



### **Sir GEORGE GABRIEL STOKES**

George Gabriel Stokes, 1. Lensfieldi baronet (1819–1903), Iiri matemaatik ja füüsik oli Skreeni rektori (Sligo maakond Iirimaa), Reverend Gabriel Stokes'i noorim poeg, kes sündis 13. augustil 1819. Isa oli abiellunud Elizabeth Haughton'iga, kes oli ise kirikuõpetaja John Haughtoni tütar.

Stokes'ide kodune elu oli tugevasti mõjutatud isa evangeelsest protestantismist ja noorema poja kolmest vanemast vennast said kõigist vaimulikud. Kodune elu oli siiski õnnelik, lapsed kasvasid üles vabas õhus ja kindlate reeglite alusel. Stokes meenutas sageli oma poisikesepõlve uitamisi Atlandi ookeani võimsate murdlainete mähina saatel. Oma artiklis lainete teooriast räägib ta sellest, kuidas ta külastas Hiiglaste teed<sup>1</sup> (Giant's Causeway) just lainete uurimiseks.

Stokes jäi väga kiindunuks oma kodukohta, sest isegi pärast oma vanemate surma külastas ta peaaegu igal aastal oma venda John Whitley'd ja õde Elizabeth Mary't, kes elasid sealkandis.

---

<sup>1</sup> Hiiglaste tee (The Giant's Causeway) on ala umbes 40 000 basaltsambaga, mis on tekkinud iidse vulkaani purskega. Ala asub Antrimi maakonnas Põhja-Iirimaa põhjarannikul, umbes 5 km kirdesse Bushmills'i linnast.

Isa Gabriel andis lastele laiema hariduse, kui tavaliselt, sest oli õppinud Dublini Trinity kolledžis. Ta õpetas näiteks George'ile ladina keele grammatikat. Kui Stokes (nimetame teda edaspidi sellisel viisil) lahkus Skreenist 1832. a, siis asus ta õppima Dublinis. Ta veetis Reverend R. H. Walli koolis Hume'i tänaval kolm aastat, elades sel ajal oma onu John Stokes'i juures. Perekonna sissetulekud poleks võimaldanud Stokes'ile anda paremat haridust kallimas koolis. Tema õpitulemused matemaatika alal kõitsid õpetaja tähelepanu. Kahjuks suri selle õpingu ajal Stokes'i isa ja sel kurval sündmusel oli noorele mehele suur mõju.

1835. a läks Stokes Inglismaale ja astus Bristolis kolledžisse.

Lord Rayleigh on öelnud, et Stokes oli olnud poisikesena tormakas ja isegi vägivaldne, kuid Bristolis ta muutus rahulikuks ja see iseloomuomadus jäi talle elu lõpuni. Kui Stokes'i Bristolisse viinud laev pidi tormis peaaegu ümber minema, siis teda saatnud vanem vend oli Rayleigh'ile öelnud, et Stokes oli jäänud kogu ajaks rahulikuks ja kindlaks. Räägitakse, et sellest hetkest peale oli Stokes tuntud oma rahu ja isegi ujeduse poolest, sageli vastates küsimustele vaid „ei“ või „ja“. Kui aga temalt küsiti otse mingi probleemi kohta arvamust, siis selgitas Stokes pikalt oma isiklikke vaateid.

Selle „ei“ ja „ja“ kohta olevat Rayleigh kirjutanud, et see lakooniline stiil olnud Stokes'i vanemate vendade tungiv soovitus, sest kui Stokes läks iiri koolist inglise kooli, siis pikad vastused oleksid vendade arvates teinud Stokes'i tema iiri aktsendi tõttu koolikaaslaste naerualuseks.

Kaks aastat selle koolis olid väga olulised ettevalmistuseks Cambridge'i ülikooli astumiseks. Bristolis kolledži rektor, Dr. Jerrard, ise matemaatik, oli õppinud Cambridge'is koos Stokes'i ühe vanema vennaga. Matemaatikat õpetas Stokes'ile siiski Francis William Newman (kardinal Newman<sup>2</sup> vend), kes sai aru Stokes'i matemaatilisest talendist, kuna noormees võitis

---

<sup>2</sup> John Henry Newman (1801 – 1890) oli poeet ja teoloog, alguses anglikaani preester ja hiljem katoliku preester ning kardinal, kes oli 19. sajandi Inglismaa religioosses ajaloos tähtis ja vastuoluline figuur.

matemaatikas auhindu. Vastavalt Stokes'i kolleegile ja *In Memoriam* kirjutajale John William Strutt Rayleigh' (Lord Rayleigh) sõnadele oli Newman see, kes Stokes'i sügavalt mõjutas. Bristolis õppis Stokes puhast matemaatikat, Newton'i Principiat, hüdrostaatikat, optikat ja astronoomiat – kõiki neid alasid, millele Stokes hiljem pühendas kogu oma elu.

George Jerrard soovitas Stokes'il astuda Trinity kolledžisse Cambridge'is, kuid Stokes immatrikuleerus siiski Pembroke'i kolledžis Cambridge'is 1837. a. Väike segadus on tema matemaatiliste teadmistega, sest sinna kolledžisse ei võetud ilma diferentsiaal- ja integraalarvutust tundmata, kuid Stokes kirjutas hiljem ise, et neid aineid ta kolledžisse astudes ei tundnud. Teisel aastal sai ta endale tuutoriks William Hopkinsi, kes oli väga hinnatud füüsikalise astronoomia ja füüsikalise optika õppejõud. Stokes lõpetas kolledži 1841. a esimese *wranglerina* ja Smithi esimese preemia saajana. Ta valiti kohe teaduskonna liikmeks, kuid toleaegete seaduste alusel pidi ta sellest kohast loobuma, kuna ta abiellus 1857. a. Kaksteist aastat hiljem olid seadused leebunud ja ta valiti liikmeks tagasi. Ta säilitas selle ametikoha 1902. aastani, kui ta valiti päev enne 84-aastaseks saamist kolledži rektoriks. Kuid kaua ta seda ametit pidada ei saanud, sest järgmise aasta 1. veebruaril Stokes suri.

Niisiis töötas Stokes kogu elu Cambridge'i ülikoolis, kus ta oli Lucasi matemaatikaprofessor. Füüsikuna andis Stokes olulise panuse vedeliku dünaamikasse, ka sel viisil, et ta tuletas Navier-Stokes'i võrrandi, ja samuti olulise panuse füüsikalisse optikasse oma tähtsate töödega polarisatsioonis ja fluorestsentsis. Stokes'i käsikiri oma hüdrostaatika loengu kohta on praegugi Cambridge'i ülikooli raamatukogus, kuid see on kehvasti loetav, sest Stokes'i käekiri oli väga halb. Arvatavasti on see põhjuseks, miks Stokes oli vist esimene inimene Inglismaal, kes kasutas regulaarselt kirjutusmasinat.

Stokes'ile andis baroneti tiitli <sup>3</sup> Hannoveri dünastia kuulus esindaja kuninganna Victoria 1889. a. 1893. a sai ta Kuningliku seltsi Copley

---

<sup>3</sup> Baronett on päritav aadlitiitel, mis on seotud geograafilise kohaga. Tiitli pärib selle kandja vanim poeg.

medali, mis tollal oli kõige prestiižsem auhind maailmas oma uuringute ja avastuste eest füüsikas. Stokes oli Kuningliku seltsi president aastatel 1885 kuni 1890 (olles enne olnud pikalt üks selle seltsi sekretäridest) ja ta oli lühikest aega ka Pembroke'i kolledži rektor. Ta oli 1865. a asutatud Victoria instituudi president aastatel 1886 kuni 1903. See instituut oli ellu kutsutud religiooni ja teaduse vaheliste suhete uurimiseks.

1849. a valiti ta Lucasi professoriks matemaatikas ja 1. juunil 1899 tähistati Cambridge'is tema juubelit sellel ametikohal hiilgava tseremooniaga, millest võtsid osa paljud delegaadid Euroopa ja Ameerika ülikoolidest. Sel puhul andis ülikooli kantsler talle kuldse mälestusmedali ja Hamo Thornycrofti valmistatud Stokes'i marmorbüsti lubas Lord Kelvin ametlikult Pembroke'i kolledžile ja ülikoolile. Sir George Stokes sai baronetiks 1889. a ja ta esindas aastatel 1887 kuni 1892 parlamendis ülikooli toorina. Ta istus seal koos konservatiividega ja ta toetas neid Iiri küsimuses, mis tähendab, et ta oli *Home Rule*<sup>4</sup> vastu. On teada, et Stokes võttis seal sõna kokku kolm korda – esimene kord 1888. a, kui ta oli Oxfordi ja Cambridge'i ülikoolide esindatuse poolt linnavalitsustes ja teisele korral võttis ta sõna 1889. a, kui ta toetas kaht Briti muuseumi töötajat, keda lubati ajalehe The Times palvel teha tööd Iiri komisjoni heaks. Stokes kinnitas parlamendile, et seda tööd tehti väljaspool nende ametlikku tööaega. Kolmandal korral, 1891. a toetas ta täiendust Vaba Hariduse Seadusele, mis lubas 10 šillingit igale lapsele, kes käib aastas koolis vähemalt neljakümnel nädalal. See täiendus kukutati läbi ja Stokes enam parlamendis sõna ei võtnud. Ta leidis, et parlamendis veedetud aeg oli kulutatud äärmiselt ebamõistlikult ja enam ta parlamenti ei kandideerinud.

Samal ajavahemikul oli ta olnud Kuningliku seltsi president, ja üks sekretäridest ning olles samal ajal Lucasi professor, ühendas ta korraga kolm ametit, mida varem oli suutnud teha vaid üks mees – Isaac Newton, ja temagi ei olnud neis kolmes ametis samal ajal.

---

<sup>4</sup> Home Rule Iirimaa tähenduses oli iseseisev Iiri UK koosseisus.

Samal ajal, kui Stokes sai Lucasi professoriks, alustas Stokes oma sissetulekute suurendamiseks loodusteaduste ja füüsika õpetamist Kaevanduste valitsuse koolis Londonis. Lisaks sellele oli Stokes päris mitu aastat konsultandiks läätsede valmistaja Howard Grubbi juures, kellel oli edukas ja rahvusvaheliselt tuntud optikafirma Rathmines'is.

Ta oli ka nõustajaks majakate valguse küsimuses Trinity House'is <sup>5</sup>.

Stokes abiellus 4. juulil 1857 Püha Patricku katedraalis Armagh' linnas Mary Susanna Robinsoniga, kes oli Armagh observatooriumi astronoomi, Reverend Thomas Romney Robinsoni tütar. Nende abielu algas õnnelt, sest kaks esimest tütart surid lapseas ja Stokes oli ise raskelt sarlakites. Nende teine poeg Willian George oli õppinud arstiks, kuid suri 1893. a juhusliku morfiini üledoosi tõttu, kui ta oli üldarstina interniks Durhamis. Kuid nende vanem poeg Arthur Romney, kes päris baroneti tiitli, lõpetas King kolledži ja sai Shrewsbury kooli direktoriks. Nende noorim tütar Isabella Lucy abiellus Dr. Lawrence Humphry'ga 1889. a. Paar elas koos Stokes'iga Lensfieldi majas ja hoolitses tema eest pärast Stokes'i naise surma 1899. a. Isabella Lucy kirjutas isikliku memuaari oma isast - „Lahkunud George Gabriel Stokesi, baroneti memuaarid ja teaduslik kirjavahetus”.

Stokes'i järeltulijate hulgas on neljandast põlvest Briana Stokes (*great great granddaughter*).

Stokes'i aususest räägib tema 55-leheküljeline kiri oma valitule enne pulmi. Selles väljendab ta kahetsust, et ta ei suuda oma teaduselu tõttu kirglikult armastada, lisades juurde, et Mary Susanna suudab teda päästa kohustuste süngest üksildusest. Tegelikult kartis Stokes, et abikaasa ei lubaks tal hommikutundideni matemaatiliste probleemide kallal pead murda, nagu ta seda ka oma kirjas väljendas. Mõni nädal enne laulatust

---

<sup>5</sup> Trinity House on erakorporatsioon, millel on kolm põhifunktsiooni: ta on Inglismaa, Wales'i ja Kanalisaarte majakate amet, kes varustab riiki navigatsioonivahenditega ja hooldab neid, ta on ka lootsiameti korraldaja Põhja-Euroopa vetes seilavatele laevadele ja üksiti ka meremeeste heategevusorganisatsioon.

kirjutas ta uuesti oma kihlatule, pakkudes Maryle võimalust kihlus üles öelda. Mary seda võimalust ei kasutanud. Paar elas lühikest aega Addenbrookes'i haigla kõrvalmajas ja siis kolis Lensfieldi majja, mis asus suures aias Downingi kolledži lõunakülje vastas. See oli igati õnnelik ja võluv kodu, kus Stokes'il oli lihtne kabinet ja kus ta sai teha katseid lihtsate aparaatidega sahvri taga asuvas läbikäigus.

Stokes suri 1. veebruaril 1903 ja ta maeti Cambridge'i Mill Roadi kalmistule.

Stokes oli kolmest loodusfilosoofist – temast endast, James Clerk Maxwellist ja Lord Kelvinist koosnevas trios kõige vanem. See trio tõi Cambridge'i matemaatilise füüsika koolile suurt kuulsust 19. sajandi keskel.

Stokes'i originaaltöö algas 1840. aastate paiku, ja sellest ajast selle suur hulk ja selle kvaliteet olid briljantsed. Kuningliku seltsi teadustööde kataloog sisaldab üle saja töö, mida ta avaldas kuni 1883. aastani. Mõned on lühikesed märkused, mõned vastuolulised või korrektiivsed väited, kuid paljud on tõeliselt pikad ja detailsed traktaadid. Sisu poolest paistab tema töö välja kindla määratluse ja lõplikkuse poolest ja isegi sellised probleemid, mis sel ajal tundusid paljus matemaatilise füüsika poolt lahendamatuina, said Stokes'i käes lahenduse, mis panid lõppude-lõpuks põhipritsiibid paika.

Niisugune lähenemine probleemidele tuleb panna tema matemaatilise taibukuse ja eksperimentaalse osavuse kombinatsiooni arvele, sest sellest ajast, kui ta oli 1840-ndatel kokku pannud mõned lihtsad füüsika aparaadid oma ruumides Pembroke'i kolledžis, käisid matemaatika ja katsed käsikäes, täiendades ja kontrollides teineteist.

1880. aastate keskel aitas Stokes üles ehitada Cavendishi laborit. Labori eesmärk oli juhatada andekaid noori inimesi tegelema eksperimentaalse füüsikaga. Stokes'ile pakuti uue labori juhataja kohta, kuid Stokes arvas, et ta on selleks liiga vana. Nii juhatas laborit alates 1884. a J.J. Thomson, kes hiljem koos Ernest Rutherfordiga pakkus välja aatomi ehituse teooria.

Üks Kuningliku seltsi juhatuse liige kirjutas Stokes'i kohta: *Sir George'i üheks väljapaistvamaks iseloomujooneks oli see helde viis, kuidas ta oli alati valmis otsekohe kõrvale jätma oma teadustöö ja pöörama kogu oma tähelepanu ja osavõtlikkuse teadusliku teooria või eksperimendi mistahes punktile, mille kohta tema kolleeg oli nõu küsinud.*

### **Vedelike dünaamika**

Tema uuringud katsid suure osa füüsikast, kuid nagu märkis Marie Alfred Cornu oma Rede loengus *La théorie des ondes lumineuses: son influence sur la physique moderne* 1899. a, suurem osa neist uuringuid tegelesid lainete ja nende teisenemisega läbiminekul erinevatest keskkondadest. Kuna William Hopkins oli soovitanud tal tegeleda vedelike liikumise probleemidega, siis tema esimesed avaldatud artiklid, mis ilmusid 1842 ja 1843, olidki kokkusurumatute vedelike pidevast liikumisest ja mõnedel juhtudel vedelike liikumisest; neile järgnes töö 1845. a hõõrdumisest liikuvates vedelikes ja elastsete tahkiste tasakaalust ja liikumisest. Ja 1850. a ilmus töö vedelike seesmise hõõrdumise mõjust pendli liikumisele. Heli teooriale andis ta mitmeid täiendusi, kaasa arvatud arutelu tuule mõjust heli intensiivsusele ja seletuse, kuidas seda intensiivsust mõjutavad selle gaasi omadused, milles heli on tekitatud.

Tema uuringud vedelike liikumise ja viskoossuse kohta viisid viskoosses keskkonnas langeva kera lõppkiiruseni. See sai tuntuks Stokes'i seadusena. Ta leidis ka valemi hõõrdejõule, mis mõjub väga väikeste Reynolds'i arvudega <sup>6</sup> sfäärilistele objektidele.

Tema tööd olid aluseks lengeva keraga viskosimeetri ehitamiseks, kus vedelik on statsionaarselt vertikaalses klaastorus. Kera diameeter on teada ja tihedus samuti. Kera jõuab lõppkiiruseni, mida saab mõõta selle aja järgi, mis keral kulub kahe torule tehtud märgi vahemaa läbimiseks. Teades lõppkiirust, kera diameetrit ja tihedust ning vedeliku tihedust, saab Stokes'i

---

<sup>6</sup> Reynolds'i arv (lühendatult **Re**) on vedelike ja gaaside voolamise laadi määrav dimensioonita suurus (voolamine võib olla laminaarne või turbulentsne).

valemit kasutada vedeliku viskoossuse leidmiseks. Katse tulemuste parandamiseks kasutatakse tervet seeriat erineva diameetriga kuullaagri kuule. CGS süsteemi kinemaatilise viskoossuse ühik kannab nime „*stokes*“ tema tööde tunnustamiseks.

Need uuringud viisid hüdrodünaamika uuele alusele ja andsid võtme mitte ainult paljude looduslike fenomenide mõistmiseks, nagu pilvede suspensioon õhus ja säbru ja lainetuse püsimisele vees, vaid ka praktilistele probleemide lahendustele, nagu vee voolamine jõgedes ja kanalites ning laevade pardatakistus <sup>7</sup>.

## **Valgus**

Kuid võib-olla tema paremini tuntud uuringud on need, mis käsitlevad valguse lainetusteooriat. See töö algas tal juba oma karjääri alguses. Tema esimesed artiklid valguse aberratsioonist ilmusid 1845, 1846 ja 1848. Viimane käis teatud ribade kohta spektris. 1849 avaldas ta pika artikli difraktsiooni dünaamilisest teooriast, milles ta näitas, et polarisatsioonitasand peab olema risti lainetuse leviku suunale.

Kaks aastat hiljem arutles ta paksude plaatide värvuse üle.

Samal ajal ilmus temalt artikkel elektrivalguse spektrist ja samuti ka uurimus vere neeldumisspektrist. 1864. a käsitles ta orgaaniliste objektide eristamist nende optiliste omaduste järgi ja hiljem, koos reverend W. Hernon Harcourt'iga uuris ta seost erinevate klaaside keemilise koosseisu ja optiliste omaduste vahel eesmärgiga uurida akromaatiliste teleskoopide läbipaistvust ja selle parandamisvõimalusi.

Stokes uuris George Airy valemeid vikerkaare kirjeldamiseks. Need sisaldasid integraale, mida oli raskevõitu leida. Stokes väljendas integraali hajuva reana, mis tollal olid vähe tuntud. Kuid rea kavala kärpimisega, so

---

<sup>7</sup> Viskoosses vedelikus moodustub liikuva eseme ümber piirkiht. See põhjustab hõõrdumise tõttu takistusjõu. Piirkihis toimub erinevate kiirustega nihkelikumine, mis ulatub laevakerest kuni vee vaba voolamise piirkonda..



võttes arvesse vaid mõningaid esimesi liikmeid, leidis Stokes kaunis täpsed lähendid integraalidele. Ja neid oli palju lihtsam leida. Ka viisid Stokes'i uuringud paremale arusaamisele asümptootsetest ridadest.

### **Fluorostsents**

Ja 1852. a, oma kuulsas artiklis valguse murdumise muutusest, kirjeldas ta fluorostsentsi fenomeni fluoriidis ja uraaniklaasis. Need on ained, mida ta vaatas kui selliseid, mis on võimelised muutma nähtamatut UV-kiirgust nähtavaks valguseks. Seda nähtust nimetatakse Stokes'i auks Stokes'i nihkeks. Selle nähtuse kõrvaltulemuseks on Stokes'i joon, mis tegelikult on aluseks Ramani hajumisele.

1883. a Kuningliku instituudi loengu ajal näitas Lord Kelvin mehaanilist mudelit, mis kirjeldas Stokes'i seletuse dünaamilist printsiipi. Kelvin ütles, et ta oli sellest Stokes'i käest kuulnud palju aastaid varem ja et ta oli palunud Stokes'il see avaldada, kuid asjata.

### **Polarisatsioon**

Samal 1852. a ilmus artikkel erinevatest allikatest pärit polariseeritud valguse voogude koostisest ja lahutuvusest, ja 1853. a uurimus valguse metallilisest peegeldumisest teatud mittemetallilistelt ainetelt. See uurimus rõhutas valguse polarisatsiooni kui füüsikalise nähtuse tähtsust.

1860ndate aastate paiku tegeles ta küsimusega, kuidas läbib valgus üksteise otsa pandud plaate, ning 1862. a esitas ta Briti assotsiatsioonile aruande kaksikmurdumise kohta. See on nähtus, kus kristallid võivad mööda erinevaid telgi murda valgust erineval viisil. Võib-olla kõige tuntum kristall on Islandi pagu, mis kujutab endast läbipaistvat kaltsiiti.

### **Keemiline analüüs**

1864. a käsitles Stokes orgaaniliste ainete keemilist identifitseerimist nende optiliste omaduste alusel. Hiljem uuris ta koos Reverend William Vernon Harcourt'iga klaaside optiliste omaduste ja nende keemiliste omaduste vahel,

pidades silmas nende läbipaistvust ja akromaatiliste teleskoopide omaduste parandamist. Veel hilisem optiliste instrumentidega seotud töö vaatles mikroskoopiliste objektiivide apertuuri teoreetilisi piire.

## **Teised tööd**

1840. aastate alguses arvutas Stokes ookeani suurte lainete maksimaalse kõrguse. Teistel füüsika aladel tuleks märkida tema tööd soojusjuhtivusest kristallides (1851) ja tema uuringuid seoses Crookes'i radiomeetriga; tema selgitust kummalise fakti kohta, et kui tumedat keha fotografeerida vastu heledat fooni, siis tumeda keha piirjoone juures tekib hele ääris. Ja veel hiljem tuleb märkida tema teooriat röntgenkiirte kohta, mille kohta ta arvas, et need võivad olla loendamatud üksiklained, mis liiguvad kui ristlained, kui mitte tavalises regulaarses kujus.

Kaks pikka artiklit ilmusid 1849, üks külgetõmbe kohta ja teine Clairaut' teoreemi<sup>8</sup> kohta, mis kirjeldab gravitatsioonijõu varieeruvust Maa pinnal. See artikkel oleval reforminud geodeesiateadust. Need artiklid on tähelepanuväärsed, samuti nagu tema matemaatilised tööd perioodiliste ridade summa kohta (1847) ja teatud klassi määratud integraalide ja lõpmatute ridade numbrilise arvutamise kohta (1850).

Tema töö antud funktsiooni reaksarenduse tingimuste kohta on tegelikult Fourier' ridade teooria. Ka pakub ta selles välja definitsiooni ridade ühtlase koonduvuse kohta.

Tuntud on Kelvin-Stokes'i teoreem vektorväljade kohta – antud vektorvälja kohta ütleb see, et integraal vektorvälja rootorist üle mingi pinna on võrdne joonintegraaliga sellest väljast piki seda pinda ümbritsevat kõverat.

Tegelikult on küll lugu nii, et see teoreem pole päriselt Stokes'i oma - selle teoreemi saatis talle Lord Kelvin oma kirjas. Segadus on ilmselt tekkinud

---

<sup>8</sup> **Clairaut' teoreem** on üldine matemaatiline seadus, mis defineerib gravitatsioonikiirenduse pöörleva viskoosse ellipsoidi pinnal. Seejuures ellipsoid on tasakaalus gravitatsioonijõu ja tsentrifugaaljõu toimel..

sellepärast, et Stokes lisas selle teoreemi ühe ülesandena Smithi auhinna taotlejate eksami ülesannete hulka mitu aastat pärast Lord Kelvini kirja!

1849. a arutleb ta diferentsiaalvõrrandi üle, mis käsitleb raudteesildade purunemist (1849). See töö on otseselt seotud Dee silla katastroofiga <sup>9</sup> 1847. a., kus Stokes andis oma vaatlustõendid üle Kuninglikule komisjonile rauast detailide kasutamise kohta raudteestruktuurides.

### **Avaldamata tööd**

Paljud Stokes'i avastused on avaldamata, või puudutati ainult tema suulistest loengutes. Üks selline näide on tema töö spektroskoopia teoorias.

Oma presidendikõnes Briti Assotsiatsioonile 1871. a Lord Kelvin väitis, et tema teadmiste kohaselt pole Püikese ja tähtede keemilise koostise analüüsi ette pannud keegi ei kaudselt ega otseselt varem, kui Stokes õpetas seda talle Cambridge'i ülikoolis mingil ajal enne 1852. a suve. Kelvin pani siis kirja Stokes'i nii teoreetilised kui praktilised järeldused, mida ta hiljem kandis ette avalikel loengutel Glasgows.

Need väited, mille põhineb spektroskoopia ja see viis, mis võimaldab Päikesel ja tähtedel kindlaks teha seal esinevad ained, annavad alust kinnitada, et Stokes ennetas nende töödega Kirchhoffi vähemalt seitse või kaheksa aastat. Stokes küll mõned aastad hiljem ütles oma kirjas, et ta ei teinud siis üht väga olulist järeldust – et valguse emissioon kindlal lainepikkusel mitte ainult lubab, vaid koguni tingib sama lainepikkusega valguse neeldumise. Ta väidab tagasihoidlikult, temal pole mingit osa Kirchhoffi imetlusväärstes töös ja kinnitab, et tema sõbrad on tema töö tähtsusega üle pingutanud. Tuleb siiski öelda, et inglise teadusmehed pole seda Stokes'i väidet tõsiselt võtnud ja kinnitavad ikka edasi, et Stokes ütles esimesena välja spektroskoopia põhiprintsiibid.

---

<sup>9</sup> Raudteesild üle Dee jõe varises kokku 24. mail 1847, tappes viis inimest. Sild oli malmist taladel, mis olid tugevdatud madala süsinikusaldusega terasest tehtud varbadega. Silla projekteerija Robert Stephenson, auruveuri leiutaja George Stephenson poeg langes terava kriitika alla.

Stokes tegi palju ka matemaatilise füüsika arenguks. Kohe pärast tema Lucasi professoriks valimist teatas ta, et ta vaatab oma professionaalse kohustusena aidata keda tahes ülikoolist, kui see on sattunud raskustesse matemaatika õpinguis ja nii antud abi oli tõeliselt hea, nii et tudengid olid rõõmsad, kui said Stokes'ilt konsultatsiooni, isegi pärast seda, kui olid saanud kolleegideks. Ja veel, nende kolmekümne aasta sees, mil ta oli Kuningliku seltsi sekretär avaldas ta hiigelsuurt, kuigi märkamatu mõju matemaatika ja füüsika arengule, mitte ainult enda uuringu kaudu, vaid ka kaudselt uurimisprobleeme ette pannes ja julgustades teadlasi neid lahendama, olles ise alati valmis abi osutama.

### **Tööd inseneriteaduses**

Stokes oli seotud mitmete raudteeõnnetuste uurimisega, eriti aga Dee silla õnnetusega 1847. a maikuus. Ta oli kohe ellukutsutud Kuningliku komisjoni liige, mis uuris malmi kasutamist raudtee struktuurides. Ta andis suure panuse nende jõuduse arvutamisse, mis tekivad rongide liikumisel üle silla. Dee sild langes kokku, sest malmtalaseid kasutati mööduvate rongide mõju tasakaalustamiseks. Malm on habras tõmbele ja paindele, nii et paljud sarnased sillad tulid kas maha lõhkuda või tugevdada.

Stokes esines ka ekspert-tunnistajana Tay silla<sup>10</sup> õnnetuses, kus tema tunnistus puudutas tuule mõju sillale. Silla keskosa, mis oli tuntud kui Kõrged Kandetalad, purunes tormis täielikult, kui ekspress oli just selles kohas ja üle 75 inimese sai surma. Uurimiskomisjon kuulas üle paljud ekspert-tunnistajad ja järeldas, et sild oli halvasti projekteeritud, halvasti ehitatud ja halvasti hooldatud.

Tema tunnistuse tõttu nimetati ta järgnevalt Kuningliku komisjoni liikmeks, kui eksperti tuule mõju alal ehitustele. Tugevate tuulte mõju suurtele struktuuridele oli tollal täielikult uurimata ja komisjon korraldas terve seeria

---

<sup>10</sup> Tay raudteesild kukkus kokku pühapäeval, 28. detsembril 1879 tugeva tormi ajal, kui rong Wormitist Dundeesse ületas silda. Kõik reisijad said surma.

mõõtmisi üle Britannia, et hinnata tuule kiirusi tormide ajal ja rõhkusid, mida nad avaldavad pindadele.

### **Tööd religiooni kohta**

Stokes'il olid konservatiivsed religioossed vaated ja uskumused. 1886. a, kui ta sai Victoria instituudi presidendiks, mis moodustati evangeelsete kristlike printsipiide kaitseks uute teooriate eest, eriti aga bioloogilise evolutsiooni Darwini teooria eest. Ta esitas 1891. aastal Giffordi loengu<sup>11</sup> loodusteoloogiast.

Stokes oli ka Briti ja Välismaa Piibliseltsi asepresident ja tegeles aktiivselt doktriinsetes vaidlustes misjonitöö üle.

Stokes kirjutas Victoria instituudi presidendina: *"Me kõik tunnistame, et Looduse raamat ja Ilmutuse raamat tulevad mõlemad Jumalalt, ja järelkult pole neil mingit vahet, kui neid õigesti tõlgendada. Teaduse ja Ilmutuse sätted on enamasti nii erinevad, et nende kokkupõrgete tõenäosus on väike. Kui aga näiline erinevus peaks tekkima, siis pole meil printsipiaalselt võimalik kõrvaldada üks teise kasuks. Sest ükskõik kui tugevasti me oleme veendunud ilmutuse tões, me peame tunnistama oma kalduvust eksimiseks selle ilmutuse ulatuses või tõlgendamises; ja ükskõik kui tugevad võivad olla teaduslikud tõendid teooria kasuks, me peame meeles pidama, et me tegeleme tõenditega, mis on oma loomult tõenäosed ja on mõeldav, et laiem teadmine võib viia meid oma arvamuse muutmisele".*



### **Pärand ja austamine**

- Lucasi matemaatikaprofessor Cambridge'i ülikoolis

---

<sup>11</sup> Gifford loengud on iga-aastased loengute seeriad, mis asutati Adam Lord Giffordi testamendiga. Nende eesmärk on arendada ja levitada loodusteoloogia õpetust selle termini kõige laiemas mõttes. Gifford (1820-1887) oli šoti advokaat ja kohtunik.

- Kuningliku seltsi liikmeks sai ta 1851. a. Talle anti Rumfordi medal (1852) tema uuringute eest valguse probleemides, ja Copley medal 1893. a.
- 1869 juhatas ta Briti assotsiatsiooni Exeteri kohtumisel.
- Ajavahemikul 1883 kuni 1885 oli ta Burnett lektor Aberdeenis. Tema loengud valgusest avaldati 1884-1887.
- 6. juulil 1889 kuniganna Victoria lõi ta Baronett Stokes'iks Lensfieldi majas. Tiitel kaotati 1916. a.
- 1891. a avaldas ta Giffordi lektorina köite Loodusateoloogiast.
- Ta sai Preisi ordeni Pour le Mérite.
- Tal olid akadeemilised kraadid paljudest ülikoolidest, sh
  - *Doctor mathematicae (honoris causa)* Kuninglikust Fredericki ülikoolist (6. september 1902), kui pühitseti saja aasta möödumist matemaatik Niels Henrik Abeli sünnist.
- Kinemaatilise viskoossuse ühik *stokes* on nimetatud tema järgi.
- Juulis 2017 nimetas Dublini Linna ülikool ühe hoone Stokes'i nimeliseks, tunnustades tema panust füüsikasse ja matemaatikasse.

## Kasutatud kirjandus

1. [https://en.wikipedia.org/wiki/Sir\\_George\\_Stokes,\\_1st\\_Baronet](https://en.wikipedia.org/wiki/Sir_George_Stokes,_1st_Baronet)
2. <http://www-history.mcs.st-andrews.ac.uk/Biographies/Stokes.html>
3. <https://www.giffordlectures.org/lecturers/george-gabriel-stokes>
4. [https://api.parliament.uk/historic-hansard/commons/1889/aug/15/class-iv#S3V0339P0\\_18890815\\_HOC\\_323](https://api.parliament.uk/historic-hansard/commons/1889/aug/15/class-iv#S3V0339P0_18890815_HOC_323)
5. A. Wood, *George Gabriel Stokes 1819 - 1903: An Irish Mathematical Physicist*, Dublin City University, 1998.