

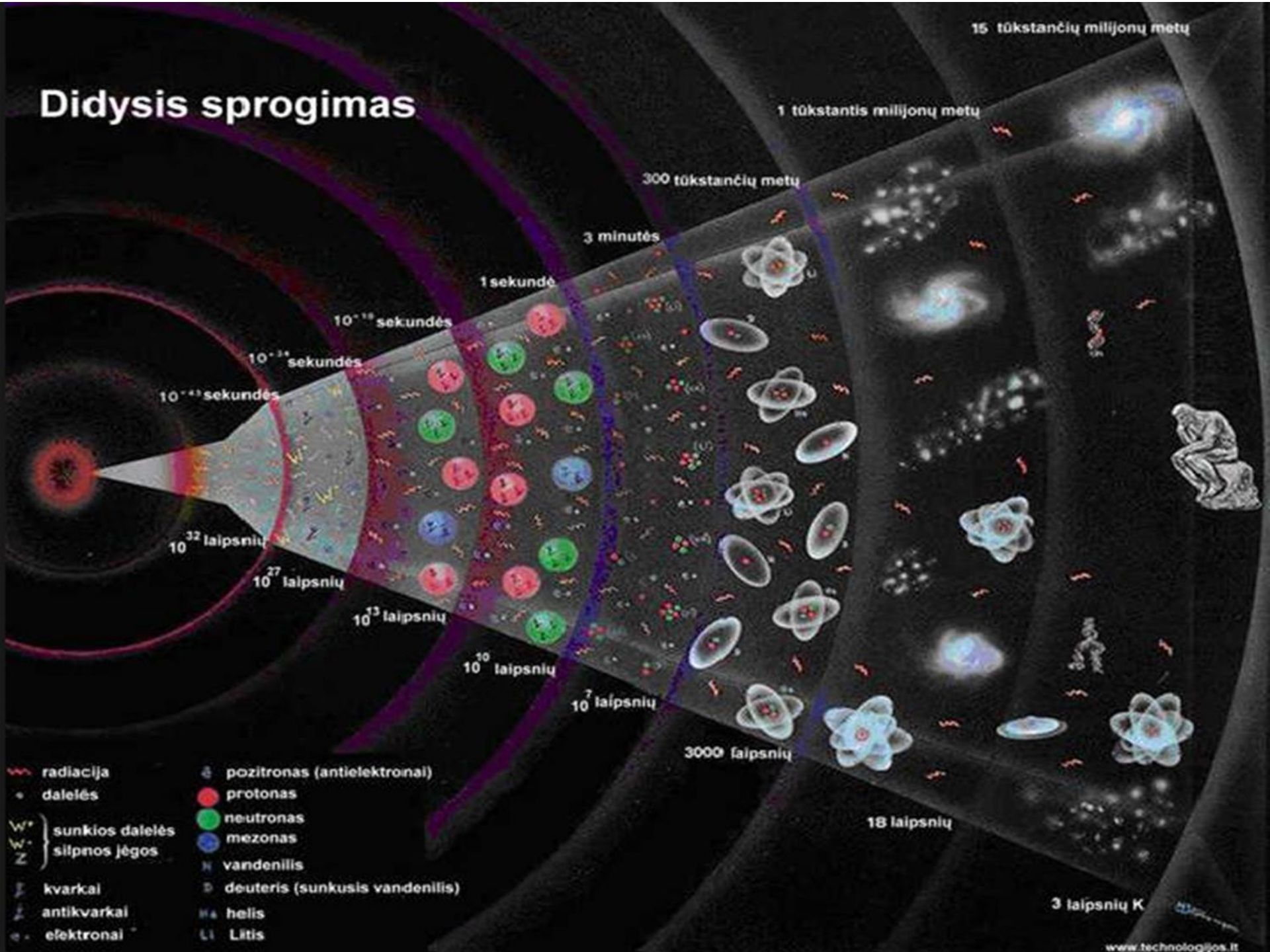
Projektas „Pedagogų kvalifikacijos tobulinimo ir perkvalifikavimo sistemos plėtra (III etapas)“
(Nr. VP1-2.2-ŠMM -02-V-01-010)

Atomo sandaros ir elementariųjų dalelių tyrimo istorija

Parengė AIDA GRIŠKIENĖ – fizikos mokytoja metodininkė,
Vilniaus Žirmūnų gimnazija.

Medžiaga parengta pagal stažuotės CERN
2015 m. vasario 15–21 d. medžiagą.

Didysis sprogimas



15 tūkstančių milijonų metų

1 tūkstantis milijonų metų

300 tūkstančių metų

3 minutės

1 sekundė

10^{-16} sekundės

10^{-34} sekundės

10^{-43} sekundės

10^{32} laipsnių

10^{27} laipsnių

10^{13} laipsnių

10^{10} laipsnių

10^7 laipsnių

3000 laipsnių

18 laipsnių

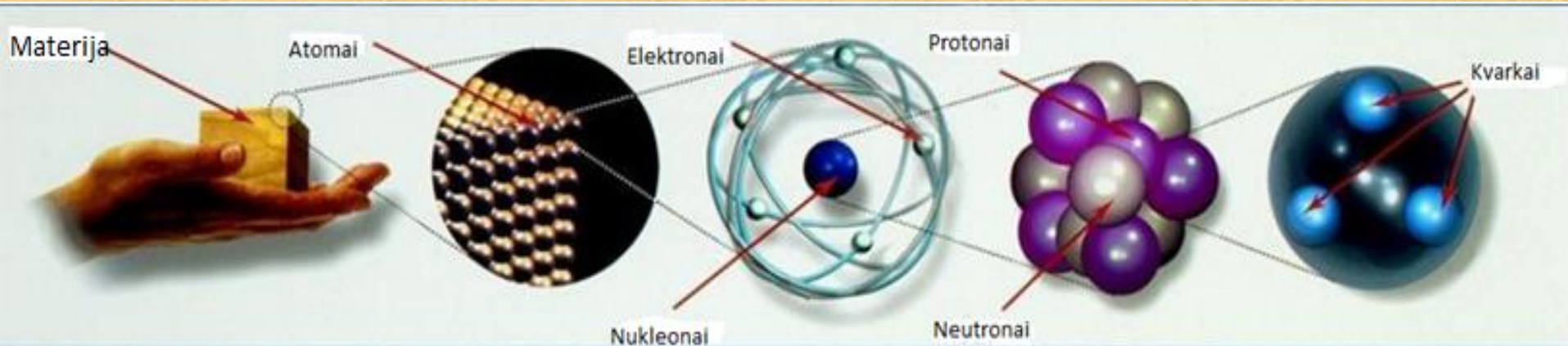
3 laipsnių K

- radiacija
- dalelės
- W^+ sunkios dalelės
- W^- silpnos jėgos
- Z
- kvarcai
- antikvarcai
- elektronai

- pozitronas (antielektronai)
- protonas
- neutronas
- mezonas
- vandenilis
- deuteris (sunkusis vandenilis)
- helis
- Litis

Pirminės dalelės, kurios neturi vidinės struktūros, vadinamos **elementariosiomis dalelėmis**.
Iš jų sudaryta visa medžiaga.

Dalelių elementarumo supratimas kito.



Graikų filosofai Leukipas ir jo mokinys Demokritas pirmieji išskėlė idėją, jog **visos medžiagos sudarytos iš pirminių nematomų materialiujų dalelių – atomų.**

Leukipas

(500–440 m. pr. Kr.)



Demokritas

(460–370 m. pr. Kr.)



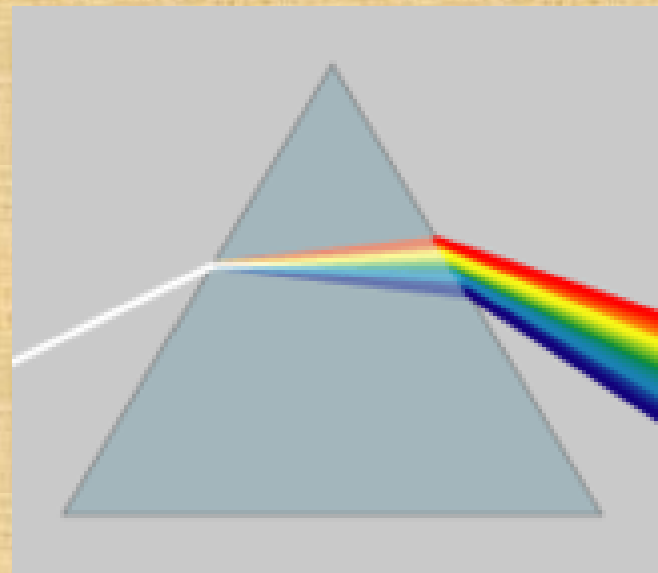
Atomų esąs didelis, bet baigtinis skaičius. Jų forma labai įvairi. Visos medžiagos skirtingos dėl to, kad skiriasi jų atomų skaičius ir išsidėstymo tvarka.

Vėliau tos idėjos kuriam laikui buvo pamirštos.

Atomo sandara vėl pradėta tyrinėti XVII a. Atomai buvo laikomi nedalomomis kietosiomis dalelėmis. Jų dariniai sudaro įvairias medžiagas, o judėjimas lemia visus reiškinius, vykstančius medžiagoje.

Anglų fizikas ir matematikas Izaokas Niutonas, prizme išskaidęs baltos šviesos spindulį į įvairių spalvų spektrą, teigė, jog **atomai** gali jungtis į didesnes ir sudėtingesnes daleles, bet jis nepriskyrė atomui apibrėžtų fizikinių bei cheminių savybių.

Izaokas Niutonas (1643–1727 m.)



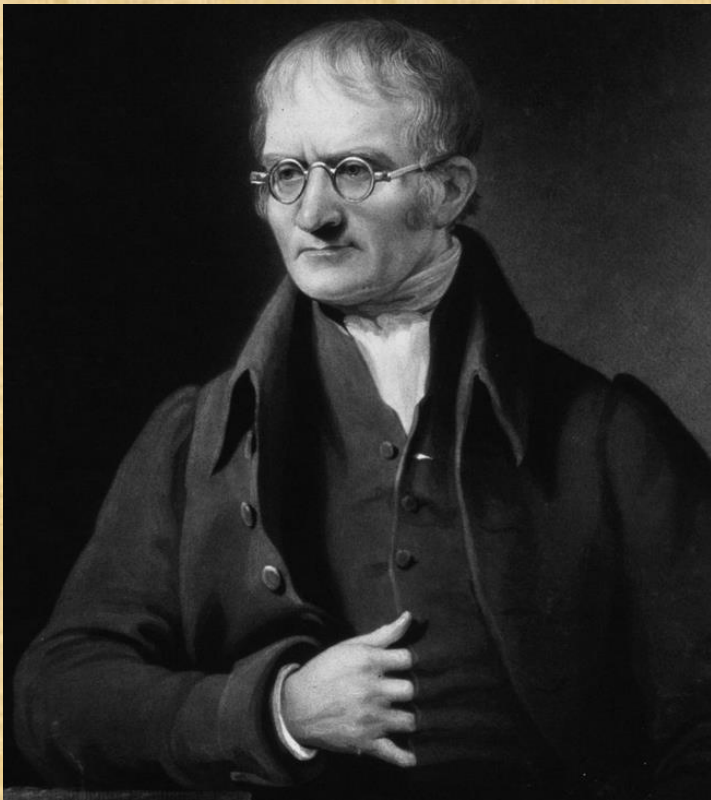
Rusų mokslininkas Michailas Lomonosovas, medžiagos savybes aiškinęs dalelių mechaniniu judėjimu, teigė, jog **atomai** gali jungtis į didesnes ir sudėtingesnes daleles, bet jis, kaip ir I. Niutonas, nepriskyrė atomui apibrėžtų fizikinių bei cheminių savybių.

Michailas Lomonosovas (1711–1765 m.)



1808 m. anglų fizikas ir chemikas Džonas Daltonas iškėlė idėją, kad **atomas** yra mažiausia cheminio elemento dalelė, kuri skiriasi nuo kitų cheminių elementų atomų savo mase.

Džonas Daltonas (1766–1844 m.)



1814 m. vokiečių fizikas Jozefas fon Fraunhoferis (1787–1826 m.) šviesos spektre pastebėjo tamsias linijas.

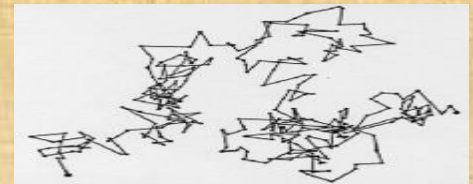
Vėliau buvo nustatyta, kad šios linijos sutampa su elektros išlydžiu sužadinto vandenilio dujų spektro spalvotomis linijomis.

Šviesos, kurią skleidžia įkaitusios dujos arba kai kurių įkaitusių cheminių elementų garai, spektras susideda iš atskirų linijų. Tai emisijos linijos, atsirandančios dėl **atomų** spinduliavimo.

Vėliau N. Boro teorija susiejo vandenilio spektro linijų bangų ilgus su atomo elektrono energijos lygmenų pokyčiais.

1858 m. atradus katodinius spindulius paaiškėjo, kad **atomas yra dalomas**, jis sudarytas iš smulkesnių dalelių.

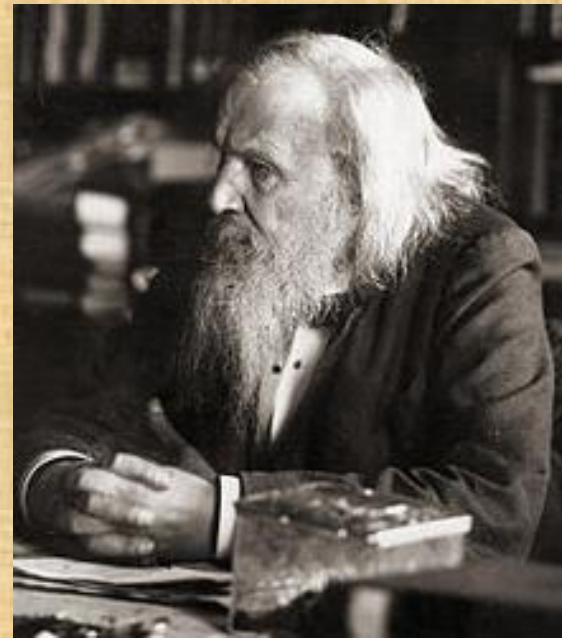
Atominę medžiagos sandarą galutinai patvirtino periodinė elementų sistema, kurią nepriklausomai vienas nuo kito 1869 m. sukūrė vokiečių chemikas Julijus Lotaras Mejeris ir rusų chemikas Dmitrijus Mendelejevas, taip pat Brauno judesių teorija.



Julijus Lotaras Mejeris
(1830–1895 m.)



Dmitrijus Mendelejevas
(1834–1907 m.)

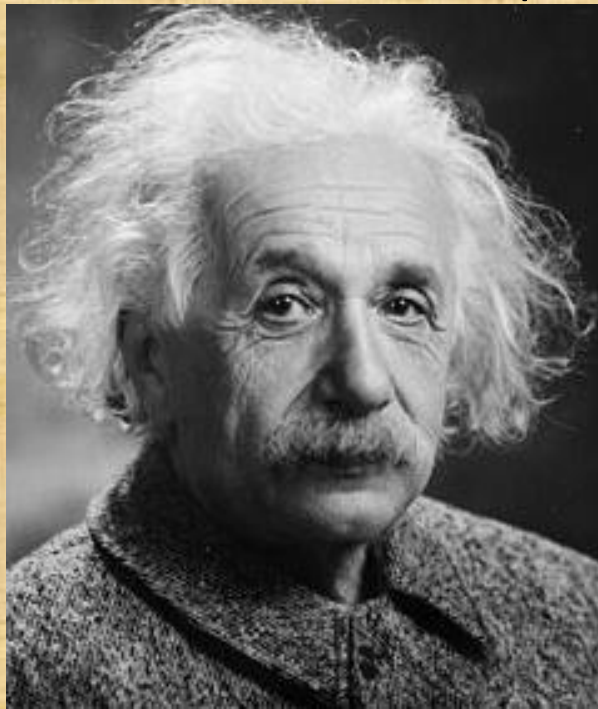


1887 m. vokiečių fizikas Heinrichas Rudolfas Hercas, tyrinėdamas kibirkštinį išlydį, atrado išorinį fotoefektą.

1888 m. šį reiškinį detaliau ištyrė rusų mokslininkas Aleksandras Stoletovas.

1905 m., remdamasis kvantine teorija, pagal kurią šviesa išspinduliuojama ir sugerama atskiromis porcijomis – **kvantais**, fotoefektą išaiškino Albertas Einšteinas.

Albertas Einšteinas (1879–1955 m.)



1921 m. A. Einšteinas gavo Nobelio premiją už fotoefekto paaiškinimą.

1896 m. prancūzų mokslininkas Antuanas Anri Bekerelis, tirdamas cheminius urano junginius, aptiko radioaktyviųjų medžiagų spinduliavimą. Paaiškėjo, kad **atomas yra dalomas**, jis sudarytas iš smulkesnių dalelių. Atradimas paneigė prieš tai vyravusią nuomonę, kad atomas nedalomas ir yra mažiausia dalelė.

Antuanas Anri Bekerelis (1852–1908 m.)



1897 m. anglų fizikas Džozefas Džonas Tomsonas atrado, kad atomai gali spinduliuoti mažesnes neigiamas elektringąsias daleles, vėliau pavadintas **elektronais**.

Paaiškėjo, kad **atomas** yra dalomas ir jam būdinga tam tikra vidinė sandara.

Džozefas Džonas Tomsonas (1856–1940 m.)



1906 m. D. D. Tomsonas gavo Nobelio premiją už elektrono atradimą ir dujų elektrinio laidumo tyrimus.

1896 m. Antuanas Anri Bekerelis, tyrinédamas uraną, atsitiktinai atrado radioaktyvumą.

1898 m. Marija Sklodovska-Kiuri ir jos vyras Pjeras Kiuri pastebėjo torio (Th) radioaktyvumą ir tais pačiais metais atrado du naujus radioaktyviuosius elementus – radj (Ra) ir polonj (Po).



1903 m. už radioaktyvumo tyrimus Pjeras ir Marija Kiuri bei Anri Bekerelis gavo Nobelio premiją.

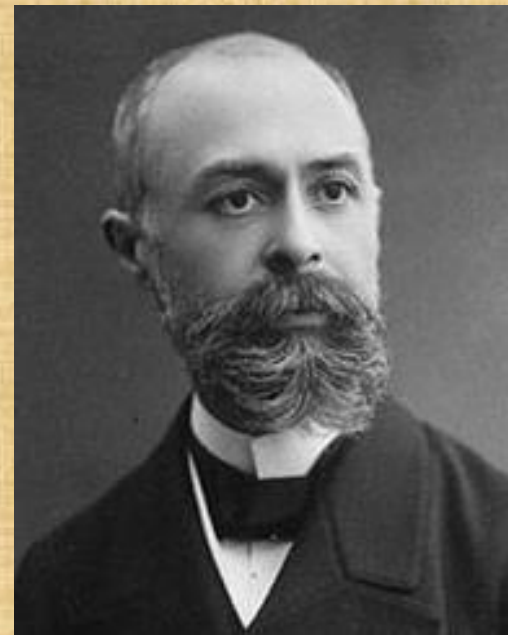
Marija Sklodovska-Kiuri
(1867–1934)



Pjeras Kiuri
(1859–1906)



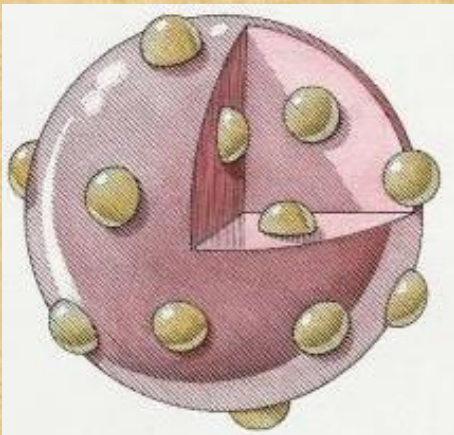
Antuanas Anri Bekerelis
(1852–1908)



Nustačius, kad **atomai** tikrai egzistuoja, buvo siūloma daug modelių jų sandarai paaiškinti.

1903 m. pirmąjį atomo modelį pasiūlė anglų fizikas Džozefas Džonas Tomsonas. Šis modelis vadinamas mechaniniu atomo modeliu. Pagal Tomsoną atomas – tai mažas rutuliukas, kuriame teigiamas krūvis pasiskirstęs vienodu tankiu po visą atomą, o elektronai išsidėstę šiame teigiamą krūvį turinčiame rutuliuke.

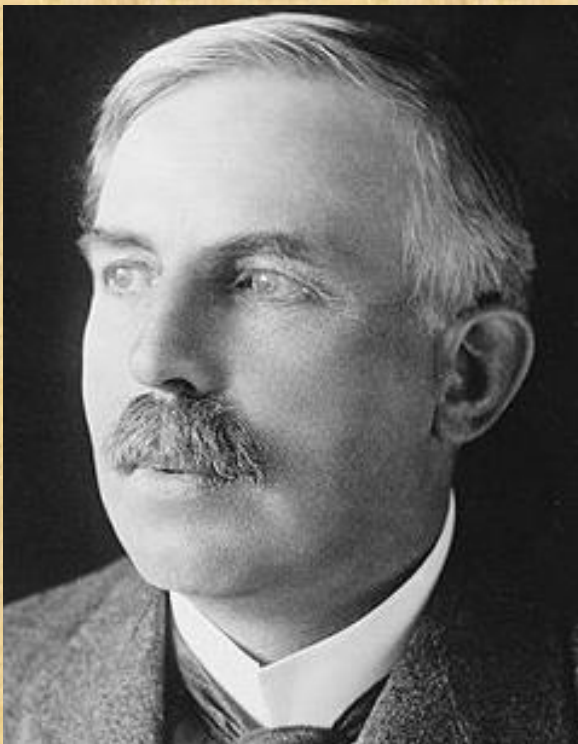
D. D. Tomsonas, tirdamas katodinių spindulių (elektronų) nuokrypį elektriniame ir magnetiniame lauke, išmatavo elektrono krūvio bei masės santykį.



Toks atomo modelis tiko paaiškinti reiškinius, kuriuose atomo sandara neatliko jokio vaidmens.

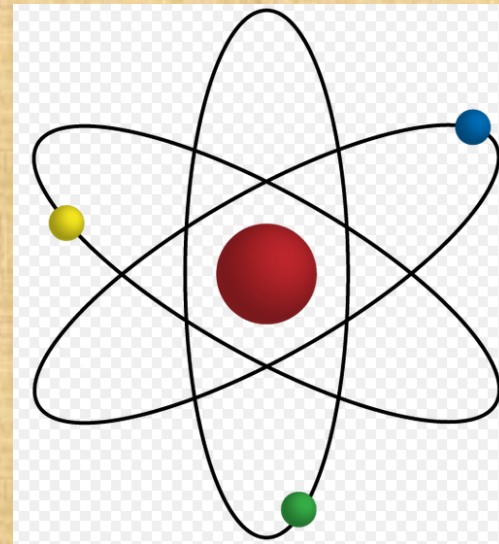
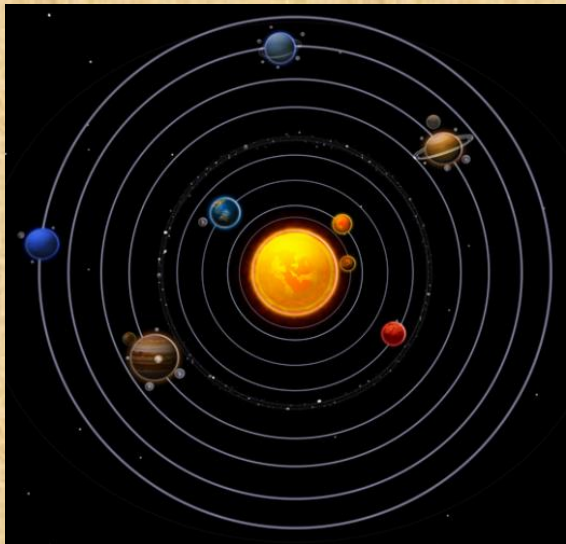
1911 m. britų fizikas Ernestas Rezerfordas, tirdamas radioaktyviojo elemento skleidžiamas alfa daleles, atrado, kad kiekvienas **atomas turi sunkų teigiamai įelektrintą branduolį**. Tyrimų rezultatai paskatino E. Rezerfordą pasiūlyti hipotezę apie branduolinį atomo modelį.

Ernestas Rezerfordas (1871–1937 m.)



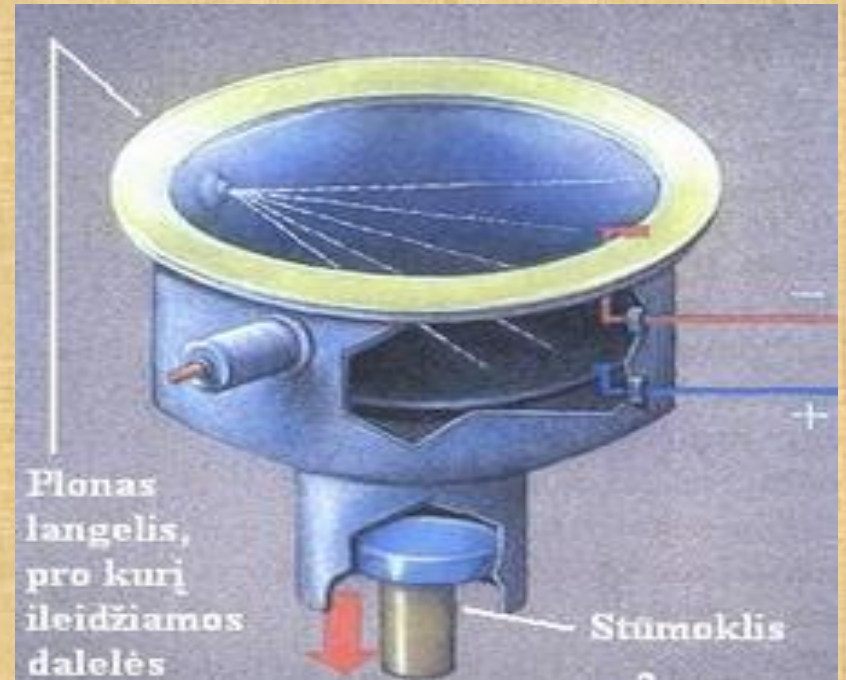
1908 m. E. Rezerfordas gavo Nobelio premiją už cheminių elementų irimo tyrinėjimus ir radioaktyviųjų medžiagų chemiją.

Branduolinis atomo modelis primena Saulės sistemą.
Pagal šį modelį **atomo** centre yra teigiamas branduolys,
kuriame sutelkta beveik visa atomo masė, o apie jį,
panašiai kaip planetos apie Saulę, juda **elektronai**.



1912 m. anglų fizikas Čarlzas Vilsonas sukonstravo vadinamąją Vilsono kamerą – prietaisą elementariųjų dalelių pėdsakams stebėti ir fotografuoti.

Čarlzas Vilsonas (1869–1959 m.)



1927 m. Č. Vilsonas gavo Nobelio premiją už kameros išradimą.

1918 m. atrastas **protonas**. E. Rezerfordas pastebėjo, kad apšaudant azoto dujas alfa dalelėmis, detektoriai rodė vandenilio branduolių požymius. Jis nustatė, kad vandenilio branduoliai galėjo atsirasti tik iš azoto, todėl azoto branduoliai turėjo būti sudaryti iš vandenilio branduolių. Taigi E. Rezerfordas iškėlė hipotezę, kad vandenilio branduolys yra elementarioji dalelė. Šią dalelę jis pavadino **protonu**.

1922 m. danų fizikas Nilsas Boras sukūrė atomo sandaros teoriją. Pagal Boro teoriją **elektronai juda aplink atomo branduolį sferiniais sluoksniais, vadinamais orbitomis.**

Nilsas Boras (1885–1962 m.)



1922 m. N. Boras gavo fizikos Nobelio premiją už atomo sandaros tyrimą.

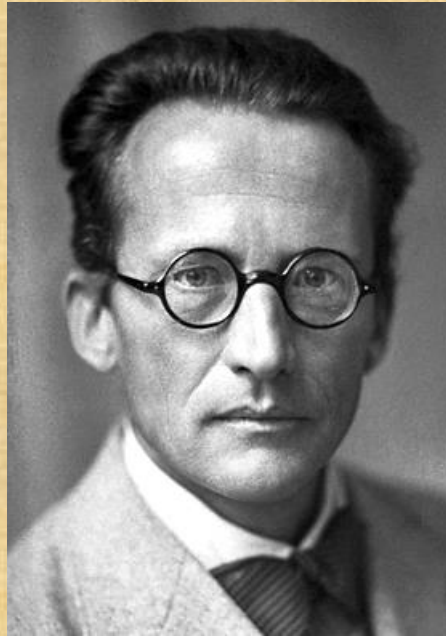
1928 m. anglų fizikas Polis Adrienas Morisas Dirakas sukūrė elektrono judėjimo reliatyvistinę teoriją, numatė **pozitrono** – elektrono antidalelės, **turinčios teigiamąjį krūvį ir masę, lygią elektrono masei**, egzistavimą, elektrono ir pozitrono porų anihiliaciją.

1932 m. pozitronas buvo atrastas eksperimentais.

Polis Dirakas
(1902–1984 m.)



Ervinas Šriodingeris
(1887–1961 m.)



1933 m. P. Dirakas ir E. Šriodingeris gavo Nobelio premiją už naujų produktyvių atomo teorijos formų atradimą.

1932 m. Karlas Devidas Andersonas, stebėdamas kosminių spindulių dalelių pėdsakus Vilsono kameroje, eksperimentiškai atrado **pozitroną**. Jis pastebėjo, kad vienas iš elektronų pėdsakų magnetiniame lauke, kuriame buvo Vilsono kamera, išsilenkęs taip, lyg elektrono krūvis būtų ne neigiamas, o teigiamas.

Karlas Devidas Andersonas
(1905–1991 m.)



1936 m.
K. D. Andersonas
už pozitrono
atradimą
apdovanotas
Nobelio premija.

Viktoras Francas Hesas
(1883–1964 m.)



1936 m. V. F. Hesas
už kosminių
spindulių atradimą
apdovanotas
Nobelio premija.

1932 m. anglų fizikas Džeimsas Čedvikas, apšaudydamas berilį alfa dalelėmis, atrado elektriškai neutralią dalelę – **neutroną**, įeinantį į visų atomų branduolių sudėtį, išskyrus vandenilio.

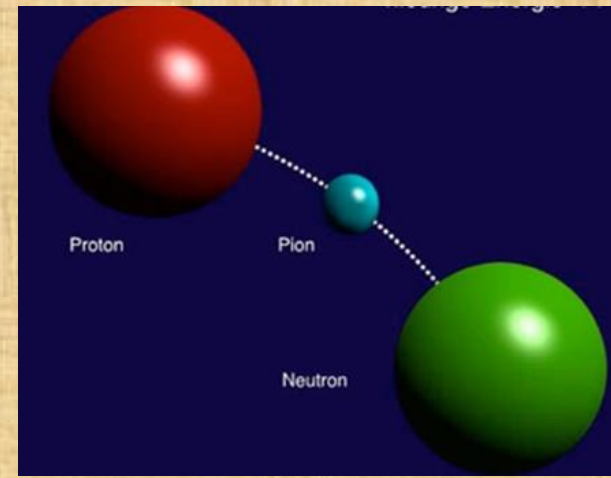
Džeimsas Čedvikas
(1891–1974 m.)



1935 m. D. Čedvikas gavo Nobelio premiją už neutrono atradimą.

1935 m. japonų mokslininkas Hideki Jukava išskėlė hipotezę, kad nukleonai branduolyje sąveikauja, keisdamiesi ypatingomis dalelėmis, kurių masė 200–300 kartų didesnė už elektronų masę.

Pionas (pi mezono trumpinys) buvo atrastas tik 1947 m., kai kosminiuose spinduliuose eksperimentiškai buvo atrasti **mezonai**.



Hideki Jukava (1907–1981 m.)



1949 m. H. Jukava gavo Nobelio premiją už mezono egzistavimo teorinį numatymą.

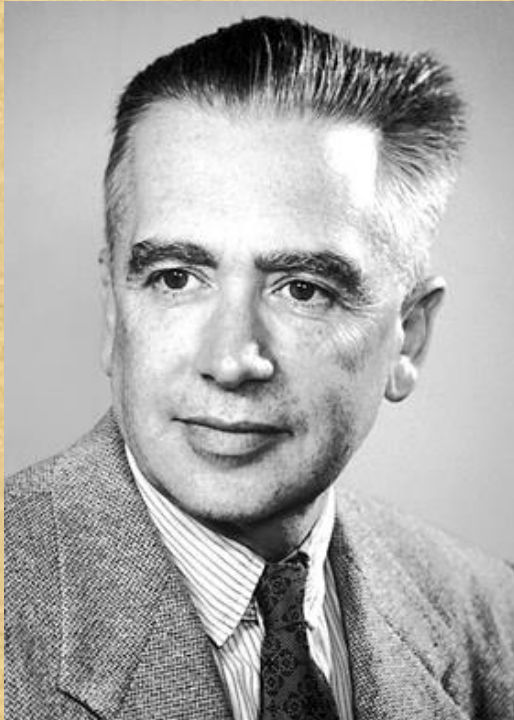
1948 m. **pionai** buvo pirmąkart dirbtinai gauti greitintuve ir nuo tada buvo galima tirti jų pluoštų savybes bei sąveiką. Susidūrus nukleonams, atsiranda daugybė pionų.

Pionai yra nestabilios dalelės.

Jiems skylant susidaro naujos elementariosios dalelės **miuonai** ir išspinduliuojamos elementariosios dalelės miuoniniai neutriniai arba miuoniniai antineutriniai. Skilimo metu susidarę miuonai taip pat nestabilūs ir skyla.

Antiprotonas – tai **protono** antidalelė. **Antiprotonai** – stabilios dalelės. Jie buvo atrasti italo Emilio Segrè ir JAV fiziko Oveno Čemberleno 1955 metais.

Emilis Segrè
(1905–1989 m.)



Ovenas Čemberlenas
(1920–2006 m.)



1959 m. E. Segrè ir
O. Čemberlenas gavo
Nobelio premiją už
antiprotono atradimą

Nustatyta, kad kiekviena **dalelė** turi **antidalelę**. Dalelės ir antidalelės masė, gyvavimo trukmė, sukiniai vienodi, tačiau krūvio, jeigu ją dalelė turi, ženklas yra priešingas.

Vadinasi yra ir **antimedžiaga**, kurios atomų branduoliai sudaryti iš **antiprotonų** ir **antineutronų**, o apvalkalas – iš **pozitronų**.

Antineutronas buvo atrastas 1956 m.

1957 m. tiriant kosminių spindulių sąveiką ir reakcijas, kuriose dalyvauja naujuose greitintuvuose gautos didelių energijų dalelės, buvo atrasta daugiau kaip 30 elementariųjų dalelių.

1961–1963 m. Miurei Gell-Manas ir Dž. Cveigas iškėlė hipotezę, kad gamtoje egzistuoja keletas dalelių, vadinamų **kvarkais**. Remiantis šia hipoteze visi **mezonai** ir **barionai** susideda iš **kvarkų** ir **antikvarkų**, sudarančių įvairius derinius. Kiekvienas **barionas** sudarytas iš trijų **kvarkų**, **antibarionas** – iš trijų **antikvarkų**, **mezonai** – iš **kvarkų** ir **antikvarkų** porų. Ši teorija puikiai pasitvirtino ir 1969 m.

Miurei Gell-Manas
g. 1929 m.



1969 m. M. Gell-Manas gavo Nobelio premiją už atradimus, susijusius su elementariųjų dalelių ir jų sąveikos klasifikavimu.

Pagal elektros krūvį elementariosios dalelės skirstomos į teigiamas, neigiamas ir neutralias.

Pagal gyvavimo trukmę dalelės yra stabilios ir nestabilios.

Keturios dalelės – **protonas, elektronas, neutrinas** ir **fotonas** – gyvuotų amžinai, jei bet kuri būtų viena.



2013 metų Nobelio fizikos premija apdovanoti Fransua Englertas ir Peteris V. Higasas už teorinį atradimą mechanizmo, kuris prisideda prie subatominių dalelių masės kilmės supratimo ir yra patvirtintas pagrindinių dalelių atradimu ATLAS ir CMS CERN Didžiajame hadronų priešpriešinių srautų greitintuve.

Fransua Englertas
g. 1932 m.



Peteris V. Higasas
g. 1929 m.



Elementariųjų dalelių egzistavimas dar neatsakė į šiuos klausimus:

Iš kur atsiranda masė?

Kas užpildo Visatą?

Kas yra tamsioji medžiaga ir tamsioji energija?

Kas buvo prieš Didįjį sproginimą?

Literatūra ir šaltiniai

1. Paskaitų medžiaga. CERN Lietuvos mokytojų programa
<https://indico.cern.ch/event/358281/other-view?view=standard>
2. „Higso bozonas – dieviškoji dalelė“. Dr. A. Juodagalvis, VU Teorinės fizikos ir astronomijos instituto vyresnysis mokslo darbuotojas.
<http://www.mokslasirtechnika.lt/mokslo-naujienos/higso-bozonas-dieviskoji-dalel.html>
3. www.anglija.com/visata/elementarios.htm
4. LRT laida „Mokslo ekspresas“
<http://www.lrt.lt/mediateka/paieska>
5. http://www.nytimes.com/interactive/2013/10/08/science/the-higgs-boson.html?_r=1&#/?g=true&higgs2_slide=6
6. http://www.technologijos.lt/n/mokslas/idomusis_mokslas/S-36395/straipsnis/O-kas-gi-yra-tas-Higso-bozonas-Labai-paprastas-paaiskinimas?l=2
7. http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/