

## SATYENDRA NATH BOSE



Satyendra Nath Bose (1.01.1894 – 4.02.1974) oli india teoreetiline füüsik ja matemaatik. Ta tegeles kvantmehaanikaga 1920. aastate alguses ning arendas välja Bose-Einsteini statistika. Bose oli Kuningliku seltsi liige, ta sai Padma Vibhushani - India tähtsuselt teise tsiviilpreemia 1954. a India valitsuselt.

Polümaadina huvitasid teda mitmed teadusalad, nagu füüsika, matemaatika, keemia, bioloogia, mineraloogia, filosoofia, kunst, kirjandus ja muusika. Ta võttis osa paljude uurimis- ja arenduskomiteede tööst pärast India sõltumatuks saamist.

Bose sündis Kalkuttas (praegu on selle linna nimi Kolkata), üheksalapselises perekonnas, kus Bose oli vanim laps ja ainuke poeg. Pere isa, Surendranath Bose, töötas enne Ida-India raudteekompanii inseneriosakonda asumist raamatupidajana. Kuna tal oli huvi reaalinete vastu, siis asutas ta hiljem oma tagasihoidliku keemiliste ainete ja ravimite kompanii. Isa huvitus filosoofiast, eriti aga hindu eepose *Mahabharata* olulisest osast *Bhagavad Gita*<sup>1</sup>. Kuid ka Hegelist ja Marxist. Isa suri 1964. a 96 aasta vanuselt, olles näinud ära oma poja 70. sünnipäeva.

Bose ema, Amodini Devi, oli surnud varem, juba 1939. a. Ta pidi sageli võitlema halva tervise ja vaesusega, et pere toime tuleks. Ta polnud kuigi haritud, kuid ta kasvas üles oma suure lastepere, olles sooja südamega ja hoides kõrgel nii enda kui perekonna väarikust.

Vanemad olid üliõnnelikud, kui india suur poet Rabindranath Tagore kutsus nende poja Santiniketani ja pühendas talle oma raamatu, mis andis ülevaate

---

<sup>1</sup> *Bhagavad Gita* ( sanskr. Jumala Laul) on 700-värsiline Hindu teos, mis on osa eeposest *Mahabharata*. See moodustab *Mahabharata* 6. raamatust peatükid 23 kuni 40 ja seda nimetatakse *Bhishma Parva*'ks. Teos on dateeritud valminuna esimese aastatuhande teises pooles eKr.

kosmosest ja mikrokosmosest tunnustuseks Bose pingutustele populariseerida oma teadust emakeeles – bengali keeles.

Bose vanemate kodu oli Bara Jagulia külas Nadia piirkonnas Bengali maakonnas<sup>2</sup>. Kui Bose oli 11-aastane, siis kuulutas Lord Curzon välja Bengali jagamise, mis kutsus esile suuri rahutusi ning võitlust briti ülemvõimu vastu. Kõik see patriootiline idealism kujundas ka noore Bose vaimu.

Koolis hakkas Bose käima kodu lähedal viie-aastaselt. Pere oli mures poisi silmanägemise pärast, mis oli nõrk, kuid poiss taipas kõike poolelt sõnalt. Kui pere kolis Goabagani, siis võeti ta Uue India kooli, aga viimasel aastal läks ta üle Hindu kooli, kus sisseastumisel olid ta eksamihinded paremuselt viiendal kohal.

Seejärel läks ta keskastme teaduskursustele Presidency kolledžisse Kalkuttas, mille lõpetamisel sai ta bakalaureuse kraadi matemaatikas (*mixed mathematics*<sup>3</sup>), olles tulemustelt esimene. Seal oli ka teisi õpilasi, kellest said kuulsad teadusemehed, nagu näiteks Meghnad Saha, N.R. Sen ja J.C. Ghosh. Siis astus ta Sir Ashutosh Mukherjee värskest formeeritud teaduskolledžisse, kus ta jälle oli esimene magistrikraadi *mixed mathematics*'i eksamil 1915. a. Tema eksamihinded püstitasid uue rekordi Kalkutta ülikooli annaalides ja see rekord on siiani ületamata. Tuleb öelda, et teine koht kuulus tulevasele astrofüüsikule Meghnad Sahale. Nende tulevik ei olnud helge, sest andekate noortena soovisid nad saada kõrgeid ametikohti tsiviilteenistuses. Kuid inglased seda ei lubanud ja poisid otsustasid minna teadusesse. Kuid ega seegi kerge polnud, sest teadusajakirjade kättesaadavus oli sõja tõttu raskendatud ning uue füüsika jaoks vajalikku aparatuuri polnud üldse.

---

<sup>2</sup> Ametlikult siis Bengal Presidency's (Presidency of Fort William in Bengal and later Bengal Province). See oli Briti India provints ja suurim kolmest. Omal ajal kattis see piirkond suured osad tänapäevastest Lõuna-Aasiast ja Kagu-Aasiast.

<sup>3</sup> Mõned 18. sajandi geomeetrid soovitasid kasutada matemaatikat probleemide lahendamiseks mehaanikas, astronoomias ja moraalses teaduses. Sellist vaadet nimetati ratsionaalseks mõtlemiseks ja seda, kuidas inimesed saavad valgustatud, nimetati „mixed mathematics“. Pigem võib seda võrrelda rakendusmatemaatikaga.

Kuid siis andis uut lootust Sir Asutosh Mookerji, Riigikohtu liige ja Kalkutta ülikooli asekanstler, kes algselt oli olnud Lord Curzoni<sup>4</sup> toetaja. Sir Asutosh hakkas haridust reformima pärast seda, kui Tagore oli saanud Nobeli preemia oma lüürilise poemi *Gitanjali* eest ja esimese asjana hakkas muutma Kalkutta ülikooli autonoomseks institutsiooniks. Seejuures toetasid ülikooli hiiglaslike summadega kaks rikat Kalkutta advokaati T.N. Palit ja R.B. Ghosh, et vabastada ülikool Briti mõjust. Sir Asutosh kasutas seda raha uute kateedrite avamiseks, kus esialgu professorid puudusid. Bose ja Saha pakkusid ennast õpetajateks, kuid Sir Asutosh arvas, et enne peaksid nad ennast tugevasti täiendama. Kuid uusi õpikuid ja ajakirju polnud. Olukord oli masendav, kuid siis aitas neid hädast välja keegi austerlasest Bengali insenerikolledži instruktor P.J. Brühl, kellel oli päris hea kolleksioon uutest õpikutest. Nii said Bose ja Saha alguses katseajaga lektoriteks matemaatika teaduskonnas, kuid hiljem siirdusid füüsika teaduskonda.

1921. a asutati Dacca ülikool Sadleri komisjoni soovitusel, kasutades tuumikosana vana Dacca kolledžit. Bose valiti üheks lektoriks ja kuna Kalkutta ülikool oli juba rahvast täis, siis otsustas Bose minna tööle Daccasse. Alguses oli Bose seal ametis originaaluuringute tulemustega tutvumisel. Eriti uuris ta Plancki tööd kiirgusvalemi tuletamisel ja tema raamatut *Theorie der Wärmestrahlung*. See kõik viis ta statistika juurde, mis hiljem sai nimeks Bose statistika. Ja siin oli oluliseks kohtumine Sahaga 1924. a. Omavahelises vestluses suunas Saha Bose tähelepanu tasakaalule kiirguse ja elektrongaasi vahel. Planck oli oma kiirgusvalemi tuletamisel pidanud silmas interakteeruvat süsteemi, kuid Bose vaatles vaba kvantgaasi. Ja veel, Bose pidas silmas, et valguskvandid on omavahel eristamatud.

---

<sup>4</sup> George Nathaniel Curzon, 1st Marquess Curzon of Kedleston, (1859 – 1925), oli Lord Curzon of Kedleston aastatel 1898 - 1911 ja siis Earl Curzon of Kedleston aastatel 1911 – 1921. Ta oli kuulus briti riigimees, konservatiivne poliitik ja kirjanik, kes oli aastatel 1899 kuni 1905 India asekuningas. Ta sündis Derbyshire's aristokraatlikus perekonnas ning sai hariduse Etoni and Ballioli kolledžites enne parlamenti saamises 1886. a. Järgnevatel aastatel reisis ta palju Venemaal, Kesk-Aasias ja Kaug-Idas ning avaldas palju raamatuid, milles detailiseeris oma geopoliitilist vaadet ning rõhutas Venemaa ohtlikkust briti kontrollile India üle.

Kuna seda Bose tööd ei tahetud avaldada, siis võttis Bose oma julguse kokku ja kirjutas Einsteinile kirja palvega see tema töö trükki suunata. Einstein tõlkiski selle saksa keelde ja saatis Bose töö tungiva sooviga selle trükkimiseks ajakirja *Zeitschrift für Physik*. Einsteini nimi mõjus ja Bose artikkel ilmus kuu pärast toimetusse jõudmist ajakirjas nime all *Plancks Gesetz und die Lichtquantenhypothese*. Einstein saatis Bosele postkaardi, kus kirjutas, et tegu on suurepärase tulemusega ja see sõnum aitas Bosel saada kahe aasta pikkune vabastus loengute pidamisest ja sõidu Euroopasse tutvuma teiste füüsikute tegemistega. Kui Bose läks Saksa konsulaati, siis sai ta viisa paljalt Einsteinilt saadud postkaardi näitamise eest ja viisa eest ei pidanud ta maksmagi!

Bose esimesele kirjale Einsteinile järgnes kohe teine samasuguse palvega – tõlkida Bose artikkel saksa keelde ja siis avaldada. Nii ilmuski *Zeitschrift für Physik*'is teine Bose artikkel pealkirja all *Wärmegleichgewicht im Strahlungsfeld bei Anwesenheit von Materie*. See ilmus koos Einsteini kriitikaga.

Kuid Bose, kes oli otsekui põlenud soovist kohtuda Einsteiniga, jäi pidama Pariisi ja põhjendas oma soovist loobumist üsna kummaliselt – puuduliku saksa keelega, sõpradega, soovituskirjaga Langevinile, töötamisvõimalusega Marie Curie laboratooriumis.

Koostööst Marie Curiega ei tulnud ka midagi välja, sest Curie nõudis Boselt prantsuse keele oskust.

Kuna Bose oli märkinud Langevinile ära oma huvi röntgenspektroskoopia vastu, siis Langevin tutvustas teda Maurice de Brogliele, kuulsa Louis de Broglie vennale, kelle laboris õppis Bose talle hiljem kasulikuks osutunud röntgenspektroskoopiat.

Ja alles aasta pärast siirdus ta Berliini. Kuid võimalus koostööks Einsteiniga oli siis juba käest lastud. Einstein oli vahepeal avaldanud kolm tööd Preisi akadeemia toimetistes, milles ta laiendas Bose käsitlust valguskvantide kohta monoatomsele gaasile, üksiti lahendades ka Nernsti vana probleemi, kuidas käitub ideaalne gaas väga madalatel temperatuuridel. Neist esimeses töös

arendas Einstein ideaalsete gaaside teooriat, sest Bose statistika järgi käitus vaid footon ja Einstein tõi sisse ainult footoni jaoks nulliks jääva keemilise potentsiaali, et osakeste arv konstantseks jääks. Sellest järgnes, et ideaalset gaasi ei saa kokku pressida kuitahes väikesesse ruumalasse. Ja veel järgnes, et mittenullilise keemilise potentsiaaliga gaasi jaoks eksisteerib kriitiline temperatuur, millest allpool lõplik gaasihulk degenerereerub ühte kvantolekusse ja satub küllastatusse, kondenseerudes selles nii, et osakeste vaheline vastasmõju kaob<sup>5</sup>. Niisugust seisundit nimetatakse Bose-Einsteini kondensaadiks.

Oma teises artiklis uue statistika kohta ütleb Einstein selgelt, et see statistika erineb oluliselt statistikast, kus molekulid on sõltumatud.

Oma kolmandas töös annab Einstein oma viimase panuse monoatomsete ideaalsete gaaside kvantteooriasse ja statistilisse termosdünaamikasse.

Plancki valemi uus tuletamine, mis oli Einsteini võlunud kvantstatistikaga tegelema ja millele Einstein alati viitas, oli Bose esimene ja ainus oluline panus füüsikasse.

Kuus kuud pärast Bose artikli avaldamist, kus ta oli Plancki kiirusvalemi korrektselt tuletanud, näitas Pauli, et ühes ja samas energiaseisundis saab olla üks elektron. Läks veel mõni kuu ja Dirac vaatles vabade elektronide gaase, mis allusid kas Bose-Einsteini või hilisema nimega Fermi-Diraci statistikale ja sidus need mõlemad omafunktsioonide sümmeetriaomadustega. See oli aeg, kus füüsika muutus kiiresti, sest uued avastused muudkui järgnesid üksteisele.

Berliinis kohtus Bose Einsteiniga, kuid Einsteini jaoks oli huvi Bose vastu kadunud. Aga tutvus Einsteiniga avas Bosele uksi mitmete teiste tuntud teadlaste juurde.

1926. a hilissuvel pöördus Bose tagasi Daccasse. Sõbrad soovitasid tal esitada avaldus professorikohale Dacca ülikoolis, kuid kuna Bosel polnud

---

<sup>5</sup> 2001. a said E. Cornell, C. Wieman ja W. Ketterle Nobeli preemia füüsikas, "saavutades Bose-Einsteini kondensaadi naatriumi aatomite hõrendatud gaasis ja selle seisundi omaduste uurimise eest". Bose Nobeli preemiat ei saanud, sest rootsi füüsik

doktoridiplomit, siis arvasid sõbrad, et Einsteini soovituskiri asendaks seda teaduskraadi kindlasti. Einstein oli väga üllatunud, sest tema arvates oli Bose ammu küps professori positsiooni jaoks. Einsteini arvamusest hoolimata pakuti professoripositsiooni hoopis teisele Bosele – D.M. Bosele, kes lükkas pakkumise tagasi. Nii nimetati S.N. Bose 1927. a Dacca ülikooli füüsikaprofessoriks. Ka seal säilitas Bose oma huvi eksperimentaalfüüsika vastu, uurides termoluminestsentsi ja kristallide struktuure.

1945. a võttis Bose vastu pakkumise hakata Khaira professoriks Kalkutta ülikoolis. Samuti oli ta seal mõned aastad loodusteaduste fakulteedis dekaaniks.

Bose sai emeriitprofessoriks 1956. a. Ta asus tööle Viswa-Bharati ülikooli Santiniketanis asekantslerina, kus ta töötas 1959. aastani, mil talle anti riikliku professori tiitel.

Juba 1930ndatel aastatel asus Bose võitlema iseseisva India eest. Ta oli veendunud, et lapsed peavad saama oma baashariduse emakeeles ja asutas bengalikeelse teadusajakirja Bijnan Parichaya. 1948. a asutas ta Bengali Teadusassotsiatsiooni (Bangiya Bijnan Parishad), mis hakkas avaldama populaarseks saanud igakuist ajakirja Teadmine ja Teadus.

Alates 1951. aastast reisis Bose sageli. 1954. a võttis ta osa rahvusvahelise kristallograafia liidu kolmandast peaassambleest Pariisis, kus esines ettekandega termoluminestsentsiga tehtavast tööst oma laboris. Samal ajal külastas ta ka Niels Bohri Kopenhaagenis. Bose oleks hea meelega käinud ka USAs vaatamas Einsteini, kuid kuna ta oli enne käinud Nõukogude Liidus, siis USA silmis oli ta nüüd kommunist ja viisat ta ei saanud.

1962. a külastas Bose Jaapanit seoses konverentsiga teadusest ja filosoofiast. Ta koges seal, mida tähendab õppida oma emakeeles. Koju jõudnult deklareeris ta, et ülikoolides tuleb tudengeid õpetada emakeeles.

1949. a valiti Bose India Rahvusliku Loodusteaduste akadeemia presidendiks. Kuningliku seltsi liikmeks sai ta 1958. a.

S.N. Bose tundis suurt ühtekuuluvust Pierre Teilhard de Chardiniga<sup>6</sup>, kuid samas väitis ta alati, et kõikidest kunagi sündinud inimestest austab ta enim Gautama Buddhat.

Bose oli lihtne inimene väheste vajadustega. Ta armastas muusikat ja kasse. Bose eluloo kirjutaja Jagdish Mehra ütleb, et ta kohtus Bosega kahel korral. Kui ta teisel korral, 1970. aastal käis Bosel Kalkuttas külas, siis salvestas ta viis tundi nendevahelist vestlust, mida saatis paljude Bose kasside kurb näugumine, sest nad olid õue saadetud, kuid nad tahtsid oma peremehe juurde tagasi tulla.

Mis puutub Bose perekonnaellu, siis kahekümne aastasena abiellus Bose Ushabati Ghosh'iga, kes siis oli kuulsa Kalkutta arsti 11-aastane tütar. Paar sai üheksa last, kellest kaks surid varases lapseas. Kui Bose suri 1974. a, siis jäid temast maha abikaasa, kaks poega ja viis tütart.

Bose oli polüglott, kes tundis bengali, inglise, prantsuse, saksa ja sanskriti keeli, nagu ka kuulsate poetide Lord Tennysoni, Rabindranath Tagore ja Kalidasa<sup>7</sup> loomingut.

Ta oskas mängida ka viiulile sarnanevat india muusikainstrumenti *esraj*. Bose oli aktiivne ka öökoolides, mis said hiljem endale nimeks Töötavate Meeste Instituudid.

Kuigi Boset esitati mitmel korral Nobeli preemia saamiseks teoreetilises füüsikas, ta seda preemiat ei saanud, kuigi paljud juhtivad teadlased arvasid Bose olevat väärt seda preemiat. Reeglina ei avaldata, keda Nobeli preemia komisjon kutsus esitatud tööd hindama, ja ka hindajal keelatakse enda nime

---

<sup>6</sup> Pierre Teilhard de Chardin (1881 – 1955) oli prantsuse jesuiit, katoliku preester, teadlane, paleontoloog, teoloog, filosoof ja õpetaja. Ta oli vaadetelt darvinist ja paljude mõjukate teoloogiliste ja filosoofiliste raamatute autor. Tema põhiline teadustegevus on seotud osavõtuga Pekingi inimese avastamisest. Tema kahtlasema väärtusega tulemused on seotud vitalistliku kontseptsiooniga Omega Punktist ja Vladimir Vernadski vaadetega noosfääri kontseptsioonile.

<sup>7</sup> Kālidāsa (4th–5th sajand ma) oli klassikalises sanskriti keeles kirjutav autor, keda peetakse vana india suurimaks poeediks ja näitekirjanikuks. Tema näidendid ja poeesia põhinevad hindu Puranadel ja filosoofial. Tema allesolevad tööd on kolm näidendit, kaks eepilist poeemi ja kaks lühemat poeemi. Palju tema elust on tundmata, kuid midagi saab järeldada tema poemidest. Neid ei saa täpselt dateerida, kuid arvatakse, et nad on pärit 5. sajandist ma.

avaldamine, on ometi teada, et Bose esitust paluti 1956. a hindama rootsi füüsikut Oskar Kleini. Klein oli nõus, et Bose panus füüsikasse on suur, kuid võrreldes teiste, preemia saanud füüsikutega, ei ole see nii väljapaistev. Ja veel, see ei vasta Nobeli preemia vaimule, kuna see on osaliselt vaid matemaatiline lisa Einsteini ammusele katsele luua universaalne väljateooria, mille füüsikaline tähendus on ikkagi üsna ähmane.

Kuid võtkem siinkohal arvesse seda, et Einstein ei saanud Nobeli preemiat üldrelatiivsusteooria eest ja ka Stephen Hawking seda preemiat ei saanud. Nii võib öelda, et Bose kuulub erakordselt kuulsate füüsikute hulka.

## **Kasutatud allikad**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Satyendra\\_Nath\\_Bose](https://en.wikipedia.org/wiki/Satyendra_Nath_Bose)

<https://mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/Bose/>

<https://www.jstor.org/stable/2709583>

<https://en.wikipedia.org/wiki/Kalidasa>

<https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbm.1975.0002>

[https://en.wikipedia.org/wiki/George\\_Curzon,\\_1st\\_Marquess\\_Curzon\\_of\\_Kedleston](https://en.wikipedia.org/wiki/George_Curzon,_1st_Marquess_Curzon_of_Kedleston)

<https://mayukhdifferent.medium.com/sn-bose-the-ingorned-genius-addcb541b058>

<https://www.epw.in/engage/article/remembering-life-satyendra-nath-bose>