰণি ৰাডাৰ ব্যৱস্থাত থকা অনাতাঁৰ প্ৰেৰক যন্ত্ৰত অৰৈখিক পৰিবৰ্ধকবোৰে শক্তি যোগান ধৰিছিল। অনাতাঁৰ প্ৰেৰক যন্ত্ৰবোৰে অনিৰ্ভৰযোগ্য আচৰণ কৰিছিল, আৰু বায়ু সেনা বাহিনীয়ে ক্ৰটিপূৰ্ণ পৰিবৰ্ধক নিৰ্মাণ কৰা বাবে নিৰ্মাণকৰ্তাক দোষাৰোপ কৰিছিল। মেৰি কাৰ্টৰাইটক সমস্যাটো পৰীক্ষা কৰি চাবলৈ কোৱা হৈছিল। তেওঁ দেখুৱাইছিল যে সমস্যাটোৰ বাবে নিৰ্মাণকৰ্তা জগৰীয়া নহয়। ভান ডাৰ পল সমীকৰণটোহে তাৰ বাবে জগৰীয়া। ভান ডাৰ পল সমীকৰণটোৰ সমাধানে ঠিক সিমানেই বিশৃংখলপূৰ্ণ আচৰণ দেখুৱাইছিল, যিখিনিক লৈ সেনা বাহিনীয়ে আপত্তি কৰিছিল। ভন নয়মেনে বতৰ নিয়ন্ত্ৰণৰ কথা কোৱা বুলি শুনাৰ সাত বছৰ পূৰ্বেই মই মেৰি কাৰ্টৰাইটৰ পৰা বিশৃংখলা সম্পৰ্কে সকলো কথা শুনিছিলোঁ। কিন্তু দুয়োটা কথা সংযোগ কৰিব পৰাকৈ মই দূৰদৰ্শী নাছিলোঁ। মোৰ মনলৈ এবাৰো অহা নাছিল ভান ডাৰ পল সমীকৰণৰ আসোঁৱাহপূৰ্ণ আচৰণৰ লগত বতৰ বিজ্ঞানৰ কিবা সম্পৰ্ক আছে। যদি ভেকুলী হোৱাৰ পৰিৱৰ্তে মই এটা চৰাই হ'লোঁহেঁতেন, মই হয়তো দুয়োটাৰ মাজৰ সংযোগটো দেখিলোহেঁতেন আৰু ভন নয়মেনক ভালেখিনি জটিলতাৰ পৰা ৰক্ষা কৰিব পাৰিলোহেঁতেন। যদি তেওঁ ১৯৫০ চনতে বিশৃংখলাৰ কথা জানিলেহেঁতেন, তেওঁ হয়তো এই সম্পৰ্কে যথেষ্ট গভীৰভাৱে ভাবি চালেহেঁতেন আৰু ১৯৫৪ চনলৈ তেওঁৰ সম্ভৱতঃ এই সম্পৰ্কে কিছু গুৰুত্বপূৰ্ণ কথা ক'ব লগা থাকিলহেঁতেন।

ভন নয়মেনে জীৱনৰ অন্তিম ফালে কঠিন পৰিস্থিতিৰ সন্মুখীন হৈছিল কিয়নো তেওঁ আচলতে এটা ভেকুলী আছিল। কিন্তু সকলোৱে তেওঁক চৰাইৰ নিচিনাকৈ উৰি ফুৰাটো আশা কৰিছিল। ১৯৫৪ চনত আমষ্টাৰ্ডামত গণিতজ্ঞসকলৰ আন্তৰ্জাতিক সন্মিলন অনুষ্ঠিত হৈছিল। এই সন্মিলনখন প্ৰতি চাৰি বছৰৰ মূৰত এবাৰ অনুষ্ঠিত হয় আৰু ইয়াৰ মুকলি বৈঠকলৈ বক্তৃতা প্ৰদানৰ বাবে আমন্ত্ৰিত হোৱাটো এক ডাঙৰ সন্মান। আমষ্টাৰ্ডাম অধিৱেশনৰ আয়োজকমণ্ডলীয়ে ভন নয়মেনক এই আশাৰে মূল বক্তৃতা দিবলৈ আমন্ত্ৰণ জনাইছিল যে হিলবাৰ্টে ১৯০০ চনত পেৰিছ অধিৱেশনত কৰা কামটো তেওঁ পুনৰাবৃত্তি কৰিব। কুৰি শতিকাৰ প্ৰথমাৰ্ধত গণিতৰ অগ্ৰগতিক পথপ্ৰদৰ্শনৰ বাবে হিলবাৰ্টে অসমাধিত সমস্যাৰ তালিকা এখন দাঙি ধৰাৰ নিচিনাকৈয়ে নয়মেনক শতিকাটোৰ দ্বিতীয়াৰ্ধৰ বাবে একেটা কাম কৰিবলৈ আমন্ত্ৰণ জনোৱা হৈছিল। সন্মিলনৰ কাৰ্য্যসূচীত ভন নয়মেনৰ বক্তৃতাটোৰ শিৰোনাম ঘোষণা কৰা হৈছিল। শিৰোনামটো আছিল– 'Unsolved Problems in Mathematics: Address by Invitation of the Organizing Committee'। সন্মিলনখন সামৰণি পৰাৰ পাছত সমগ্ৰ কাৰ্য্যবিৱৰণী প্ৰকাশ কৰা হৈছিল। তাত এই বক্তৃতাটোৰ বাহিৰে আন সকলো বক্তৃতা লিপিবদ্ধ ৰূপত আছিল। কাৰ্য্যবিৱৰণীখনত ভন নয়মেনৰ নাম আৰু তেওঁৰ বক্তৃতাটোৰ শিৰোনামেৰে সৈতে এটা খালী পৃষ্ঠা আছিল। তলত এনেদৰে লিখা আছিল, "এই বক্তৃতাটোৰ পাণ্ডুলিপি উপলব্ধ নাছিল।"

আচলতে কি ঘটিছিল? কৈ হৈছিল মই জানো, কিয়নো কনচাৰ্টজিবউ সভাঘৰত ১৯৫৪ চনৰ ২ ছেপ্টেম্বৰ, বৃহস্পতিবাৰে আবেলি ৩ বজাত উপস্থিত থকা শ্ৰোতাসকলৰ মাজত ময়ো এজন আছিলোঁ। সভাঘৰটো গণিতজ্ঞৰে ভৰি আছিল, সকলোৱে ঐতিহাসিক মুহূৰ্ত এটাৰ যোগ্য এটা চমৎকাৰী বক্তৃতা শুনিবলৈ পোৱাৰ আশা কৰি আছিল। কিন্তু বক্তৃতাটো সম্পূৰ্ণ নিৰাশাজনক আছিল। অসমাধিত সমস্যা সম্পৰ্কে বক্তৃতা এটা দিবলৈ ভন নয়মেনে হয়তো বহু বছৰ পূৰ্বেই সন্মতি দিছিল আৰু পাছলৈ সেই কথা পাহৰি গৈছিল। আন বহু বিষয়ৰ সৈতে ব্যস্ত থকাৰ বাবে তেওঁ বক্তৃতাটোৰ বাবে কৰিবলগীয়া প্ৰস্তুতিক উপেক্ষা কৰিছিল। শেষ মুহূৰ্তত যেতিয়া তেওঁৰ মনত পৰিল যে তেওঁ আমষ্টাৰ্ডামলৈ যাব লাগে আৰু গণিত সম্পৰ্কে কিবা এটা ক'ব লাগে, তেওঁ দেৰাজৰ পৰা ১৯৩০ৰ দশকৰ পুৰণি বক্তৃতা এটা উলিয়ালে আৰু ধূলি আঁতৰালে। বক্তৃতাটো আছিল 'সংকাৰকৰ আঙঠি' সম্পৰ্কে, যিটো বিষয় ১৯৩০ৰ দশকত নতুন আৰু মনোগ্ৰাহী আছিল। তাত অসমাধিত সমস্যা সম্পৰ্কে কোনো কথা নাই। ভৱিষ্যৎ সম্পৰ্কে কোনো কথা নাই। কম্পিউটাৰ সম্পৰ্কেও একো কথা নাই, যিটো বিষয় নয়মেনৰ হৃদয়ৰ একেবাৰে ওচৰৰ বুলি আমি জানিছিলোঁ। অন্ততঃ কম্পিউটাৰ সম্পৰ্কে ক'বলগীয়া কিবা নতুন আৰু উত্তেজনাপূৰ্ণ কথা তেওঁৰ হয়তো আছিল। সভাকক্ষত বহি থকা শ্ৰোতাসকল অধৈৰ্য্য হৈ পৰিছিল। কোনোবাই গোটেই কক্ষটোত শুনিব পৰাকৈ উচ্চ স্বৰত "Aufgew ärmte Suppe" বুলি কৈছিল, যাৰ অৰ্থ আছিল "গৰম কৰা জোল"। ১৯৫৪ চনত অধিকাংশ গণিতজ্ঞই সেই ধেমালিটো বুজিব পৰাৰ জোখাৰে জাৰ্মান ভাষা জানিছিল। অতিশয় লজ্জিত হৈ নয়মেনে কম সময়ৰ ভিতৰতে বক্তৃতাটো শেষ কৰিছিল আৰু কোনো প্ৰশ্নলৈ বাট নোচোৱাকৈয়ে সভাঘৰ এৰিছিল।

দুৰ্বল বিশৃংখলা

ভন নয়মেনে আমষ্টাৰ্ডামত বক্তৃতা দিয়াৰ সময়ত তেওঁ যদি বিশৃংখলা সম্পৰ্কে জানিলেহেঁতেন, তেওঁ ক'ব পৰা অসমাধিত সমস্যাবোৰৰ ভিতৰত এটা হ'লহেঁতেন দুৰ্বল বিশৃংখলা সমস্যা। দুৰ্বল বিশৃংখলাৰ সমস্যাটো আজি পঞ্চাশ বছৰ পাছতো অসমাধিত ৰূপত আছে। সমস্যাটো হ'ল, বিশৃংখলপূৰ্ণ গতি প্ৰায়ভাগ সময়তে কিয় পৰিসীমা এটাৰ ভিতৰত আবদ্ধ হৈ থাকে আৰু ই কোনো প্ৰবল অস্থিৰতাৰ সৃষ্টি নকৰে; তাক বুজি উঠা। দুৰ্বল বিশৃংখলাৰ এটা ভাল উদাহৰণ হ'ল সৌৰজগতৰ গ্ৰহ আৰু কৃত্ৰিম উপগ্ৰহবোৰৰ কক্ষীয় গতি। অতি শেহতীয়াকৈহে এই কথা আৱিষ্কাৰ হৈছিল যে এইবোৰৰ গতি বিশৃংখলপূৰ্ণ। ই এক আশ্চৰ্য্যকৰ আৱিষ্কাৰ আছিল, যিয়ে সৌৰজগতখনৰ গতি শৃংখলিত সুস্থিৰ বুলি চলি অহা পৰম্পৰাগত ছবিখন বিপৰ্য্যয়ত পেলাইছিল। দুশ বছৰ পূৰ্বে লাপ্লাছে ভাবিছিল যে তেওঁ সৌৰজগতখন সুস্থিৰ বুলি প্ৰমাণ কৰিছে। এতিয়া দেখা গৈছে যে লাপ্লাছ ভুল আছিল। কক্ষবোৰৰ নিখুঁত সাংখ্যিক অনুকলনে দেখুৱায় যে নিকটৱৰ্তী কক্ষবোৰ সূচকীয়ভাবে মূল গতিপথৰ পৰা আঁতৰি যায়। এনে লাগে যেন ধ্ৰুপদী গতিবিজ্ঞানৰ জগতখনত বিশৃংখলা প্ৰায় সাৰ্বজনীন।

দীঘলীয়া নিখুঁত অনুকলন ব্যৱহাৰৰ পূৰ্বে সৌৰজগতত বিশৃংখলপূৰ্ণ আচৰণৰ কথা কেতিয়াও সন্দেহ কৰা হোৱা নাছিল, কিয়নো সেই বিশৃংখলা আছিল দুৰ্বল। দুৰ্বল বিশৃংখলাই বুজায় যে কাষৰীয়া গতিপথবোৰ সূচকীয়ভাবে পথচ্যুত হয় যদিও এই পথচ্যুতি কেতিয়াও বেছি দূৰলৈ নাযায়। এই পথচ্যুতি সূচকীয়ভাবে আৰম্ভ হয়, কিন্তু পিছলৈ ই এটা পৰিসীমাত আবদ্ধ হৈ থাকে। গ্ৰহীয় গতিৰ বিশৃংখলা দুৰ্বল বাবেই সৌৰজগতখন চাৰিশ কোটি বছৰজুৰি বৰ্তি থাকিব পাৰে। যদিও গতিবোৰ বিশৃংখল, গ্ৰহবোৰে সেইবোৰৰ প্ৰথাগত কক্ষৰ পৰা বেছি দূৰলৈ আঁতৰি নাযায়, আৰু সামগ্ৰিকভাবে গোটেই সৌৰজগতখন খণ্ড-বিখণ্ড হৈ নাযায়। বিশৃংখলাৰ প্ৰাদুৰ্ভাব থকাৰ পিছতো ঘড়ীৰ কাঁটা অনুসৰি ঘূৰা সৌৰজগতৰ নিৰ্ভুল লাপ্লাছীয় ছবিখন সত্যৰ পৰা বেছি দূৰত নহয়।

দুৰ্বল বিশৃংখলাৰ পৰিঘটনাটো আমি বতৰবিজ্ঞানৰ ক্ষেত্ৰতো দেখিবলৈ পাওঁ। যদিও নিউ জাৰ্ছিৰ বতৰটো অতি বিশৃংখলপূৰ্ণ, এই বিশৃংখলাৰ এক দৃঢ় সীমা আছে। গ্ৰীষ্ম আৰু শীতকালবোৰ পূৰ্বানুমান কৰিব নোৱাৰাকৈ মৃদু বা তীব্ৰ; কিন্তু আমি নিৰ্ভৰযোগ্যতাৰে পূৰ্বানুমান কৰিব পাৰোঁ যে উষ্ণতা কেতিয়াও ৪৫ ডিগ্ৰী চেলছিয়াচলৈ নাবাঢ়ে বা −৩০ ডিগ্ৰীলৈ কমি নাযায়, যিধৰণৰ চৰমবিন্দু ভাৰত বা মিন্নেছটাত প্ৰায়েই অতিক্ৰম হোৱা দেখা যায়। পদাৰ্থবিজ্ঞানত এনে কোনো সংৰক্ষণশীলতাৰ নীতি নাই যিয়ে নিউ জাৰ্ছিৰ উষ্ণতা ভাৰতৰ দৰে অতি উচ্চতালৈ উঠা বা মিন্নেছটাৰ দৰে নিম্নগামী হোৱাৰ পৰা বাৰণ কৰে। এই গ্ৰহটোত জীৱৰ দীৰ্ঘস্থায়ী অস্তিত্বৰক্ষাৰ বাবে বিশৃংখলৰ দুৰ্বলতা অতিশয় প্ৰয়োজনীয়। দুৰ্বল বিশৃংখলাই আমাক বতৰৰ প্ৰত্যাহ্বানপূৰ্ণ ভিন্নতা দিয়ে যদিও একে সময়তে আমাৰ অস্তিত্ব বিপন্ন হ'ব পৰা অতিশয় উত্থান-পতনৰ পৰা ৰক্ষাও কৰে। সৌভাগ্যক্ৰমে বিশৃংখলা দুৰ্বল যদিও, ইয়াৰ কাৰণ আমি বুজি উঠা নাই। শ্ৰোতাসকলৰ মাজৰ ডেকা ভেকুলীবোৰে লগত নিব পৰা ই আন এক অসমাধিত সমস্যা। বিভিন্ন প্ৰকাৰৰ গতিশীল প্ৰক্ৰিয়াত দেখা বিশৃংখলা সাধাৰণতে কিয় দুৰ্বল, তাৰ কাৰণবোৰ বুজাটো মই তোমালোক সকলোলৈ এক প্ৰত্যাহ্বান হিচাপে আগবঢ়ালোঁ।

বিশৃংখলা বিষয়টো বহুতো পৰিমাণগত তথ্যৰে পূৰ্ণ, ধুনীয়া চিত্ৰৰ এক অনন্ত ভাণ্ডাৰ, আৰু ইয়াত কঠোৰ (rigorous) তত্ত্বৰ অভাৱ। কোনো বিষয় এটাক বৌদ্ধিক গভীৰতা আৰু নিৰ্ভুলতা প্ৰদানৰ সৰ্বোৎকৃষ্ট উপায় হৈছে কঠোৰ তত্ত্ববোৰ। যেতিয়ালৈকে তুমি কঠোৰ তত্ত্ববোৰ প্ৰমাণ কৰিব নোৱাৰা, তুমি ধাৰণাবোৰৰ অৰ্থ সম্পূৰ্ণকৈ বুজি পাব নোৱাৰা। বিশৃংখলাৰ ক্ষেত্ৰত মই মাত্ৰ এটা কঠোৰ তত্ত্বৰ কথা জানো। টিয়েন-ইয়েন লী আৰু জিম য়ৰ্কে ১৯৭৫ চনত প্ৰমাণ কৰা তত্ত্বটো 'Period Three Implies Chaos' শিৰোনামৰ সংক্ষিপ্ত গৱেষণা-পত্ৰ এখনত প্ৰকাশ পাইছিল, [8]। গণিতৰ ৰচনাৰাজিৰ ক্ষেত্ৰত লী-য়ৰ্কৰ পত্ৰখন অমৰ ৰত্নবোৰৰ মাজৰ এটা। কোনো অন্তৰাল এটাৰ তাৰ নিজৰ সৈতেই থকা অৰৈখিক সম্পৰ্কৰ সৈতে তেওঁলোকৰ তত্ত্বটো জড়িত। যেতিয়া এই সম্পৰ্কটো পুনৰাবৃত্তি কৰা হয়, বিন্দু এটাৰ ধাৰাবাহিক স্থানবোৰক ধ্ৰুপদী কণা এটাৰ কক্ষপথ বুলি গণ্য কৰিব পাৰি। যদি বিন্দু এটাই N টা সম্পৰ্কৰ পাছত তাৰ পূৰ্বৰ স্থানলৈ ঘূৰি আহে, তেন্তে কক্ষপথটোৰ পৰ্য্যায় হ'ব N। এইক্ষেত্ৰত কক্ষপথ এটাক বিশৃংখল বুলি কোৱা হ'ব যদিহে ই সকলো পৰ্য্যাবৃত্তীয় কক্ষপথৰ পৰা বিচ্যুত হয়। তত্ত্বটোৱে কয় যে যদি এনে কোনো কক্ষপথ আছে যাৰ তিনিটাকৈ পৰ্য্যায় আছে, তেনেহ'লে বিশৃংখল কক্ষপথৰো অস্তিত্ব থাকিব। ইয়াৰ প্ৰমাণ সৰল আৰু চুটি। মোৰ দৃষ্টিত, বিশৃংখলাৰ প্ৰাথমিক প্ৰকৃতি সম্পৰ্কে হাজাৰখন ধুনীয়া ছবিতকৈও এই তত্ত্ব আৰু ইয়াৰ প্ৰমাণটোৱে বেছি পোহৰ পেলাব। তত্ত্বটোৱে ব্যাখ্যা কৰে যে বিশ্বত বিশৃংখলা কিয় ব্যাপকভাৱে প্ৰসাৰিত। বিশৃংখলা প্ৰায়েই কিয় দুৰ্বল, তত্ত্বটোৱে সেয়া ব্যাখ্যা নকৰে। সি ভৱিষ্যতৰ কাম হিচাপে এতিয়াও বাকী আছে। মোৰ বিশ্বাস যে যেতিয়ালৈকে আমি দুৰ্বল বিশৃংখলা সম্পৰ্কীয় কঠোৰ তত্ত্ব প্ৰমাণ কৰিব

নোৱাৰোঁ, আমি ইয়াক মৌলিক ধৰণেৰে বুজি নাপাম।

ৰজ্জু তত্ত্ববিদসকল

ৰজ্জু তত্ত্ব সম্পৰ্কে মই কেইষাৰমান কথা ক'ব বিচাৰিম। অতি সামান্য কথাহে ক'ম, কিয়নো ৰজ্জু তত্ত্ব সম্পৰ্কে মোৰ জ্ঞান তেনেই চালুকীয়া। মই কেতিয়াও বিষয়টো শিকাৰ জটিলতা উঠোৱা নাছিলোঁ, বা নিজাববীয়াকৈ বিষয়টোৰ সম্পৰ্কত কাম কৰা নাছিলোঁ। কিন্তু যেতিয়া মই প্ৰিন্সটনৰ ইনষ্টিটিউট ফৰ এডভাঞ্চড্ ষ্টাডীৰ ঘৰত থাকোঁ, মই ৰজ্জু তত্ত্ববিদসকলৰ দ্বাৰা ঘেৰ খাই থাকোঁ, আৰু কেতিয়াবা তেওঁলোকৰ কথাবাৰ্তা শুনো। মাজে-সময়ে তেওঁলোকৰ কথাবাৰ্তাৰ কিছুকথা মই বুজি পাওঁ। তিনিটা কথা স্পষ্ট। প্ৰথম কথা, তেওঁলোকে কৰি থকা কামবোৰ প্ৰথম শ্ৰেণীৰ গণিত। নেতৃস্থানীয় বিশুদ্ধ গণিতজ্ঞ যেনে মাইকেল আটিয়া আৰু ইছাদৰ ছিংগাৰে বিষয়টো ভাল পায়। ই নতুন ধাৰণা আৰু নতুন সমস্যাৰে পূৰ্ণ গণিতৰ এক সম্পূৰ্ণ নতুন শাখা মুকলি কৰিছে। সবাতোকৈ উল্লেখনীয় দিশটো হ'ল, ই গণিতজ্ঞসকলক পুৰণি সমস্যাবোৰকে নতুন উপায়েৰে সমাধানৰ বাট দেখুৱাইছে যিবোৰ পূৰ্বতে অসমাধিত ৰূপত আছিল। দ্বিতীয়তে, ৰজ্জু তত্ত্ববিদসকলে নিজকে গণিতজ্ঞৰ পৰিৱৰ্তে পদাৰ্থবিজ্ঞানী বুলি ভাবে। তেওঁলোকৰ বিশ্বাস যে সেই তত্ত্ববোৰে ভৌতিক জগতখনৰ কিবা বাস্তৱ বস্তু ব্যাখ্যা কৰে। তৃতীয়তে, এতিয়াও কোনো প্ৰমাণ নাই যে তত্ত্বটো পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ বাবে প্ৰাসংগিক। তত্ত্বটো এতিয়াও পৰীক্ষা কৰি চাব পৰা হোৱা নাই। তত্ত্বটো পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ আন অংশৰ পৰা বিচ্ছিন্ন হৈ নিজৰ জগত এখনতে আবদ্ধ হৈ আছে। ৰজ্জু তত্ত্ববিদসকলে বাস্তৱ জগতত পৰীক্ষা কৰি চাব পৰা ফলাফল নিৰ্ণয় কৰিবলৈ যথেষ্ট শ্ৰম কৰিছে, কিন্তু এতিয়াও সাফল্যৰ মুখ দেখা নাই।

ৰজ্জু তত্ত্ব আৱিষ্কাৰ কৰা মোৰ সহকৰ্মী এড ৱিটেন, জুৱান মাল্ডাচেনা আৰু আনসকল চৰাই। তেওঁলোকে বহু ওপৰেৰে উৰি ফুৰে আৰু দীৰ্ঘ পৰিসৰৰ পৰ্বতবোৰৰ সুন্দৰ দৃশ্য দেখা পায়। বিশ্বৰ বিভিন্ন বিশ্ববিদ্যালয়সমূহত থকা ৰজ্জু তত্ত্বৰ হাজাৰ হাজাৰ বিনয়ী চৰ্চাবিদসকল ভেকুলী। চৰায়ে প্ৰথমে দিগন্তত দেখা গাণিতিক সংৰচনাসমূহৰ তেওঁলোকে সূক্ষ্ম বিৱৰণ উদঘাটনত লাগিছে। ৰজ্জু তত্ত্ব সম্পৰ্কে মোৰ উৎকণ্ঠাৰ কাৰণ সমাজতাত্ত্বিকহে, বৈজ্ঞানিক নহয়। নতুন নতুন সংযোগ আৰু অগ্ৰৱৰ্তী নতুন পদ্ধতি আৱিষ্কাৰ কৰি থকা প্ৰথম হাজাৰ গৰাকী ৰজ্জু তত্ত্ববিদৰ এগৰাকী হ'ব পৰাটো গৌৰৱৰ কথা। কিন্তু দ্বিতীয় হাজাৰগৰাকীৰ বা দশম হাজাৰ গৰাকীৰ এগৰাকী হ'ব পৰাটো বিশেষ যশপূৰ্ণ কথা নহয়। সম্প্ৰতি প্ৰায় দহ হাজাৰ ৰজ্জু তত্ত্ববিদ বিশ্বৰ বিভিন্ন প্ৰান্তত সিঁচৰতি হৈ আছে। এই পৰিস্থিতিটো দশম হাজাৰ বা আনকি দ্বিতীয় হাজাৰত থকা লোকসকলৰ বাবেও সংকটপূৰ্ণ। কোনো আগজাননী নোহোৱাকৈ এনে হৈ যাব পাৰে যে প্ৰচলিত শৈলীটো সলনি হ'ল আৰু ৰজ্জু তত্ত্ব আকৰ্ষণহীন হৈ পৰিল। তেতিয়া ন হাজাৰ ৰজ্জু তত্ত্ববিদে তেওঁলোকৰ চাকৰি হেৰুৱাব পাৰে। তেওঁলোক অতি সংকীৰ্ণ ক্ষেত্ৰ এখনতহে প্ৰশিক্ষিত হৈছে, আৰু বিজ্ঞানৰ আন ক্ষেত্ৰত তেওঁলোক নিয়োগযোগ্য নহ'ব পাৰে।

যুৱপ্ৰজন্মৰ ইমানসংখ্যক লোক ৰজ্জু তত্ত্বৰ প্ৰতি কিয় আকৰ্ষিত? এই আকৰ্ষণৰ কাৰণ আংশিকভাবে বৌদ্ধিক। ৰজ্জু তত্ত্ব সাহসিকতাপূৰ্ণ আৰু গাণিতিকভাবে সুষমাপূৰ্ণ। কিন্তু এই আকৰ্ষণ সমাজতত্ত্বৰ লগতো জড়িত। ৰজ্জু তত্ত্ব আকৰ্ষণীয় কিয়নো ই কৰ্মসংস্থাপন দিয়ে। ৰজ্জু তত্ত্বত ইমান চাকৰি যোগান ধৰা হয় কিয়? কাৰণ ৰজ্জু তত্ত্ব সস্তীয়া। যদি আপুনি ভিতৰুৱা ঠাই এখনৰ পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ বিভাগ এটাৰ মুৰব্বী আৰু আপোনাৰ হাতত বেছি পইছা নাই, আপুনি প্ৰায়োগিক পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ বাবে এটা আধুনিক গৱেষণাগাৰ সাজিবলৈ পইছা যোগান ধৰিব নোৱাৰিব। কিন্তু আপুনি কেইগৰাকীমান ৰজ্জু তত্ত্ববিদক নিয়োগ কৰিব পাৰিব। গতিকে আপুনি ৰজ্জু তত্ত্বত কেইটামান নিযুক্তি দিলে আৰু আপুনি এতিয়া এটা আধুনিক পদাৰ্থবিজ্ঞান বিভাগ পালে। মুৰব্বীগৰাকীৰ বাবে এনে সংস্থাপন আগবঢ়োৱা বা যুৱ লোকসকলৰ এনে নিযুক্তি গ্ৰহণ কৰাৰ প্ৰৱণতা অতি বেছি। যুৱ লোকসকলৰ বাবে আৰু বিজ্ঞানৰ ভৱিষ্যতৰ বাবেও ই এক ক্ষতিকৰ অৱস্থিতি। মই কোৱা নাই যে যুৱচামে ৰজ্জু তত্ত্বত কাম কৰি উপভোগ কৰিলেও আমি তেওঁলোকক সেইটো ক্ষেত্ৰত কাম কৰাৰ বাবে নিৰুৎসাহিত কৰিব লাগে। মই ক'ব বিচাৰিছোঁ যে আমি তেওঁলোকক বিকল্প বাছনিও আগবঢ়োৱা উচিত, যাতে তেওঁলোকে আৰ্থিক প্ৰয়োজনীয়তাৰ বাবেই ৰজ্জু তত্ত্বৰ ফালে যাবলগীয়া নহয়।

সৰ্বশেষত ৰজ্জু তত্ত্বৰ ভৱিষ্যৎ সম্পৰ্কে মোৰ নিজস্ব অনুমানটোকে কওঁ। মোৰ অনুমান হয়তো ভুল। মই ভৱিষ্যৎবাণী কৰিব পাৰোঁ বুলি মোৰ কোনো ভ্ৰম হোৱা নাই। কেৱল আপোনালোকে চিন্তা কৰিবলৈ কিবা এটা পাব বুলিহে মই মোৰ আন্দাজটো আগবঢ়াম। মই ভাবোঁ যে ৰজ্জু তত্ত্ব সম্পূৰ্ণ সফল বা সম্পূৰ্ণ বিফল – এই দুয়োটা হোৱাৰে সম্ভাৱনা নাই। সম্পূৰ্ণ সফল মানে মই এইটো ক'ব বিচাৰিছোঁ যে কণিকা আৰু সিহঁতৰ আন্তঃক্ৰিয়াৰ সকলো তথ্য বিতংভাবে ব্যাখ্যা কৰা পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ ই এটা পূৰ্ণাংগ তত্ত্ব। সম্পূৰ্ণ বিফল মানে ই কেৱল বিশুদ্ধ গণিতৰ এক সুন্দৰ অংশ হৈ থকাৰ কথা বুজাইছোঁ। মোৰ অনুমান যে

ৰজ্জু তত্ত্বটো সম্পূৰ্ণ সফল বা সম্পূৰ্ণ বিফলৰ মাজৰ কোনো এঠাইত থাকি যাব। মোৰ মতে ই লী সংঘৰ তত্ত্বৰ নিচিনা হ'ব, যিটো ঊনবিংশ শতিকাত ছ'ফাচ লীয়ে ধ্ৰুপদী পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ এক গাণিতিক সংৰচনা হিচাপে সৃষ্টি কৰিছিল। যেতিয়ালৈকে পদাৰ্থবিজ্ঞান ধ্ৰুপদী হৈ আছিল, লী সংঘ বিফল আছিল। সেইবোৰ এক সমাধান আছিল যি প্ৰশ্নৰ সন্ধানত আছিল। কিন্তু পঞ্চাশ বছৰ পাছত কোৱাণ্টাম বিপ্লৱে পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ ৰেহৰূপ সলনি কৰি পেলাইছিল, আৰু লী সংঘই তাৰ উপযুক্ত স্থান বিচাৰি পাইছিল। কোৱাণ্টাম জগতখনত সমমিতিৰ কেন্দ্ৰীয় ভূমিকা বুজিবৰ বাবে সেইবোৰ অতি প্ৰয়োজনীয় আছিল। মোৰ আশা যে আগন্তুক পঞ্চাশ বা এশ বছৰত পদাৰ্থবিজ্ঞানৰ আন এক বিপ্লৱ হ'ব, আৰু আমাৰ সামান্যতম আভাসো নথকা নতুন ধাৰণাৰ সূচনা হ'ব, আৰু এই ধাৰণাবোৰে ৰজ্জু তত্ত্বক এক নতুন অৰ্থ দিব। তাৰ পাছতে ৰজ্জু তত্ত্বই হঠাৎ তাৰ উপযুক্ত স্থানখন বিচাৰি পাব, আৰু জগত সম্পৰ্কে পৰীক্ষা কৰি চাব পৰা সিদ্ধান্তও দিব পাৰিব। মই সতৰ্ক কৰি দিছোঁ যে ভৱিষ্যৎ সম্পৰ্কে মোৰ এই অনুমান সম্ভৱতঃ ভুল। ই মিথ্যাপ্ৰমাণ কৰিব পৰা গুণৰ অধিকাৰী, যিটো কাৰ্ল পপাৰৰ মতে যিকোনো বৈজ্ঞানিক উক্তিৰ হলমাৰ্ক। কাইলৈ জেনেভাৰ লাৰ্জ্ হেড্ৰন কলাইডাৰত হোৱা কোনো নতুন আৱিষ্কাৰে মোৰ উক্তিক ধূলিসাৎ কৰি পেলাব পাৰে।

পুনৰবাৰ মানিন

বক্তৃতাটো শেষ কৰিবলৈ মই যুৰী মানিন আৰু তেওঁৰ কিতাপ 'Mathematics as Metaphor'ৰ প্ৰসংগলৈ ঘূৰি আহিছোঁ। কিতাপখন মূলতঃ গণিতৰ বিষয়ে। পশ্চিমীয়া পাঠকসকলে এই কথা জানি আচৰিত হ'ব পাৰে যে তেওঁ একেই নিপুণতাৰে আন বহু বিষয় সম্পৰ্কতো লিখে। যেনে– সমূহীয়া অচেতনতা, মানুহৰ ভাষাৰ আৰম্ভণি, স্বপ্নবিভোৰতাৰ মনস্তত্ত্ব, বহুতো সংস্কৃতিৰ ৰূপকথাত প্ৰৱঞ্চকৰ ভূমিকা, ইত্যাদি। তেওঁৰ ৰুছ ভাই-বন্ধুসকলৰ বাবে এনেধৰণৰ বহুমুখী আগ্ৰহ আৰু নৈপুণ্যতা একো আশ্চৰ্য্যৰ বিষয় নহয়। ৰুছ বুদ্ধিজীৱীসকলে পুৰণি ৰুছ বৌদ্ধিক মহলৰ গৌৰৱময় পৰম্পৰা অক্ষুণ্ণ ৰাখি আহিছে। তেওঁলোকৰ বিজ্ঞানী, কবি, শিল্পী আৰু সংগীতজ্ঞসকল একেটা সম্প্ৰদায়ৰে অন্তৰ্গত। অন্ধবিশ্বাসী সমাজ আৰু স্বেচ্ছাচাৰী চৰকাৰ এখনৰ পৰা আঁতৰি একেলগ হোৱা এচাম আদৰ্শবাদী লোক – চেখভৰ নাটত দেখাৰ নিচিনাকৈয়ে এনেলোক আজিও তাত আছে। ৰাছিয়াত গণিতজ্ঞ, সুৰকাৰ আৰু চলচ্চিত্ৰ নিৰ্মাতাই পৰস্পৰৰ লগত কথা পাতে, জাৰৰ নিশা বৰফত একেলগে খোজ কাঢ়ে, সুৰাৰ বটল লৈ একেলগে মেলত বহে আৰু ইজনে-আনজনৰ লগত ভাব-বিনিময় কৰে।

মানিন এটা চৰাই যাৰ দৃষ্টি গণিতৰ পৰিধি চেৰাই গৈ মানৱ সংস্কৃতিৰ বিস্তীৰ্ণ ভূখণ্ডলৈকে গৈছে। তেওঁৰ আজৰি সময়ৰ আন এক প্ৰিয় বিষয় হৈছে ছুইচ মনস্তত্ত্ববিদ কাৰ্ল জাঙে উদ্ভাৱন কৰা আদ্যপ্ৰৰূপৰ (archetypes) তত্ত্ব। জাঙৰ মতে আদ্যপ্ৰৰূপ হৈছে এক মানসিক ছবি, যিখনৰ গুৰিত আছে আমি সকলোৱে উমৈহতীয়াভাৱে ভাগ-বতৰা কৰা এক সমূহীয়া অচেতনতা। আদ্যপ্ৰৰূপে কঢ়িওৱা তীব্ৰ আৱেগ হৈছে সামূহিক আনন্দ আৰু বেদনাৰ হেৰোৱা স্মৃতিৰ অৱশেষ। মানিনে কয় যে আমি ইয়াক জ্ঞানৰ আলোকেৰে উদ্ভাসিত পাবলৈ জাঙৰ তত্ত্বক সত্য বুলি মানি লোৱাৰ প্ৰয়োজন নাই।

ত্ৰিশ বছৰতকৈও বেছি আগতে মনিক মৰেল্লি নামৰ গায়কজনে পিয়েৰ মেকঅৰ্লানে লিখা শব্দৰ ভিত্তিত কেইটামান গান বাণীবদ্ধ কৰিছিল। এই গানবোৰৰ এটা হৈছে 'La Ville Morte', অৰ্থাৎ মৃত চহৰ। গানটোত মৰেল্লিৰ গভীৰ কণ্ঠৰ লগত মিলাকৈ মনত থাকি যোৱা সুৰ, কণ্ঠধ্বনিৰ লগে লগে একৰ্ডিয়নৰ স্বতন্ত্ৰ শব্দ আৰু এক অতিশয় তীব্ৰ শাব্দিক ছবি আছিল। ইয়াত তুলি দিয়া শব্দবোৰৰ কোনো বিশেষত্ব নাই:

"En pénétrant dans la ville morte,
Je tenait Margot par le main...
Nous marchions de la nécropole,
Les pieds brisés et sans parole,
Devant ces portes sans cadole,
Devant ces trous indéfinis,
Devant ces portes sans parole
Et ces poubelles pleines de cris".

"আমি মৃত চহৰখনত প্ৰৱেশ কৰাৰ লগে লগে, মই মাৰ্গটক হাতেৰে ধৰি লৈছিলোঁ... ক্ষত ভৰিৰে আমি কবৰস্থানৰ পৰা খোজকাঢ়ি গৈছিলোঁ, এটাও শব্দ নোকোৱাকৈ, এই তলাবিহীন দুৱাৰবোৰৰ কাষেৰে পাৰ হৈছিলোঁ, চকামকাকৈ দেখা পোৱা এই গাঁতবোৰৰ, নিঃশব্দ দুৱাৰবোৰৰ, চিৎকাৰ কৰি থকা এই আৱৰ্জনা-পাত্ৰবোৰৰ কাষেৰে।"

এক সামঞ্জস্যহীন অনুভৱৰ তীব্ৰতা নোহোৱাকৈ মই কেতিয়াও সেই গানটো শুনিব নোৱাৰোঁ। মই নিজকে প্ৰায় সোধো যে সেই গানটোৰ সৰল শব্দকেইটাই কিয় অচেতন মনৰ এক গভীৰ স্তৰৰ সৈতে অনুৰণন সৃষ্টি কৰে। এনে লাগে যেন মৃত

আত্মাবোৰে মৰেল্লিৰ সংগীতৰ জৰিয়তেহে কথা পাতিছে। এতিয়া অপ্ৰত্যাশিতভাবে মই মানিনৰ কিতাপখনত মোৰ প্ৰশ্নটোৰ উত্তৰ এটা পাইছোঁ। 'The Empty City Archetype' অধ্যায়টোত মানিনে ব্যাখ্যা কৰিছে যে কেনেকৈ মৃত চহৰৰ আদ্যপ্ৰৰূপটো প্ৰাচীন কালৰে পৰা আধুনিক যুগলৈ স্থাপত্য, সাহিত্য, কলা আৰু চলচ্চিত্ৰ নিৰ্মাণত বাৰে বাৰে আৱিৰ্ভাৱ হৈ আহিছে। এই ঘটনা মানুহে চহৰবোৰত একত্ৰিত হ'বলৈ লোৱাৰ দিনৰ পৰা, আন মানুহে সিহঁতক ধ্বংস কৰিবলৈ সেনাবাহিনীত একত্ৰিত হোৱাৰ দিনৰে পৰা চলি আহিছে। মেকঅৰ্লানৰ গানটোত আমাক কথা কোৱা চৰিত্ৰটো এজন বৃদ্ধ সৈনিক, যি বহুদিন আগতে দখলকাৰী সেনাবাহিনী এটাৰ অংশীদাৰ আছিল। পত্নীৰ সৈতে মৃত চহৰখনৰ ধূলি আৰু ভস্মৰ মাজেৰে খোজকঢ়াৰ পাছত তেওঁ পুনৰবাৰ শুনা পায়:

> "Chansons de charme d'un clairon
> Qui fleurissait une heure lointaine
> Dans un rêve de garnison".

"ৰণশিঙাৰ যাদুকৰী আহ্বান যি এগৰাকী বৃদ্ধ সৈনিকৰ স্বপ্নত এঘণ্টাৰ বাবে জীৱন্ত হৈ উঠিছিল"।

মেকঅৰ্লানৰ শব্দ আৰু মৰেল্লিৰ কণ্ঠই আমাৰ সমূহীয়া অচেতনতাৰ এক স্বপ্নক, মৃত চহৰ এখনৰ মাজেৰে ঘূৰি ফুৰা বৃদ্ধ সৈনিক এজনৰ স্বপ্নক জীৱন্ত কৰি তোলা যেন লাগে। সমূহীয়া অচেতনতাৰ ধাৰণাটো মৃত চহৰৰ ধাৰণাটোৰ নিচিনাই কল্পনাপ্ৰসূত যেন লাগিব পাৰে। এই দুই সম্ভাব্য কাল্পনিক ধাৰণাই এটাই আনটোত পেলোৱা সূক্ষ্ম পোহৰ সম্পৰ্কে মানিনৰ অধ্যায়টোৱে ব্যাখ্যা কৰিছে। তেওঁ সমূহীয়া অচেতনতাক এক অযুক্তিকৰ বল বুলি ব্যাখ্যা কৰিছে, যিয়ে আমাক সজোৰে মৃত্যু আৰু ধ্বংসৰ পিনে টানি নিয়ে। চহৰ আৰু লুণ্ঠনকাৰী সেনা আৱিষ্কাৰ হোৱাৰ দিন ধৰি যিমানবোৰ চহৰ ধ্বংস হৈছে, তেনে শ শ প্ৰকৃত চহৰৰ যাতনাৰ শোধিত ৰূপ হৈছে মৃত চহৰৰ আদ্যপ্ৰৰূপ। সমূহীয়া অচেতনতাৰ উন্মাদনাৰ পৰা হাত সৰাৰ একমাত্ৰ উপায় হৈছে আশা আৰু যুক্তিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল এক সমূহীয়া চেতনাৰ সুস্থ বাতাবৰণ। আজিৰ সভ্যতাই কৰিবলগীয়া মহৎ কামটো হ'ব তেনে এক সমূহীয়া চেতনা গঢ়ি তোলা।

তথ্যসূত্ৰ

[১] M. J. Bertin et al., *Pisot and Salem Numbers*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1992.

[২] M. L. Cartwright and J. E. Littlewood, On non-linear differential equations of the second order, I, *Jour. London Math. Soc.* 20 (1945), 180–189.

[৩] Freeman Dyson, Prof. Hermann Weyl, For.Mem.R.S., *Nature* 177 (1956), 457–458.

[৪] Tien-Yien Li and James A. Yorke, Period three implies chaos, *Amer. Math. Monthly* 82 (1975), 985–992.

[৫] Yuri I. Manin, *Mathematics as Metaphor: Selected Essays*, American Mathematical Society, Providence, Rhode Island, 2007. [The Russian version is: Manin, Yu. I., *Matematika kak Metafora*, Moskva, Izdatyelstvo MTsNMO, 2008.]

[৬] Andrew M. Odlyzko, Primes, quantum chaos and computers, in *Number Theory, Proceedings of a Symposium*, National Research Council, Washington DC, 1990, pp. 35–46.

[৭] Hermann Weyl, Gravitation und elektrizität, *Sitz. König. Preuss. Akad. Wiss.* 26 (1918), 465–480.

[৮] ___ , Elektron und gravitation, *Zeits.* Phys. 56 (1929), 350–352.

[৯] ___ , *Selecta*, Birkhäuser Verlag, Basel, 1956, p. 192.

[১০] Chen Ning Yang, Integral formalism for gauge fields, *Phys. Rev. Letters* 33 (1974), 445–447.

[১১] Chen Ning Yang and Robert L. Mills, Conservation of isotopic spin and isotopic gauge invariance, *Phys. Rev.* 96 (1954), 191–195.

[১২] ___ , Hermann Weyl's contribution to physics, in *Hermann Weyl, 1885–1985*, (K. Chandrasekharan, ed.), Springer-Verlag, Berlin, 1986, p. 19.