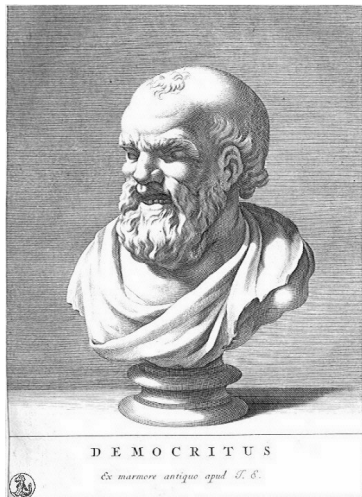


Atomimallit

Tapio Hansson

Atomin käsite

- ▶ Atomin käsite on peräisin antiikin Kreikasta.
- ▶ Filosofi Demokritos päätteli (n. 400 eaa.), että äärellisen maailman tulee koostua äärellisistä, jakamattomista hiukkasista ja tyhjiydestä.
- ▶ Empedokles toi mukaan alkuaineet: maa, vesi, tuli ja ilma.
- ▶ Aristoteleen mukaan tyjyyttä ei voinut olla, vaan sen tilalla oli 5. alkuaine, eli eetteri.
- ▶ Atomeja pidettiin geometrinen kappaleiden muotoisina.

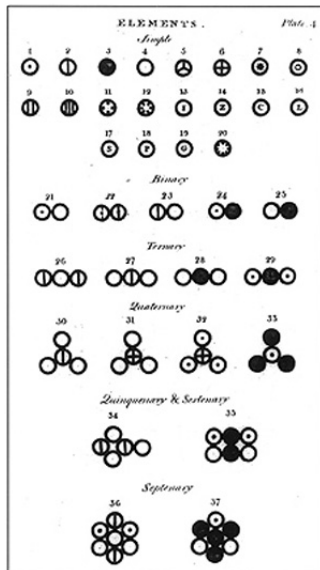


kuva: public domain

Kemiallinen atomi

- ▶ N. vuonna 1800 kemisti John Dalton huomasi, että yhdisteet koostuvat alkuaineista tietyissä kokonaislukusuhteissa.
- ▶ Hän selitti tämän atomiteoriallaan, joka sisälsi seuraavat oletukset:
 1. Alkuaineet muodostuva atomeista.
 2. Tietyn alkuaineen kaikki atomit ovat samanlaisia ja erilaisia kuin minkään muun alkuaineen atomit.
 3. Atomeja ei voi luoda, jakaa tai hävittää.
 4. Yhdisteet muodostuvat atomeista aina tietyissä kokonaislukusuhteissa.
 5. Kemiallisessa reaktiossa atomeja yhdistetään, erotetaan ja uudelleenjärjestellään.

Daltonin järjestelmä



kuvat: public domain



Elektroni toi atomille sisäisen rakenteen

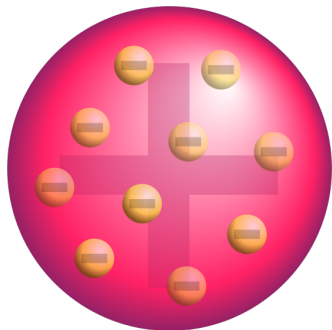
- ▶ J. J. Thomson löysi elektronin tutkimalla katodisäteitä.
- ▶ Se osoitti, että aiemmin tunnettu atomi ei olekaan aineen pienin jakamaton hiukkanen.
- ▶ Jos Thomson olisi saanut päättää, hän olisi kutsunut hiukkasiaan "korpuskeleiksi", mutta muut fyysikot ottivat George Stoneyn aiemmin keksimän elektronin käyttöön.
- ▶ Thomson kehitti ohessa paljon massa/varaus-suhteen mittaamista ja toimi siten nykyaikaisen massaspektrometrian uranuurtajana.



kuva: public domain

Thomsonin rusinapullamalli

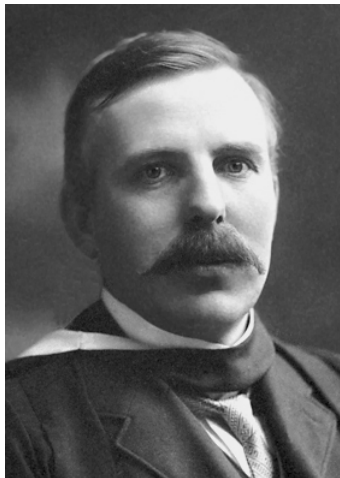
- ▶ Thomson päätteli elektronien lähtevän katodisädeputkissa olevasta kaasusta.
- ▶ Tällöin atomissa täytyy olla rakenneosia.
- ▶ Koska elektronit havaittiin negatiivisesti varautuneeksi, täytyy jossain olla positiivinen varaus.
- ▶ Thomson päätteli, että pienet elektronit ovat positiivisesti varautuneen massan sisällä, hieman kuin rusinat pullassa.



kuva: public domain

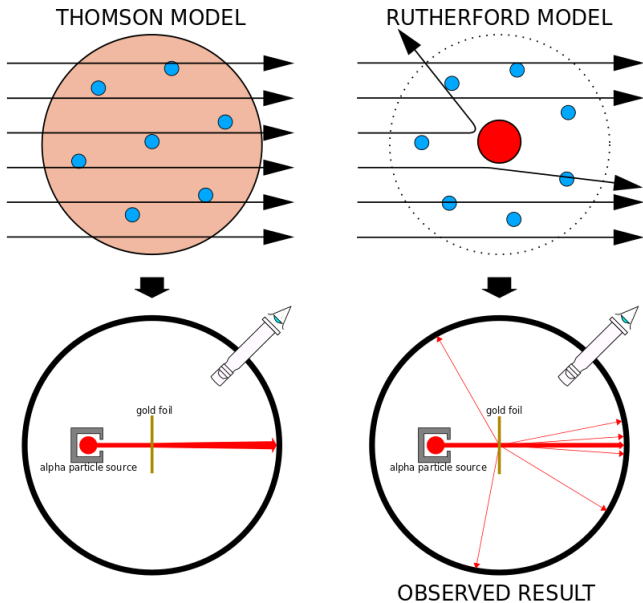
Rutherford löysi ytimen

- ▶ Ernst Rutherford oli opiskelija Thomsonin alaisuudessa.
- ▶ Tutki radioaktiivisuutta ja lähti Kanadaan yliopistoon, jossa yhdessä kemisti Frederick Soddyn kanssa huomasi α -hiukkasen olevan helium atomin ydin.
- ▶ Rutherford teoretisoi neutronin jo 12 vuotta ennen kuin James Chadwick löysi sen kokeellisesti.
- ▶ "All science is either physics or stamp collecting."
- ▶ Rutherfordin mallissa suurin osa atomin massasta on keskellä ytimessä ja elektronit ovat ytimen ympärillä.



kuva: public domain

Rutherfordin koe



Bohr laittoi elektronit kiertämään

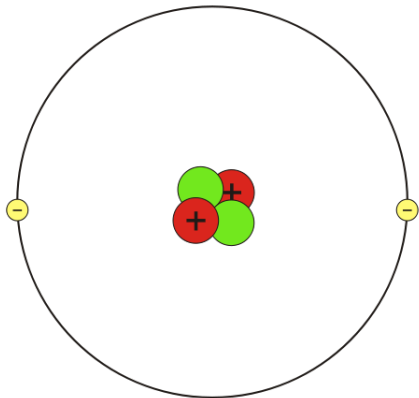
- ▶ Niels Bohr opiskeli mm. Rutherfordin alaisuudessa.
- ▶ Hänet tunnetaan parhaiten töistään varhaisen kvanttiteorian parissa.
- ▶ Paitsi Niels, myös hänen poikansa Aage Bohr sai fysiikan Nobel-palkinnon.
- ▶ Kööpenhaminan yliopistoon perustettiin Bohria varten teoreettisen fysiikan instituutti.
- ▶ Bohr oli mukana myös Manhattan-projektissa.
- ▶ Bohrin malli yhdistää Rutherfordin malliin varhaista kvanttimekaniikkaa.



kuva: public domain

Bohrin atomimalli

- ▶ Bohr'n mallissa elektronit kiertävät atomin ydintä hieman kuin planeetat radallaan.
- ▶ Sähkömagnetismin teorian mukaan elektronien tulisi tippua ytimeen sähköisen vetovoiman vuoksi.
- ▶ Bohr rakensi mallinsa niin, että elektronit voivat asettua vain tietyille energiatiloille, mutta tälle ei vielä ollut fysikaalista selitystä.
- ▶ Selitys saatiin myöhemmin kvanttimekaniikan kehittyessä.



kuva:
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Helium-Bohr.svg>

Alkuaineiden luokittelu

- ▶ Atomin ydin on tuhansia kertoja elektroneja raskaampi.
- ▶ Ydin koostuu positiivisesti varatuista protoneista ja varauksettomista neutroneista.
- ▶ Eri alkuaineet erottaa toisistaan protonien lukumäärä, eli järjestysluku Z .
- ▶ Vedyllä (H) on yksi protoni, Heliumilla (He) kaksi, Litiumilla (Li) 3 jne.
- ▶ Neutronien lukumäärä N vaihtelee, ja saman alkuaineen eri neutronilukuisia versioita kutsutaan alkuaineen *isotoopeiksi*.
- ▶ Ytimiä luokitellaan niiden massaluvun A , eli neutronien ja protonien yhteenlasketun lukumäärän mukaan.

$$A = Z + N$$

Jaksollinen järjestelmä

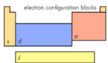
The Periodic Table of the Elements

Legend:

- alkali metals
- alkaline earths
- transition metals
- lanthanoids
- actinoids
- metalloids
- other metals
- halogens
- noble gases
- unknown elements
- radioactive elements have masses in parentheses

Callout for Iron (Fe):

- atomic mass: 55.845
- atomic number: 26
- 1st ionization energy: 762.5 kJ/mol
- chemical symbol: Fe
- name: Iron
- electron configuration: $[Ar] 3d^6 4s^2$
- oxidation states: most common are bold



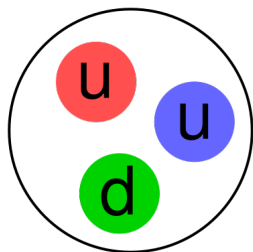
- notes
- as of yet, elements 113-118 have no official name designated by the IUPAC.
 - 1 1/2 block = 95-103 yr
 - all elements are implied to have an oxidation state of zero.

138.9054 57 La Lanthanum	140.116 58 Ce Cerium	140.9076 59 Pr Praseodymium	144.242 60 Nd Neodymium	145 61 Pm Promethium	150.36 62 Sm Samarium	151.964 63 Eu Europium	157.25 64 Gd Gadolinium	158.9253 65 Tb Terbium	162.000 66 Dy Dysprosium	164.9303 67 Ho Holmium	167.259 68 Er Erbium	168.9342 69 Tm Thulium	173.054 70 Yb Ytterbium
227 89 Ac Actinium	232.0380 90 Th Thorium	231.0368 91 Pa Protactinium	238.0289 92 U Uranium	237 93 Np Neptunium	244 94 Pu Plutonium	243 95 Am Americium	247 96 Cm Curium	247 97 Bk Berkelium	251 98 Cf Californium	252 99 Es Einsteinium	257 100 Fm Fermium	258 101 Md Mendelevium	259 102 No Nobelium

kuva: public domain

Aliatominen maailma

- ▶ 50- ja 60-luvulla kävi selväksi, että ydinhiukkasilla, protonilla ja neutronilla on sisäinen rakenne.
- ▶ Vuonna 1964 Murray Gell-Mann ja George Zweig muotoilivat kvarkkimallin, joka toimii nykyisen hiukkasfysiikan standardimallin pohjana.
- ▶ Protoni koostuu kahdesta *ylös*-kvarkista ja yhdestä *alas*-kvarkista.
- ▶ Neutroni koostuu vastaavasti kahdesta alas-kvarkista ja yhdestä ylös-kvarkista.
- ▶ Kuten hiukkasten nimistä näkyy, fyysikoilla alkaa olla suuri ongelma nimetä hiukkasiaan järkevästi!



kuva: public domain

Hiukkasfysiikan standardimalli

