

## ARTHUR CAYLEY



16.08.1821 – 26.01.1895

Cayley oli Peterburis elava inglise kaupmehe Henry Cayley ja Maria Antonia Doughty teine poeg ja ta sündis vanemate lühiajalisel külaskäigul kodumaale, Richmondis Surreys. Arthuri isa esivanemad pärinevad Normanni vallutuste aegadest (1066) ja võib-olla vanemastki ajast, sest neil oli paruni maavaldused Normandias.

Arthuri ema, kelle kohta räägiti, et ta oli vene päritolu, oli kuulsa maalikunstniku William Doughty<sup>1</sup> tütar. Peres oli viis andekat last - Sophia

---

<sup>1</sup> William Doughty (1757-1782) oli briti maalikunstnik ja graveerija oli Sir Joshua Reynoldsi õpilane, kuid pärast läbikukkumist lirimaal abiellus oma õpetaja teenriga ning tahtis sõita Bengaaliasse. Tema laev sattus vangi prantslaste ja hispaanlaste kätte, Doughty viidi Portugali, kus ta suri.

Cayley (1816-1889), William Henry Cayley (1818-1819), Arthur Cayley, Charles Bagot Cayley (1823-1883) and Henrietta-Caroline Cayley (1828-1886).

Kohe tekib küsimus, miks oli üks inglise pere valinud elukohaks Peterburi? Selgub, et Arthuri isapoolne vanaisa John Cayley oli olnud Inglismaa peakonsul Venemaal Peterburis. Kuid perekond ei katkestanud sidemeid kodumaaga ja sõitis tavaliselt suveks Inglismaale. Ühel sellisel kodumaal viibimisel sündiski Arthur (edaspidi Cayley). Kuid Cayley noorem vend Charles Bagot sündis Venemaal ja temast sai Dante ja Homerosse teoste tõlkija. Cayley veetis oma esimesed seitse aastat Peterburis, kus ta õppis vähemalt kolme keelt – vene, inglise ja prantsuse keelt, sest prantsuse keel oli tollal rahvusvahelise äri keel.

Pere tuli kodumaale lõplikult tagasi 1828. aastal ja nende elukohaks sai uhke maja Regent Parki lähedal. Isa Henry, kes oli saanud kuuekümneseks, asus Londoni kindlustuskorporatsiooni direktoriks. Londonis sündis perekonna viimane laps Henrietta-Caroline.

Ajaloolased on märkinud, et Sir George Cayley (1773 – 1857), õhusõidu ja aeronautilise inseneeria pioneer oli Cayley neljas kusiin, kuid nendevahelisest suhtlusest ei teata.

Cayley käis väikeses erakoolis Blackheath'is, Londonis ja neljateistkümne aastaselt astus King's kolledži kooli. Seal ilmneseid kohe Cayley anded, talle meeldis oma lõbuks mängida pikkade arvudega, tehes nendega igasuguseid tehteid. Selle koha pealt sarnanes ta väga Évarist Galois'ga, kuid Cayley õpetajad said kohe aru, et tegu on erakordselt andeka matemaatikuga. Esialgu oli Cayley isa vastu poja igasugustele suhetele matemaatikaga, kuid Cayley kooli direktor ei jätnud jonnit ja lõpuks isa leebus, andis poisile oma õnnistuse ja ka raha. Seitsmeteistkümne aastaselt astus ta Trinity kolledžisse Cambridge'is kui pensioner<sup>2</sup> ja sai 1840. a skolaariks<sup>3</sup>. Kaastudengite hulgas oli ta tuntud kui “matemaatik” ja kummalise kirega romaanide lugemise vastu.

---

<sup>2</sup> Pensioner Cambridge'is maksis oma õpetamise ja söögi eest.

<sup>3</sup> Skolaar Cambridge'is oli tudeng, kel oli stipendium.

Tema esimene lemmik oli Walter Scott ja teine Jane Austen. Thackeray talle ei meeldinud ja Dickensit ei suutnud ta üldse taluda. Byroni värsid küll meeldisid talle, kuid puritaanlasena kaugeltki mitte kõik. Shakespeare'i komöödiad vaimustasid teda.

Tõsisemast kirjandusest meeldisid talle Grote<sup>4</sup> Kreeka ajalugu ja Macaulay<sup>5</sup> Inglismaa ajalugu. Koolis omandatud kreeka keeles luges ta terve elu, prantsuse keel oli tal sama hea kui inglise keelgi ja saksa keel polnud talle kaugeltki võõras.

Kolmanda aasta lõpuks Cambridge'is oli ta matemaatikas teistest niipalju ees, et peaeksamineerija tõmbas tema nime alla joone, ja defineeris teda kui "esimesest paremat".

1842. a lõpetas Cayley ülikooli esimese wranglerina ja sai ühtlasi Smithi auhinna. Sama aasta oktoobris valiti ta teaduskonna liikmeks (fellow) noorima mehena terves sajandis, ja samuti tuutori assistendiks kolmeks aastaks. Cayley oligi selles ametis kolm aastat, kulutades oma aega põhiliselt matemaatilistele uuringutele, sest tudengeid võttis ta enda juurde vähe. See oli Cayleyle äärmiselt edukas periood, mil ta käis palju kontinendil, kulutades aega matkamisele, alpinismile ja akvarellidega maalimiseks. Kuigi ta nägi välja habras, oli ta tegelikult sitke ja visa ning pärast öö läbi matkamist mööda mägist maad, ilmus ta hommikul välja puhanuna ja valmis mõned tunnid matemaatikale pühendama. Oma esimesel reisil käis ta Šveitsis ja ronis palju mägedes – nii algas tema eluaegne kirk mägede vastu. Kui ta külastas oma esimesel puhkusereisil Põhja-Itaaliat, siis sai ta aru arhitektuuri ilust ja leidis eluaegse armastus heade maalide vastu. Ise tegeles ta akvarellidega ja näitas nende kasutamises üles andekust.

---

<sup>4</sup> George Grote (1794 – 1871) oli inglise poliitiliselt radikaalne ja klassikaline ajaloolane. Ta on paremini tuntud kui mahuka Kreeka ajaloo autor.

<sup>5</sup> Thomas Babington Macaulay, 1. Parun Macaulay (1800 – 1859) oli briti ajaloolane ja viigide poliitik. Ta oli sõjaminister 1839 – 1841 ja 1846 – 1848 minister, kes vastutas riigikassast palkade maksmise eest. Tema Inglismaa ajalugu väljendas Lääne-Euroopa kultuuri üliluslikkust ja sotsiopolitiilise progressi paratamatust.

1852. a oleks tema tegevus tuutori assistendina lõppenud, kuid Cayley ei jäänud seda ootama. Ta ei soovinud lasta end pühitseda preestriks (mis oli kohustuslik täielikuks liikmeks saamisel) ega võtnud vastu ka vakantset õpetaja kohta, vaid asus Lincoln Inn'is juurat õppima. Teda lubati kohtuprotsessis osaleda 1849. a. On kirjas, et tema nimi on sattunud ühte juriidilisse raamatusse seoses eeskujiku legaalse probleemi lahendamisega. Cayley olevat olnud oma töös juura alal peaaegu pühak – iialgi ei tõstnud ta häält ega solvanud kedagi. Üks kord olevat ta siiski oma meelerahu kaotanud, kui ta Sylvesteriga oma kontoris elavalt üht probleemi invariantide teoorias arutasid. Nimelt oli sisenenud jooksupoiss suure paki juriidiliste dokumentidega, mida Cayley pidi läbi vaatama. See pakk tõi ta oma matemaatilisest maailmast järsku tagasi reaalsesse ning hüüatusega “närune praht” viskas Cayley paki põrandale ning jätkas matemaatiliste probleemide arutamist.

Ta oli 14 aastat advokaaditööl ja selle aja jooksul kirjutas ta ligi 900 teadustööd, mille hulgas on mõned tema parimad ja originaalsemad tööd. Selle aja sisse jääb ka tema kohtumine James Joseph Sylvesteriga, kes samuti jagas oma aega juura ja matemaatika vahel. Neist said suured sõbrad, kes arutasid muu hulgas ka matemaatilisi probleeme ja neid mõlemaid võib lugeda invariantide algebralise teooria loojateks.

Ega talle see kohtutöö sugugi ei meeldinud ja ta vaatas seda ainult kui teenistuse allikat. Ta on kord maininud, et juura objekt on öelda asju nii paljude sõnadega kui võimalik, kuid matemaatika teeb sama nii väheste sõnadega kui võimalik.

Cayley ja Sylvesteri sõprus kannatas siis, kui Cayley lahkus Londonist ja asus Sadleri professoriks<sup>6</sup> Cambridges, kuid suhted paranesid taas kui Cayley võttis

---

<sup>6</sup> Sadleri professor on Cambridge'i ülikooli Puhta matemaatika ja matemaatilise statistika professor. See professor asutati Leedi Mary Sadleri soovil põhiliselt algebra õpetamiseks. Ta suri 1706. a ja Sadleri loengud algasid 1710.

vastu Sylvesteri pakkumise pidada loenguid Johns Hopkinsi<sup>7</sup> ülikoolis, kus ta rääkis Abeli- ja teeta-funktsioonidest..

Oma elu jooksul sai ta väga mitmeid autasusid, nagu Kuninglik medal (1859) ja Copley medal (1881) Kuninglikult seltsilt. Professorina Cambridge'is oli ta sageli nõutud kui väga hea seaduste tundja.

Sylvesteri kõrval oli Cayley sõbraks veel William Thomson<sup>8</sup> ja Thomas Kirkman<sup>9</sup>. Cayley refereeris Kirkmani kuulsat tööd, kus Kirkman näitas Steineri süsteemide olemasolu.

Juristi töö ikkagi ei meeldinud Cayleyle ja ta hakkas otsima võimalusi professoriks saamiseks. Et niisuguseid võimalusi suurendada, otsustas ta tõsta oma niigi kõrget publitseerimise tempot. Näiteks avaldas ta aastatel 1853 kuni 1856 keskmiselt kümme tööd aastas, kuid pärast oma otsust tõusis see arv kolmekümneni. 1856. a avaldas ta soovi saada loodusfilosoofia professoriks Marischali kolledžis Aberdeenis. Edutult. Siis oli ta huvitatud professorikohast Cambridge'i Lowndeani geomeetria ning astronoomia kateedris 1858. a ja järgmisel aastal astronoomiakateedri juhataja kohast Glasgow ülikoolis. Jälle edutult. Võib-olla oli asi selles, et tal polnud ette näidata kogemusi õpetamises. Lõpuks 1863. a sai ta Sadleri puhta matemaatika professoriks Cambridge'is. Võib öelda, et Cayley sai mõnes mõttes revanši, kuna kandideerisid veel kolm kuulsa nimega matemaatikut.

Cayley oli oma õnne tipul, sest sai pühenduda ainult matemaatikale, kuid professoriamet tõi kaasa selle, et tema palk kahanes peaaegu olematuks võrreldes juristi palgaga. Sadleri professorina oli tema kohustuseks seletada ja õpetada puhta matemaatika printsiipe ning rakendada selle teaduse edendamiseks.

---

<sup>7</sup> Johns Hopkinsi ülikool, mis asutati 1876. a, on Ameerika esimene uurimistöe ülikool ja koduks üheksale maailmaklassi akadeemilisele osale, mis töötavad koos ühe ülikoolina.

<sup>8</sup> Sir William Thomson (1856–1947) oli šoti matemaatik ja füüsik, kes põhiliselt töötas Lõuna-Aafrikas mitme ülikooli administraatorina.

<sup>9</sup> Thomas Penyngton Kirkman (1806 – 1895) oli briti matemaatik ja inglise kiriku pühitsetud preester. Ta oli aktiivne ka matemaatikas ja teda loetakse briti XIX sajandi kümne parema matemaatiku hulka.

Samal professoriks valimise aastal abiellus ta Robert Moline'i<sup>10</sup> tütre Susaniga Greenwich'ist ja neil oli poeg Henry ja tütar Mary. Henry õppis matemaatikat Cambridge'is, kuid otsustas, et ei suuda saavutada isa tulemusi ja õppis hoopis arhitektiks.

1883. a valiti Cayley Briti loodusteaduste edendamise seltsi presidendiks. Oma inauguratsioonikõnes väljendas ta enda vaateid matemaatika kohta.

8. novembril 1863 esines Cayley inauguratsiooniloenguga teemal *Analüütiline geomeetria – Sissejuhatus*. Tema järgnevad loengud olid tugevasti seotud tema enda uurimistöö tulemustega, kuid tudengid neid ei hinnanud, sest neist polnud midagi kasu lõpueksamitel.

Cayley uurimistöö põhiline osa oli seotud maatriksite algebraga, mitteeukleidise ja  $n$ -mõõtmelise geomeetriaga.

Richard Feldmann kirjutas Cayley kohta, et kuigi termini maatriks tõi sisse Sylvester, siis maatriksite teooria looja oli Cayley. Naljakas on see, et maatriksite põhiomadustest kirjutas Cayley prantsuse keeles ja avaldas selle saksa ajakirjas! Selles artiklis oli jutt ka pöördmaatriksist ja maatriksite korrutamisest.

Juba 1849. a kirjutas Cayley artikli permutatsioonidest seostades oma ideed nende kohta Cauchy omadega. Mõni aasta hiljem sidus Cayley permutatsioonid abstraktsete rühmadega. Ta defineeris abstraktse rühma ja andis tabeli nende rühmade korrutamiseks. Seejuures jõudis ta järeldusele, et maatriksid ja kvaternioonid on rühmad.

Cayley arendas välja algebralise invarianttsuse teooria ja tema  $n$ -mõõtmelist geomeetria kasutati füüsikas aegruumi kontinuumi uurimiseks. Tema töö maatriksite alal andis vundamendi kvantmehaanikale, mille arendas välja Werner Heisenberg 1925. a.

Cayley oletas samuti, et eukleidiline ja mitteeukleidiline geomeetria on geomeetria eri tüübid. Ta ühendas projektiivse geomeetria meetrilise geomeetriaga, mis on sõltuv nurkade suuruselt ja joonte pikkuselt.

---

<sup>10</sup> Robert William Haines Moline (1889 – 1979) oli anglikaani kiriku piiskop.

Cayley avaldas elu jooksul vaid ühe raamatu – *Elliptiliste funktsioonide elementaarne käsitus*. Kuid ta kirjutas Peter Guthrie Taiti<sup>11</sup> raamatule *Kvaternioonide elementaarne käsitus* kuuenda peatüki ning avaldas veel kuuepennise brošüüri *Kahekorde sisestamisega raamatupidamise printsiibid*. Macfarlane<sup>12</sup> kirjutab oma kohtumisest Cayleyga järgmist:

Ma võtsin osa Londoni matemaatika seltsi koosolekust. Ruum oli väike, ja umbes kaksteist matemaatikut istusid ümmarguse laua ümber, nende hulgas oli professor Cayley. Koosoleku lõpus surus Cayley südamlikult mu kätt ja viitas kõige lahkemate sõnadega mu artiklitele, mida ta luegnud oli. Ta oli siis umbes 60-aastane, üsna kühmus ja kõhn. Kuid mis oli kõige tähelepanuväärsem tema juures, oli tema hallide silmade aktiivne vaade ja tema iseäralik poisilik naeratus.

Lisaks Copley medalile valiti Cayley Kuningliku seltsi liikmeks 1852. a ja ta sai nende Kuningliku medali 1859. Londoni matemaatikaselts andis talle De Morgani medali<sup>13</sup> 1884. a. Ta oli seltsi president aastatel 1868-1870. Cayley valiti Edinburghi Kuningliku seltsi liikmeks 1865. a ja Kuningliku astronoomia seltsi liikmeks 1857. a ja ta seltsi publikatsioonide toimetaja ajavahemikul 1859 kuni 1881. 1872. a valiti ta Cambridge Trinity kolledži auliikmeks ja ta sai austavaid teaduskraade Cambridge'i, Oxfordi, Edinburghi, Dublini, Göttingeni, Heidelbergi, Leydeni ja Bologna ülikoolilt. Kraater Kuul on tema nimega. Ta on Prantsuse instituudi välisliige ja liige akadeemiates Berliinis, Göttingenis, Peterburis, Milaanos, Roomas, Leydenis, Uppsalas ja Ungaris.

---

<sup>11</sup> Peter Guthrie Tait (1831— 1901), šoti füüsik ja matemaatik, kes aitas arendada kvaternioone ja algebrat, mis andis tõuke vektoranalüüsi tekkeks ja oli oluline tänapäevase matemaatilise füüsika arengule.

<sup>12</sup> Alexander Macfarlane (1851-1913) alustas oma uurimistööd eksperimentaalfüüsikas, kuid peatselt läks üle matemaatikale ja loogikale. Ta on paremini tunutud oma kahe kuulsa postuumse kirjutisega 19. sajandi briti matemaatikute, kellest paljusid ta isiklikult tundis.

<sup>13</sup> De Morgani medal on auhind väljapaistva panuse eest matemaatikasse ja seda annab välja Londoni matemaatika selts. Seltsi kõige väärikama auhinna nimi tuleneb seltsi esimese presidendi Augustus De Morgani nimest.

Cayley suri oma kodus Cambridge'is Garden House'is 26. jaanuaril 1895. Ta maeti 2. veebruaril 1895 Mill Roadi kalmistule. Kohal oli palju vöõrriikide esindajaid ning lisaks veel palju briti juhtivaid õpetlasi.

## **Kasutatud allikad**

[https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur\\_Cayley](https://en.wikipedia.org/wiki/Arthur_Cayley)

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

<https://www.encyclopedia.com/people/science-and-technology/mathematics-biographies/arthur-cayley#2830900830>

E.T. Bell, Men of Mathematics, A Touchstone book, published by Simon & Schuster, New York, London, Toronto, Sydney. 1986.