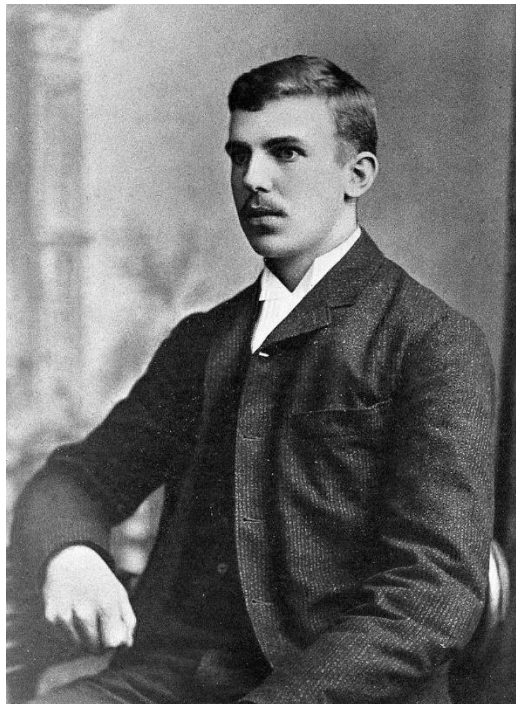


Lord Ernest Rutherford



Ernest Rutherford, 1. Nelsoni parun Rutherford (1871 – 1937) oli Uus-Meremaa füüsik, kes sai tuntuks tuumafüüsika isana. *Encyclopædia Britannica* peab teda suurimaks eksperimentaatoriks pärast Michael Faradayd (1791–1867).

McGilli ülikoolis Montrealis avastas Rutherford radioaktiivsete elementide poolestusaja, element radooni, ning alfa- ja beeta-kiirguse. Nobeli preemia keemias sai ta 1908. a elementide lagunemise ja radioaktiivsete elementide ainete keemia uurimise eest.

Pärast tööle asumist Manchesteri ülikooli tõestas ta, et aatomis peab mass olema koondunud väga väikesesse tuuma. Sellele järeldusele jõudis ta uurides õhukest kullalehte läbinud osakeste hajumist koos Hans Geigeri ja Ernest Marsdeniga.

Rutherford viis läbi esimese kunstliku tuumareaktsiooni 1917. a, kui ta pommitas lämmastiku tuumi alfa-osakestega. Selle katse tulemusena leidis ta tuumaosakese, mille ta alguses nimetas vesiniku aatomiks, kuid mille ta aasta hiljem nimetas prootoniks.

Rutherford sai Cavendishi labori direktoriks 1919. a. Tema juhatuse all leidis James Chadwick 1932. a neutroni. Samal aastal lõhustasid Rutherfordi tudengid John Cockroft ja Ernest Walton kontrollitud viisil elemendi tuuma. Rutherford suri ootamatult 1937. a ja tema säilmed on maetud Westminster Abbey's Newtoni lähedal.

1997. a nimetati avastatud uus element nr 104 rutherfordiumiks.

Ernest Rutherford sündis 30. augustil 1871 väikeses Brightwateri külakeses (hiljem nimega Spring Grove) 12 miili edelas Nelsoni linnakesest Uus-Meremaa Lõunasaare põhjarannikul, neljandana 12-lapselises peres. Rutherfordi lapsepõlv ja noorus möödusid Nelsoni provintsi koloniseerijate hulgas, sest koloniseerimine algas vaid 29 aastat enne Rutherfordi sündimist. Immigrandid olid tublid jumalakartlikud inimesed ja kuna nad olid oma uude kodukohta purjetanud rohkem kui pool aastat, siis oli neist juba laeval kujunenud tihedalt kokkuhoidev kogukond. Selliseks see kogukond ka jäi, sest kõik pidid alustama väikefarmeritena nullist. See ei saanud jätta oma pitsarit ka tulevasele Lord Rutherfordile.

Kiiresti kerkisid algkool ja keskkool – Nelsoni kolledž. 1877. aastal, kui Rutherford kooli läks, muudeti kool riiklikul tasemel kohustuslikuks ja õppemaksust vabaks.

Rutherfordi isa James oli Uus-Meremaale tulnud Perthi linnast Šotimaaal, et „kasvatada natuke lina ja palju lapsi“. Ta oli ehitaja, kes oskas ehitada ka sildu ja kes sõitis oma töökohta enda ehitatud puust mootorrattal. Ta abiellus 1866. aastal Martha Thompsoniga, kes oli koos oma lehestunud emaga emigreerunud Hornchurch'ist Essexis Inglismaal. Nii ema kui tütar pidasid kohalikus koolis kordamööda õpetaja ametit.

Rutherford oli tubli õpilane ja kui ta sai 11-aastaseks, siis kolis pere mereäärsesse Havelocki külla, kus ta isa ehitas saeveski ja seadis üles Uus-Meremaa lina (*Phormium tenax*) töötlemise masinad. Rutherford kasvas üles terve ja rõõmsameelse poisina, kes, kui ta oli kooli ja kodused ülesanded ära teinud (kaasa arvatud lehmaliüpsmine), hulkus ümbruskonnas, püüdes tuvisid ja õngitsedes.

Rutherfordi isa oli suurepärase iseloomuga, aus ja austusväärne oma tegevustes. Tal oli ka hea mehaanilise vaistuga ning aitas sageli oma naabreid. Ema Martha oli saanud hea koolihariduse ja armastas pühapäeva hommikuti koguda oma pere kokku muusika ja usuliste küsimustega tegelemiseks, kus ema mängis klaverit ja isa viulit. Selle väikesele kontserdile järgnesid loodusloo ja maateaduse õpingud. Kahjuks ema loomus muutus pärast kahe poja uppumist lähedalasuvas merelähes.

Ema oli olnud kodus „rahandusminister“, kes jälgis hoolega kulutamist, kuid ta andis ka 10 dollarit India näljahädalistele. Selle iseloomujoone päris ka Rutherford, kes oli alati valmis toetama väärt tudengit, kui see sattus hädta. Isegi oma Nobeli preemia rahadest tegi ta ilusaid kingitusi emale ja ülejäänud perele.

Rutherfordil jõudis kätte aeg kandideerida keskkooli astumiseks vajaliku stipendiumi taotlemiseks. Selleks tuli sooritada eksamid aritmeetikas, inglise keeles, geograafias ja ajalooos. Rutherfordi tulemus oli 580 punkti 600st ja ta oli võitnud vajaliku 50 ginit aastas keskkoolis õppimiseks.

Rutherford läks Nelsoni kolledži koos isaga mööda metsaradu üle mägede. Kuna ta oli tänu emale õppinud ladina keelt, siis pandi ta kohe 5. klassi. Koolis oli vaid 80 õpilast, mille tulemusena õpilased ja õpetajad moodustasid ühise seltskonna, kes käisid nädalalõppudel koos matkamas, kus Rutherford pidas sageli geomeetria loenguid, kasutades tahvliks maapinda ja kriidiks matkakeppi. Rutherfordi klassikaaslane C.H. Broad, kellest hiljem sai kooli direktor, imestas alati, millise kontsentreerumisvõimega Rutherford oli, isegi keset koolikaaslaste möllu. Kooli mõju oli Rutherfordile hämmastavalt suur – see ilmneb kasvõi selles, et kui ta Inglismaa peeriks sai, siis valis ta endale nimeks *Lord Rutherford of Nelson*.

Kaheksateist ja poole aastasena astus Rutherford Canterbury kolledžisse. Seal mõjutasid Rutherfordi kujunemist enim matemaatikaõpetaja Cook ja füüsika- ning keemiaõpetaja Bickerton. Nad olid oma õpetamisstiililt täiesti erinevad – kui Cook oli konservatiiv, siis Bickerton oli väga originaalne ja täis entuusiasmi. Rutherford võttis kolledžis osa mitmete seltside tööst, ning olles kasvanud lihtsas ja otsekoheses kodus, oli ta armastatud kaaslane kõikides üritustes.

Kolmandal aastal sai ta bakalaureuse kraadi matemaatikas koos stipendiumiga ja järgmisel aastal auhinnatud magistri kraadi nii matemaatikas kui füüsikas. Oma viiendal aastal alustas ta uuringuid raua magneetamiseks kõrgsagedusliku Tesla trafo abil. Võiks öelda, et nende katsetega edestas ta Marconit, sest Rutherford suutis oma kõrgsagedustrafoga magnetiseerida peent terastraati 60 jala kaugusel, mis sisuliselt võimaldas elektromagnetlaineid avastada.

Õpingute lõpul esitas ta oma lõputöö koos taotlusega 1851. a Näituse stipendiumile ¹. Ülikooli juhtkond oli raskustes stipendiumi määramisega, sest

¹ 1851. a Uurimisstipendium ehk Näitusestipendium oli 1851. a Kuningliku näituste komisjoni projekt iga-aastaselt anda välja kolmeaastane uurimistoetus umbes kaheksale eriliselt väljapaistvale noorele insenerile või teadlasele. Toetus oli avatud kõikidele rahvustele ja teadusaladele, kaasa arvatud füüsika ja bioloogiateadused, matemaatika, rakendusteadus ja mistahes inseneriharu. Seda toetust võis kasutada mistahes kohas Ühendkuningriigis.

Rutherfordi kõrval oli teine väljapaistev kandidaat – keemik J.C. MacLaurin. Tema lõputöö käsitles kulla saamist tsüaniidprotsessi abil.

Rutherford, olles kindel, et tema stipendiumit ei saa, hakkas ajutiselt õpetajaks kohalikus keskkoolis, kuid olles väga range õpetaja, siis polnud ta kuigi populaarne.

Aga vahepeal oli MacLaurin abiellunud ja läinud analüütikuna teenistusse Uus-Meremaa valitsuse juurde. Nii jäi stipendium vabaks ja Rutherford sai selle endale. Stipendiumi suurus oli 150 dollarit aastas, mis polnud kuigi suur, sest see ei katnud reisi Inglismaale. Rutherford pidi raha igalt poolt kokku laenama, et laevapileti jaoks jätkuks. Laev peatus mitmes Austraalia sadamas, sealhulgas ka Adelaide'is ja Rutherfordil oli aega kohtuda seal ülikooli professori William Braggiga, kes sai Rutherfordi heaks sõbraks. Ta oli juba varem otsustanud, et Inglismaale jõudes valib ta oma juhendajaks professor J.J. Thomsoni Cavendishi laboratooriumist ja selleks valmistudes oli Rutherford lugenud läbi kõik Thomsoni artiklid.

Cambridge'is jätkas Rutherford oma tööd magnetilise detektoriga ja Thomsoni julgustamisel jõudis ta maailmarekordini elektromagnetiliste signaalide avastamise kauguses, kuid kui ta esitles neid tulemusi Briti Assotsiatsiooni² koosolekul 1896. a, siis kuulis ta seal Guglielmo Marconi ettekannet, kes oli Rutherfordi saavutusi tunduvalt ületanud.

Kuid see oli just aeg, kui Röntgen avastas kummalised kiired, mida suur osa maailmast hakkas nimetama avastaja nime järgi ja teine osa nimetab neid siiani X-kiirteks. Neid esialgu üsna tundmatuid kiiri hakkasid uurima mitmed teadlased, kaasa arvatud Henry Becquerel ja Marie Curie.

See uus avastus tõmbas kaasa ka Rutherfordi ja tema katsed magnetilise detektoriga jäid soiku. Becquereli eeskujul uuris ta uraani kiirgust ja leidis selle olevat samasuguse kui röntgenkiired. Järgmiseks leidis ta, et uraan kiirgab kaht tüüpi kiiri, üks neist neeldub väga kiiresti ümbritsevas keskkonnas – need nimetas ta alfa-kiirguseks ja teise, vähemalt 1000 korda läbitungivama, beeta-kiirguseks.

Selleks ajaks oli läbi saanud tema Näitusestipendium ja kuigi ta sai teise stipendiumi, siis see oli liiga väike, et abielluda oma kallima Mary Newtoniga. See sundis teda vastu võtma MacDonaldi professoriameti Kanadas, McGilli ülikoolis, kus oli ka suurepärane laboratoorium. Palk oli 500 dollarit aastas.

1898. aasta septembris sõitis Rutherford tööle McGilli ülikooli Montrealis (Kanada). Sealt kirjutas ta oma pruudile, et kas ta peab tulema järgmise aasta

² Briti Teaduslik Assotsiatsioon (BSA) on õpetatud ja heategev selts, mis loodi 1831. a teaduse edendamiseks ja selle arendamiseks. Kuni 2009. aastani kandis see nime Briti Assotsiatsioon Teaduse Arendamiseks (BAAS).

puhkuse ajal Uus-Meremaale ja tooma Mary Kanadasse või korjama aasta aega raha, et teha seda stiilselt. Lõpuks abiellusid nad 1901. a Püha Pauli Anglikaani Kirikus Papanui linnaosas Christchurch'is ja neil oli vaid üks laps, tütar Eileen, kes abiellus füüsik Ralph Fowleriga.

Kanadas võeti Rutherford väga soojalt vastu ja Sir William Macdonald andis talle katseteks laboratooriumi, talle osteti isegi katseteks vajalik kogus raadiumi ja vedela õhu valmistamise masin. Rutherford hakkas uurima tooriumi ja leidis, et õhu liikumine tooriumi kohal vähendab selle kiirgust – järelikult mingi kiirgav aine puhutakse tooriumi kohalt ära. Rutherford nimetas selle tooriumi emanatsiooniks³ ning ta pani tähele, et see emanatsioon muudab temaga kokku puutuva aine samuti kiirgavaks. Suure osa sellest uurimistööst tegi ära Rutherfordi õpilane Frederick Soddy, kes sai 1921. a Nobeli preemia keemias.

Pikkade katsete tulemusena avaldas Rutherford 1903. a artikli, kus näitas, et radioaktiivsus on elementide järjestikuse muundumise tulemus. Rutherfordi katsetest järeldus, et kõik need jälgitud radioaktiivsed protsessid on subatomaarsed, ega sõltu aine keemilistes ja füüsikalistest tingimustest. Ja kirja sai ka oluline väide – radioaktiivse aine hulga muutumise kiirus on mistahes ajal alati võrdeline muutumatuks jäänud aine hulgaga.

1903. a uuris Rutherford prantsuse keemiku Paul Villardi 1900. a avastatud kiirgust, mis ilmnes raadiumi emissioonis. Rutherford leidis, et see kiirgus erineb nii alfa- kui beeta-kiirgusest, kuna omab palju suuremat läbitungimisvõimet. Rutherford nimetas selle gamma-kiirguseks. Need nimetused on jäänud kasutusele tänapäevani.

1904. a esines Rutherford oletusega, et radioaktiivsus on küllalt energiarikas, selleks et seletada fakti, kuidas Päike on suutnud kiirata nii palju miljoneid aastaid, mida on olnud vaja Darwini pakutud aeglase bioloogilise evolutsiooni toimimiseks. Lord Kelvin oli varem arvanud, et selliseid energiaallikaid, mis nii kaua vastu peaks, pole olemas ja seetõttu Maa peab olema palju noorem.

See oli avastuste aeg, kus uued teadmised tulid iga päevaga. Montreali labor muutus tuumafüüsika keskuseks ja paljud Euroopa teadlased sõitsid sinna kokku tegema katseid Rutherfordi laboratooriumis. Üks neist oli sakslane Otto Hahn, kellel jätkus Rutherfordi ja labori kohta vaid väga häid sõnu.

Selleks ajaks oli J.J. Thomson avastanud, et katoodekiired koosnevad osakestest ehk elektronidest, mille mass on 1/1840 vesiniku aatomi massist. Kiiresti leiti, beeta-osakesed on elektronide moodi, kuid liiguvad kiirusega, mis on 95% valguse kiirusest vaakumis, kusjuures nende mass muutub kiirusega

³ Hiljem selgus, et see emanatsioon oli radoon, või õigemini radooni erinevad isotoobid.

relatiivsusteooriale vastavalt. Alfa-osakesed olid palju raskemad. Rutherford ei saanud enne nende kohta midagi öelda, kui ta sai Curie käest võimsama raadiumiallika. Kohe selgus, et alfa-osakesed on radioaktiivsetest aatomitest pärit positiivselt laetud osakesed, mis liiguvad suure kiirusega. Mõõtmised näitasid, et need on pärit heeliumi aatomitest ja nad on kahekordse laenguga.

Paljud USA ülikoolid olid teinud Rutherfordile ahvatlevaid pakkumisi, kuid ta oli need tagasi lükanud. Kuid A. Schusteri kiri Manchesterist pani teda mõtlema, sest Schuster oli otsustanud pensioneeruda ja tema sooviks oli, et Rutherford oleks tema järglane. Lisaks oli Schusteril suurepärane laboratoorium ja ta andis lubaduse hoolitseda tulevaste investeeringute eest. Tagatipuks oli Schusteril briljantne assistent – Hans Geiger. Schuster oli varunud ka suure hulga raadiumi Viini Akadeemialt – tervelt 450 mg.

See kallutas ka Rutherfordi 1907. a vastu võtma Schusteri pakkumise Langworthy füüsikakateedrisse Manchesteri ülikoolis. Kui ta seal juba töötas, siis lõi ta tugeva koolkonna, kellest tuntumad on Niels Bohr, Harry Bateman, Charles Galton Darwin ja Hans Geiger. Arthur Schuster oli loonud Rutherfordile seal kõik vajalikud tingimused, et ta uurimistöö sai sujuvalt jätkuda.

Rutherford ja Geiger loendasid esmakordselt, kui palju alfa-osakesi kiirgas radioaktiivne aine sekundis. Rutherford leidis viisi, kuidas põrgetega tugevas elektriväljas saab registreerida ainsat alfa-osakest. Geiger täiustas seda meetodit, nii et sellega sai ka beeta-osakesi registreerida ja sellega põlistas oma nime tuumafüüsikas. See andis uurijatele vahendi mõõta elektroni laengut. Mitu aastat hiljem hindas Max Planck Berliinis elektroni laengut teoreetiliselt ja sai sama tulemuse.

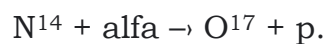
Umbes samal ajal lugesid tekkivaid alfa-osakesi Rutherford ja Royds ning tegid kindlaks, et kui alfa-osake haarab endale kaks elektroni, siis on tulemuseks heeliumi aatom.

Seoses sõja algusega Rutherfordi labor lagunes, sest noored läksid võitlema. 1915. a juulis moodustati Admiraliteedi leiutiste ja uurimise nõukogu, mida hakkas juhtima Lord Fisher. Rutherford hõivati selle tegevusse, kus tema põhiline ülesanne oli tegutseda allveelaevade avastamise ja hüdrolokatsiooniga. Rutherfordi labor organiseeriti suures osas ümber akustikalaboriks, mille keskel seisis hiiglaslik veemahuti. Laboris uuriti hüdrafonide kasutamist ja arendati Langevini pieso-elektrilist meetodit.

Sõja lõppedes oli Sir J.J. Thomson otsustanud loobuda Cavendishi eksperimentaalfüüsika kateedri juhtimisest Cambridge'i ülikoolis. Oli selge, et ainuke sobiv kandidaat sellele kohale oleks Rutherford. Nii läkski, kuigi Rutherford lahkus 1919. a Manchesterist raske südamega, sest maha jäi ju

palju sõpru. Kuid ta võttis kaasa suure hulga aparatuuri ja ka Viinist saadud raadiumi, nii et Cambridge'is said ta eksperimentid jätkuda katkematult. Järgmised eksperimentid olid pühendatud alfa-osakeste hajumisele ainet läbides. Geiger tegi kindlaks, et suur enamus hajumisnurki olid väikesed – st alfa-osakesed ei kohta aatomeid läbides eriti midagi ja et need nurgad olid võrdelised ruutjuurega hajutava aine aatomkaalust. Kuid väike osa hajumisnurkadest olid väga suured ja need olid võrdelised hajutava aine massiarvu ruuduga. Rutherford mõtles nende tulemuste üle pikka aega ja lõpuks kuulutas, et elektrilaeng tuuma sees on koondunud väga väikesesse piirkonda, mis oli risti vastu aatomi tolleaegse mudeliga. Ta andis oma abilistele Manchesteris ülesande kontrollida saadud tulemusi. Kahe aasta pärast kinnitas Henry Moseley, et kõik aatomi tähtsamad omadused keemilistes ja füüsikalistes protsessides sõltuvad mitte aatomi massiarvust, vaid nn aatominumbrist, mis oli võrdne orbitaalsete elektronide arvuga. See uus Rutherfordi aatom tekitas aga hulga stabiilsuse probleeme, aga samuti ka raskusi vesiniku spektris joonte arvu seletamisel. Need probleemid lahendas Niels Bohr kvantteooria alusel – elektronide orbiidid aatomis on stabiilsed, kusjuures vesiniku aatomi kõige madalam energiaseisund on nn põhiseisund. Bohr püstitas vesiniku aatomi jaoks kaks olulist postulaati:

- Aatomil on mitmeid stabiilseid orbiite, kus elektron saab püsida, ilma et ta kiirgaks energiat. Iga orbiit vastab kindlale energiatasemele;
- Elektron saab spontaanselt hüppata ühelt energiatasemelt E_1 teisele tasemele E_2 ($E_2 > E_1$). Sellisel juhul elektroni energia muutus avaldub Plancki valemiga. Need postulaadid erinesid kapitaalalt senikasutatud klassikalistest arusaamadest, kuid nende kasutamine andis väga täpseid lainepikkuseid nii vesiniku kui heeliumi spektraalseeriatele. Pärast I maailmasõda hakkas Rutherford uurima raskemate aatomituumade pörkeid, kasutades alfa-osakese ning lämmastiku tuuma vahelisi pörkeid. See osutus erakordselt edukaks ja esmakordselt tõestati ühe elemendi muutumine teiseks – lämmastiku aatom muutus hapniku aatomiks



Kuid juba 1920. a soovitas Rutherford aatomituumade lõhkumiseks kasutada palju paremat “kuuli” – neutronit, ja eriti heaks lõhkujaks osutus neutron siis, kui ta kiirus polnud suur. Seega soovitas Rutherford otsida head neutronite aeglustajat, kui taheti aatomeid lõhkuda. Sel ajal oli neutron veel ainult oletus paberil ning 13 aastat hiljem James Chadwick neutroni avastaski.

Kahjuks Rutherford lahkus meie hulgast 19. oktoobril 1937 unarusse jäetud songa põhjustatud hädade ägenemisest.

Aasta enne oma surma tegi Rutherford avalduse Watt'i aastapäeva loengus, et hiljuti avastatud neutron on erakordselt hea vahend elementide tuumade lõhustamiseks, kui ainult leitakse odav meetod neutronite aeglustamiseks.

Otto Hahn, kes oli töötanud Rutherfordiga koos Montrealis, leidis keemik Fritz Strassmanni abil, et üks uraani lõhustamise produkte on baarium. Veidi hiljem selgus, et teine produkt on krüpton. Nende tuumalaengud andsid summaks 92, mis on uraani tuumalaeng. Lise Meitner ja Otto Frisch, kes põgenesid Saksamaalt Taani ja töötasid Bohri laboratooriumis, andsid niisugustele protsessidele selgituse, et lisaks uraani lõhustumisproduktidele vabaneb tohtu kogus energiat ning hulk neutroneid.

Pärast seda, kui Frédéric Joliot-Curie oma kaastöötajatega oli need väited laboris kinnitanud, avanes tee ahelreaktsioonile. Lõpliku kinnituse sai ka fakt, et iga nael uraan-235 sisaldab sama palju energiat kui 1000 tonni head kivisütt.

Rutherford löödi rüütliks 1914. a; talle anti Order of Merit 1925. a, ja 1931. a anti talle tiitel 1. Nelsoni parun Rutherford (Uus-Meremaa ja Cambridge). Ta valiti Royal Society liikmeks 1903. a ning ta oli seltsi president aastatel 1925 kuni 1930. Talle anti Rumfordi medal (1905) ja Copley Medal (1922), Torino teaduste akadeemia Bressa auhind, Kuningliku kunstide seltsi Alberti medal (1928), Elektriinseneride Institutsiooni Faraday Medal (1930), Doktorikraadi sai ta Uus-Meremaa ülikoolilt ning audoktoriks oli ta Pennsylvania, Wisconsin, McGill, Birminghami, Edinburghi, Melbourne'i, Yale'i, Glasgow, Giesseni, Copenhageni, Cambridge'i, Dublini, Durhami, Oxfordi, Liverpooli, Toronto, Bristol, Kaplinna, Londoni ja Leeds ülikoolides.

Kasutatud kirjandus

A.S. Eve ja J. Chadwick, Lord Rutherford 1871–1937. Obituary Notices of Fellows of the Royal Society. **2** (6): 394, 1938.

E. Marsden, Rutherford – his life and work, 1871-1937, Proceedings of the Royal Society of London, Series A. Mathematical and Physical Sciences, **226**, No 1166, pp, 283-305, 1954.

https://en.wikipedia.org/wiki/Ernest_Rutherford