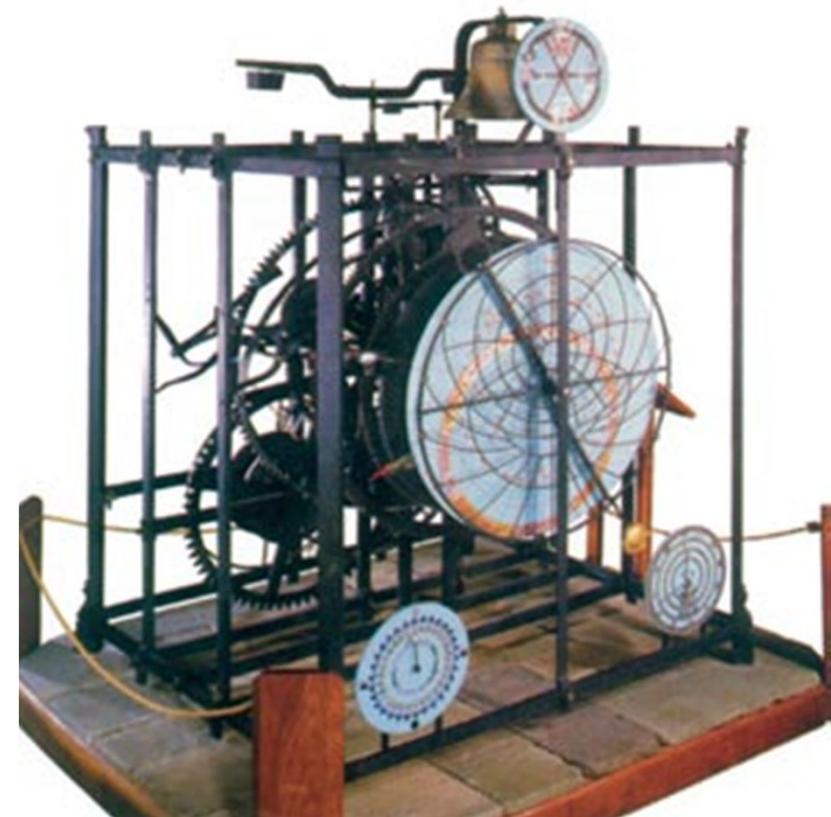




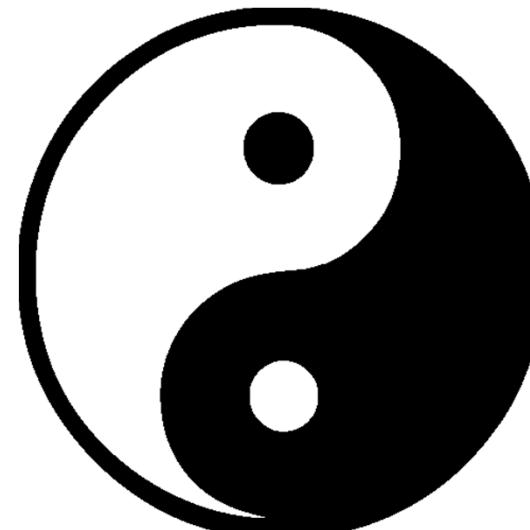
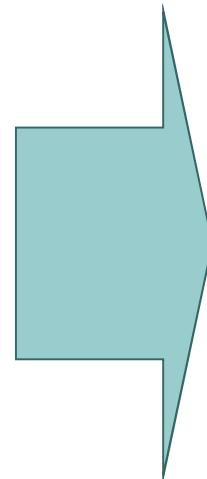
Niutono pasaulēvaizdis





Determinizmo paradigmos raida

- Determinizmo paradigma
- Papildomumo principas
- Daugialypis pasaulis

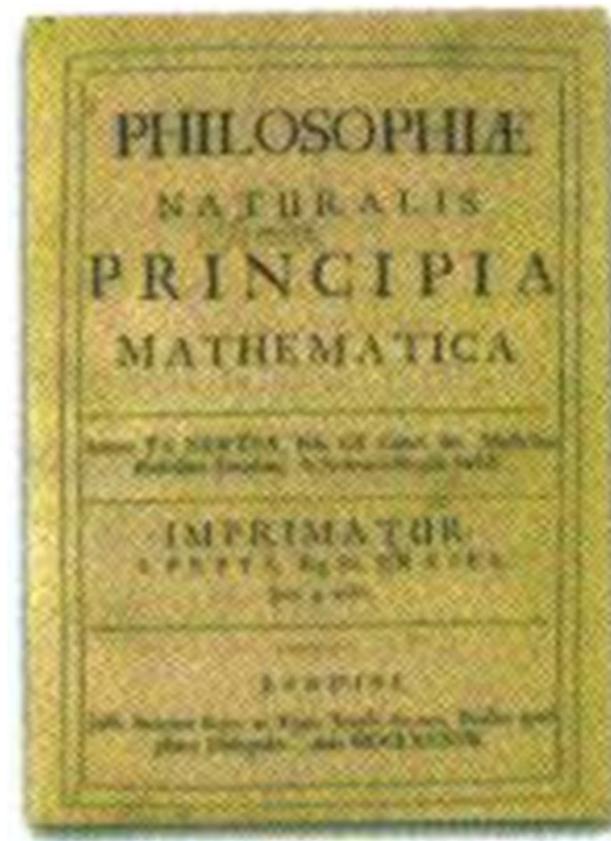




I.Niutonas



(1642-1727)

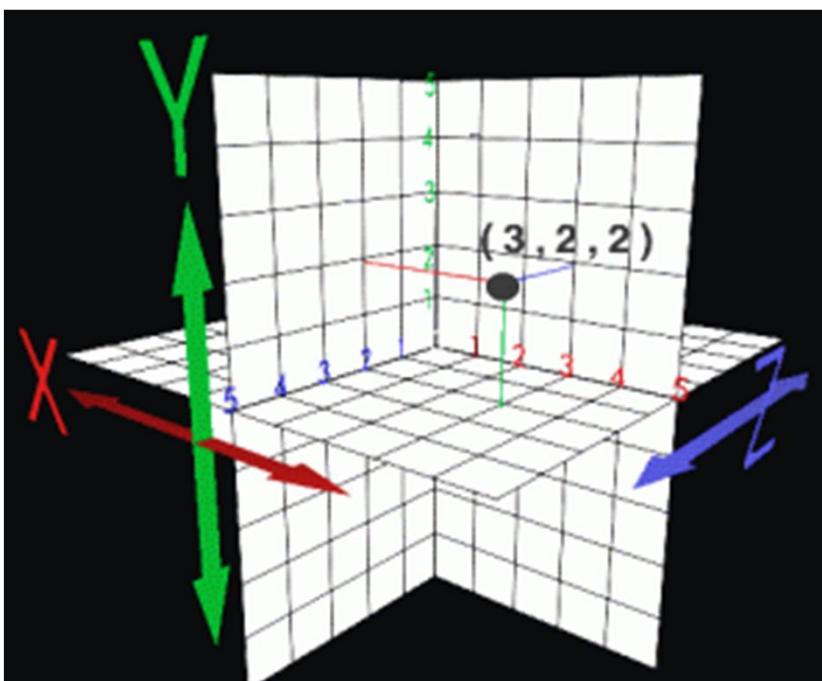


Laiko ir erdvės matematinis modelis
paskelbtas prieš daugiau nei 300 metų



Erdvė

- ***Erdvė yra begalinė trimatė terpė, kurioje randasi objektai ir vyksmai ir kur juos galima apibūdinti santykine vieta ir kryptimi.***



René Descartes 1596-1650

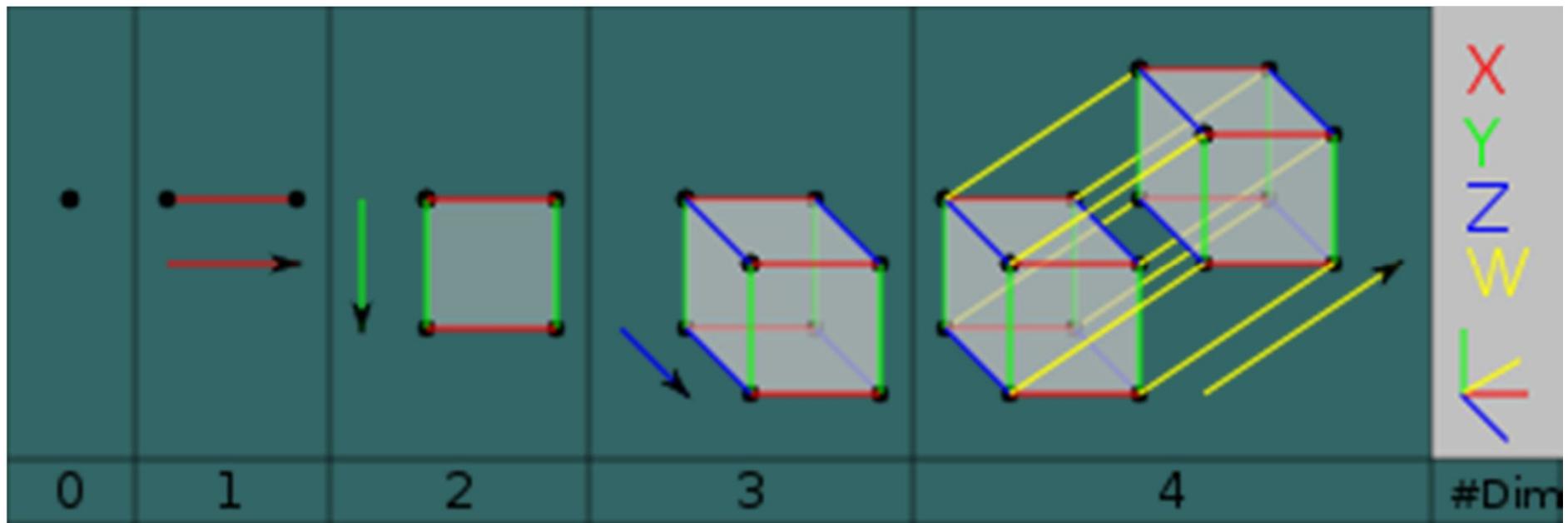


Erdvė fizikoje

- **Erdvė** yra viena iš fundamentalių fizikos sąvokų, taigi ji negali būti apibrėžta per kitas sąvokas. Panašiai kaip kitos fundamentaliosios sąvokos (laikas ir masė), erdvė yra apibrėžta per matavimą.
- Šiuo metu standartinis atstumo intervalas, pavadinčias metru, yra apibrėžtas atstumu, kurį šviesa nukeliauja vakuumu per laiko intervalą, lygų $1/299792458$ sekundės.



Erdvės matiškumas



Erdvės dimensija:
kryptys, kuriomis galime judėti: *pirmyn, į šoną, aukštyn*



Klasikinė Niutono erdvė

- **Erdvė:**
 - Absoliuti
 - Begalinė
 - Vientisa
 - Nekintanti
 - Nejudanti
- I.Niutono žodžiaiis “*Absoliuti erdvė savo pačios savastyje, nepriklausomai nuo nieko išorinio, pasilikanti tapačia ir nejudančia*”.
- Niutono Visatoje materialūs daiktai juda erdvėje ir nuo jos nepriklausančiame laike.





Niutono judėjimo dėsniai

- Inercijos dėsnis. Kiekvienas kūnas būna ramybės arba tolydinio tiesiaeigio judėjimo būsenoje, kol kokia nors jėga šios būsenos nepakeičia.
- Jėgos dėsnis. Masės m kūno pagreitis proporcingas tą kūną veikiančiai jėgai ir atvirkščiai proporcingas jo masei: $a = F/m$.
- Veiksmo ir atoveiksmio dėsnis. Jei kūnas A veikia kūną B jėga F, tai kūnas B veikia kūną A tokio pat dydžio, bet priešingos krypties jėga.

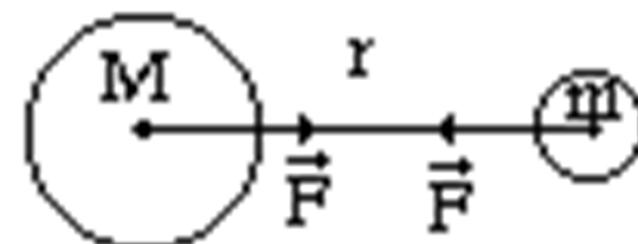
Šiuos dėsnius 1687 suformulavo I. Niutonas



Niutono judėjimo dėsniai

VISUOTINĖS TRAUKOS DĒSNIS (1665m.):

- Kūnai vienas kitą traukia jėga, kuri tiesiog proporcinga tų kūnų masėms ir atvirkščiai proporcinga atstumo tarp jų centrų kvadratui.
 $F=GMm/r^2$ G- visuotinės traukos konstanta
 $G= 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$





Klasikinio mokslo idealas

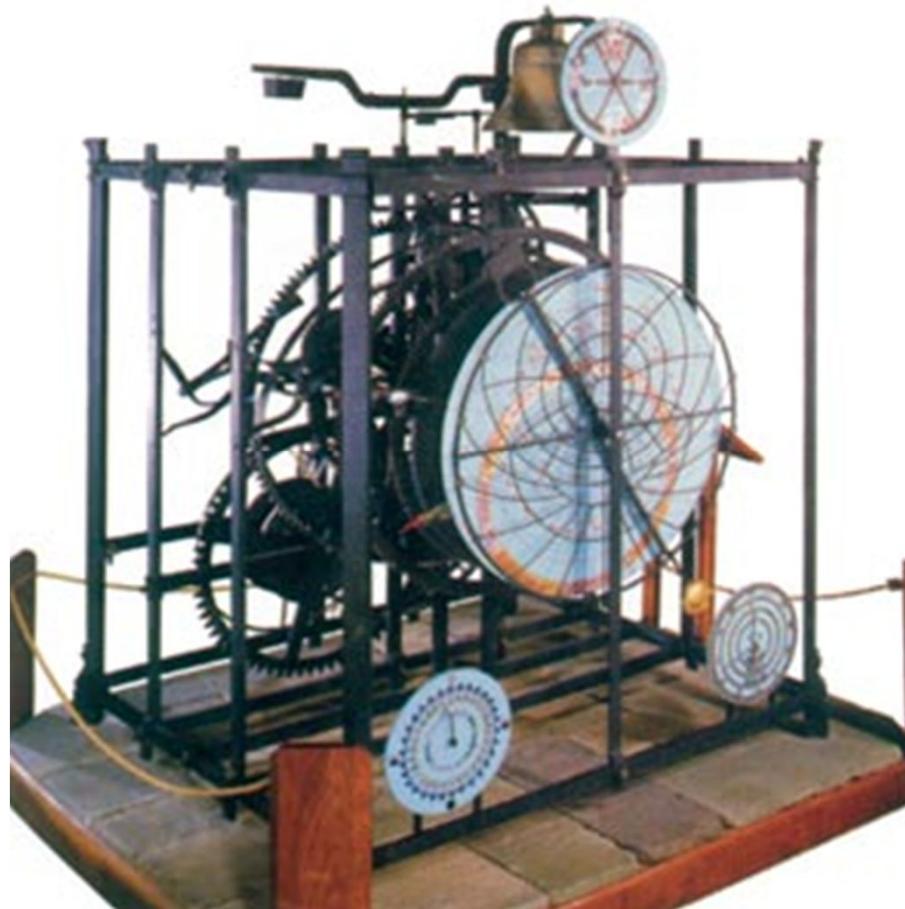


Pierre-Simon Laplace
(1749-1827)

○ **Laplasas:** “*Jei įsivaizduotume protą, kuris duotu momentu žino visas gamtoje veikiančias jėgas ir visų daiktų padėtis, ir tartume, kad tas protas gali operuoti visais šiais duomenimis ir aprašyti lygtimis viską nuo didžiausių dangaus kūnų iki mažiausių atomų, tai tokiam protui nebėliku jokių netikėtumų ir visa praeitis ir ateitis atsivertu prieš jo akis*”
(laisvas vertimas S.J.)



Pasaulio mechaninis vaizdas



- Mechaninis laikrodis



Elektros ir magnetizmo reiškiniai

Istorija

- Esminis jų tyrinėjimas prasidėjo tik XVIII amžiuje ir sukėlė platų visuomenės (daugiausiai aukštuomenės) susidomėjimą.
- Tam tikrų keistų reiškinių pastebėta ir anksčiau. Visais laikais buvo stebimi žaibai. Dar **senovės kinai** naudojo magneto savybes navigacijai.
- **Senovės graikai** žinojo, kad patrintas šilkiniu ar vilnoniu skudurėliu gintaro gabalėlis pradeda traukti lengvus daiktus (pastebėsime, kad trynimas čia visai nebūtinas). Iš čia ir kilo elektros pavadinimas (graikiškai gintaras – “**elektron**”).
- **XVIIa. V.Gilbertas** tyrė elektrinius ir magnetinius reiškinius. Jis eksperimentavo su įelektrintais daiktais ir surado, kad šia savybę pasižymi daugelis kūnų. Jis juos pavadino elektriniais kūnais (panašiai į gintarą). Įelektrinimą jis įsivaizdavo, kaip elektrinės substancijos išspaudimą iš kūno akelių.
- **XVIIa. O.von Gérikė** išrado pirmą elektros mašiną. Ją sudarė galvos dydžio sieros rutulys užmautas ant ašies. Jį sukant ir liečiant sausa ranka rutulys įsielektrindavo ir traukdavo gana didelius daiktus.
- **XVIIIa. pradžioje Diufe** pastebėjo, kad yra teigiamos (stiklo) ir neigiamos (gintaro, dervos) rūšies elektros. Vienvardės įelektrintos dalelės stumia, o skirtingos – traukia viena kitą.
- **XVIIIa. Epinus** iškėlė principinį teiginį apie elektros kiekio išsilaišymą, t.y. krūvio tvermės dėsnį. Be to Epinus nurodė, kad tarp elektrinių ir magnetinių reiškinių yra ryšys.



Elektros ir magnetizmo reiškiniai

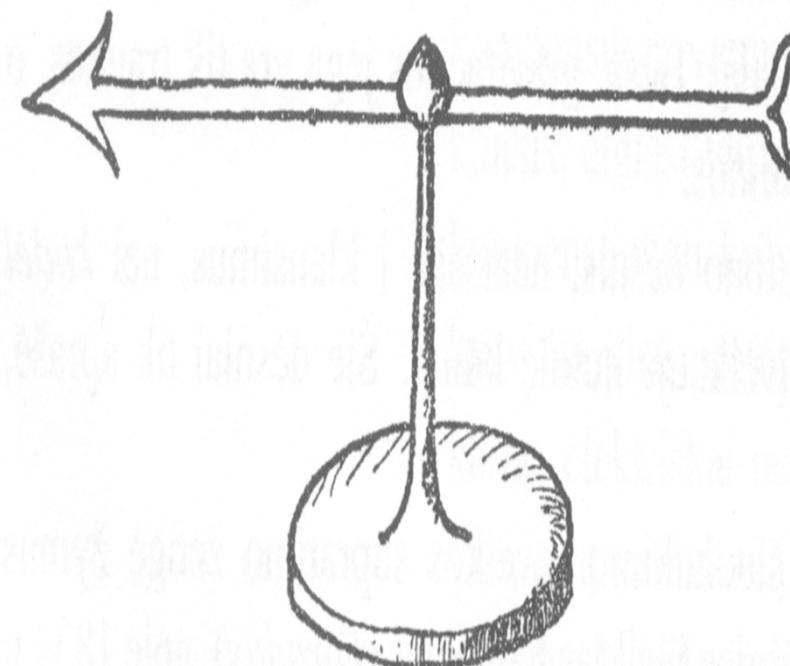
Istorija

- XVIIIa. Europoje paplito viešieji bandymai su elektra. Ypatingą atgarsį rado L.Galvanio ir tolesni Voltos eksperimentai su "gyvaja elektra", bandant atgaivinti mirusiuosius.
- Elektros tyrimai buvo populiarūs ir Lietuvoje 1752m. Vilniaus universitete pradėjo veikti pirmasis fizikos kabinetas. Aukštuomenės renginiuose buvo atliekami elektros eksperimentai. Žymesnieji Lietuvos bajorai M.Oginskis, M.Radvila ir A.Tyzenhauzas buvo įrengę fizikos kabinetus net savo dvaruose.
- XVIIIa antroje pusėje H.Kavendišas atrado krūvių traukos dėsnį. Tačiau jis šių rezultatų neskelbė. Todėl šis dėsnis pagrįstai vadinamas, vėliau jį atradusio, S.Kulono vardu.
- XIXa. pradžioje Erstedoras nustatė, kad elektros srovė veikia magnetą.
- XIXa. pradžioje Amperas ištyrė elektros srovių sąveiką.
- XIXa. M.Faradėjus atrado elektromagnetinę indukciją. Jis suformulavo elektromagnetinio lauko sąvoką.
- XIXa. Maksvelas apibendrino ankstesnius tyrimus užrašydamas savo garsiąsias lygtis. Jis numatė elektromagnetinių bangų egzistavimą.
- XIXa. antroje pusėje Hercas eksperimentiškai fiksavo elektromagnetines bangas.



Gilberto elektroskopas – pirmasis prietaisas elektros krūviams aptikti

XVla.





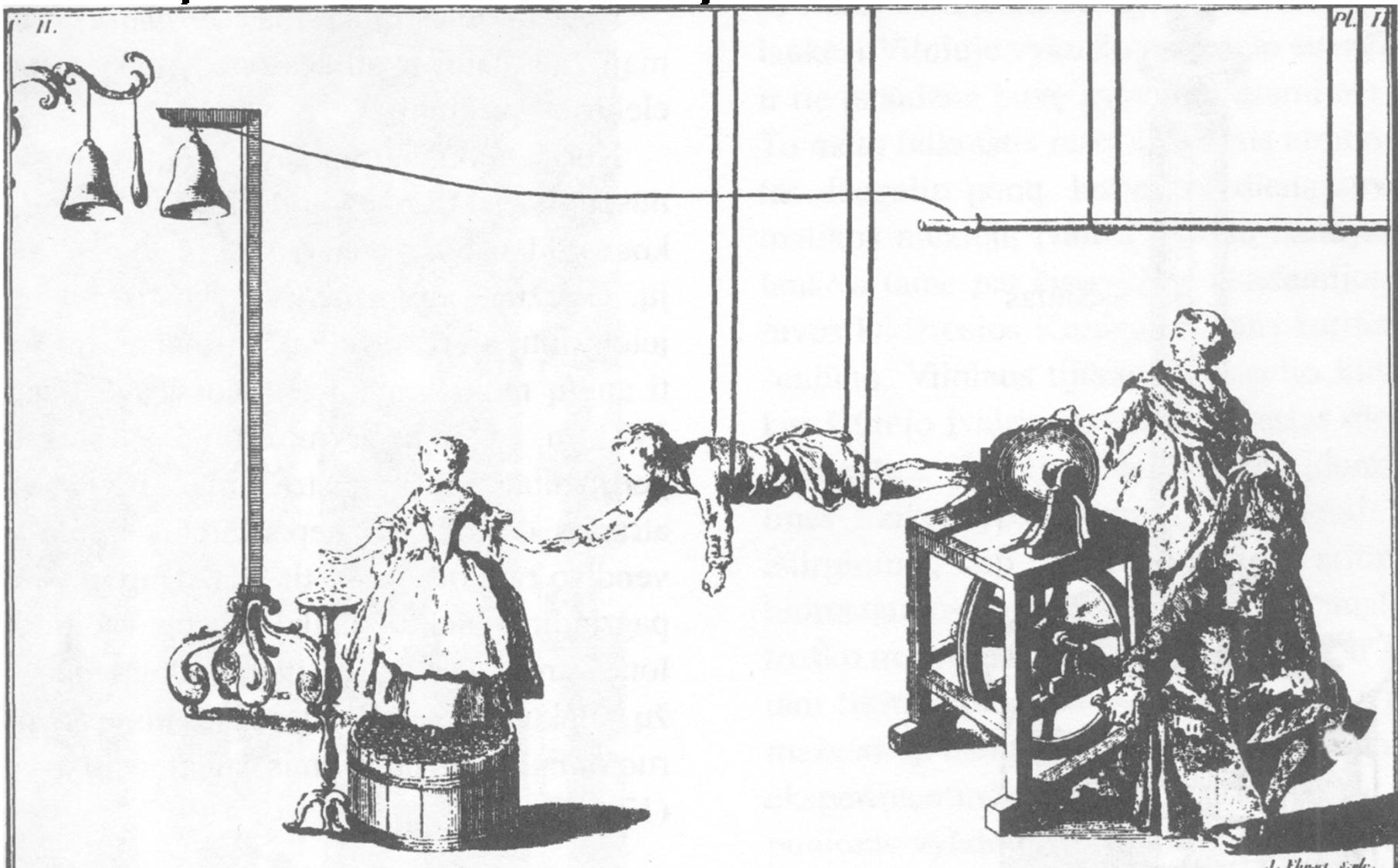
Otto von Gerikēs elektros mašina

XVIIa.



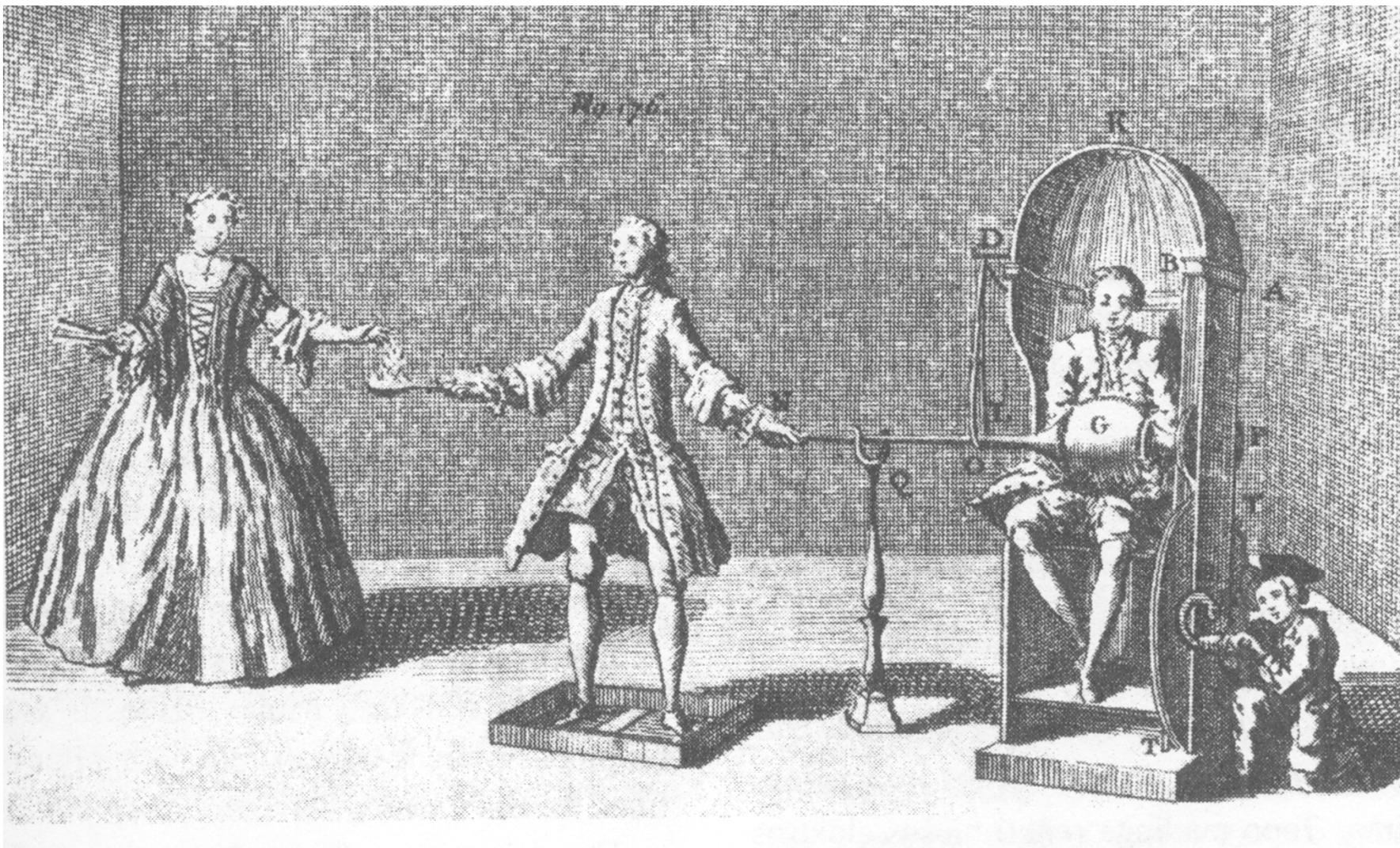


Viešos elektros demonstracijos



• • •
XVIIIa.

Viešos elektros demonstracijos





Matematikos muziejus Vilniaus universitete

XVIIIa





Teodoras Grotthusas



Theodor v. Grotthus

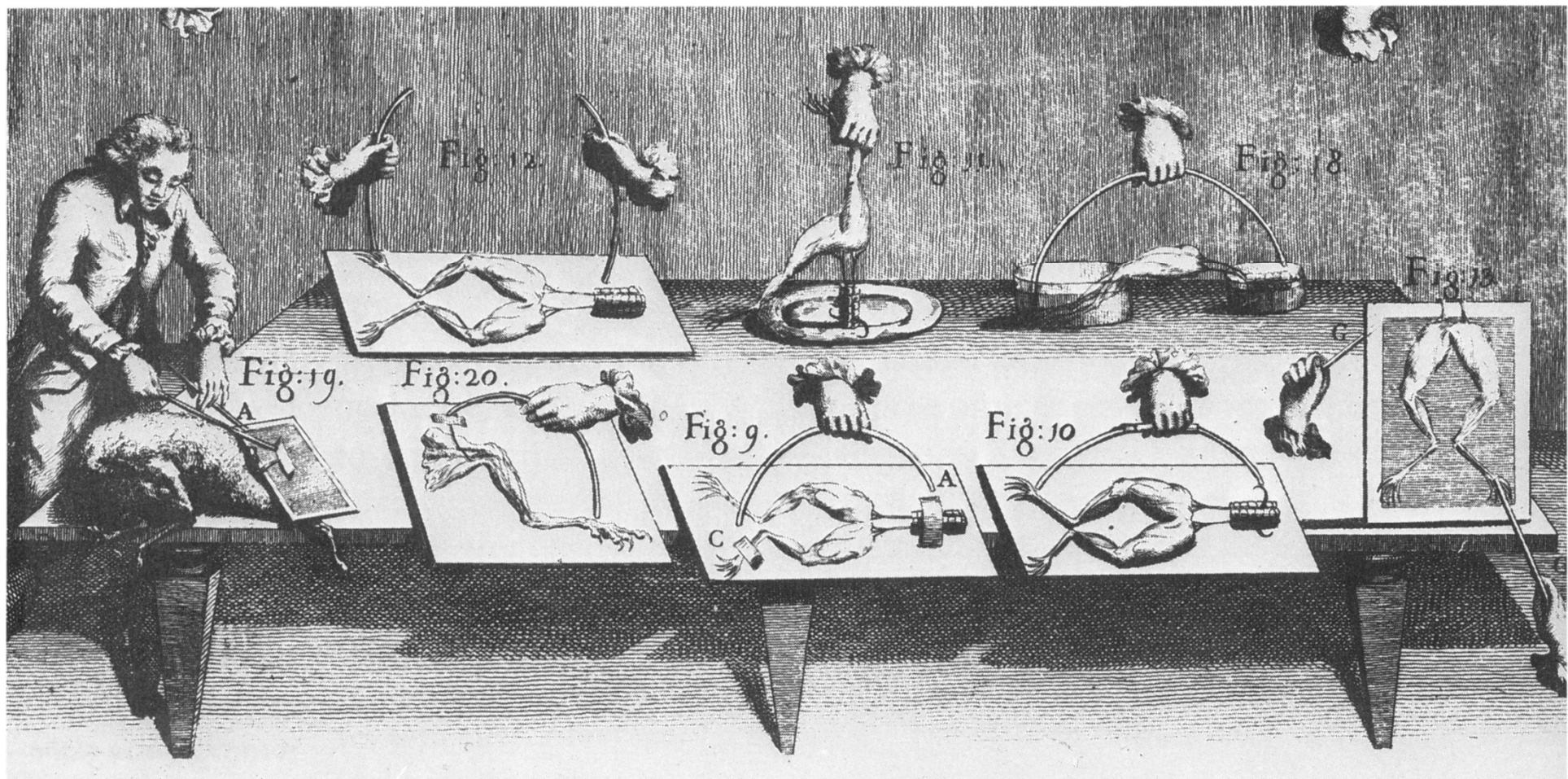
1785-1822

Dirbo Lietuvoje,
Gedučių dvare, netoli
Žeimelio

- 1. Elektrolizės teorija
- 2. Pirmieji fotochemijos dësninumai

Galvani eksperimentai su “gyvaja” elektra

XVIIIa

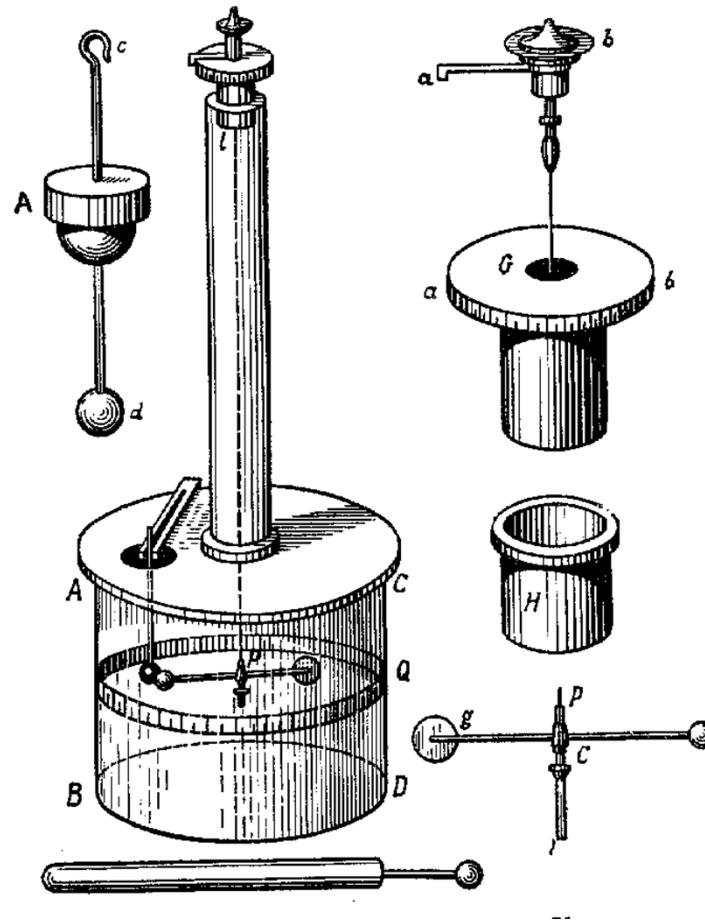




Kulono svarstyklės

XVIIIa

1785 m.,
eksperimentiškai
įrodyta



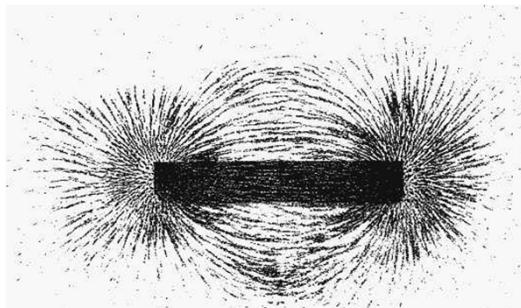
$$F = \frac{q_1 q_2}{4\pi\epsilon_0 r^2}.$$

Kavendišas

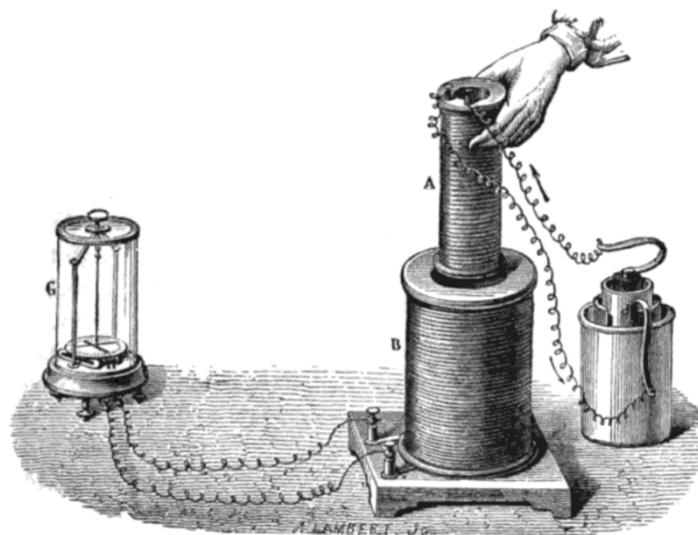


XIXa

M.Faradéjus



Lauko sāvoka, ji tikslesnē nei jēgos



Faradéjaus elektromagnetinės indukcijos
atradimas 1831.



1791 – 1867



Faradéjaus laboratorija Londono karališkajame institute

XIXa





Maksvelo lygtys

XIXa

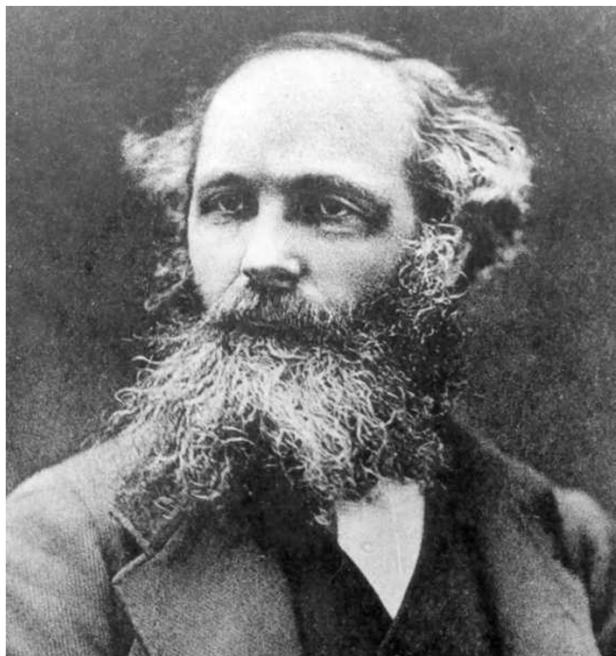
a

$$\nabla \cdot \mathbf{E} = 4\pi\rho \quad (1)$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0 \quad (2)$$

$$\nabla \times \mathbf{E} + \frac{1}{c} \dot{\mathbf{B}} = 0 \quad (3)$$

$$\nabla \times \mathbf{B} - \frac{1}{c} \dot{\mathbf{E}} = 4\pi \mathbf{j} \quad (4)$$



b

$$\frac{\partial E_x}{\partial x} + \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{\partial E_z}{\partial z} = 4\pi\rho \quad (1)$$

$$\frac{\partial B_x}{\partial x} + \frac{\partial B_y}{\partial y} + \frac{\partial B_z}{\partial z} = 0 \quad (2)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial E_x}{\partial x} - \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{1}{c} \dot{B}_z &= 0 \\ \frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} + \frac{1}{c} \dot{B}_x &= 0 \\ \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} + \frac{1}{c} \dot{B}_y &= 0 \end{aligned} \right\} (3)$$

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial B_x}{\partial x} - \frac{\partial B_y}{\partial x} - \frac{1}{c} \dot{E}_z &= \frac{4\pi}{c} j_z \\ \frac{\partial B_y}{\partial z} - \frac{\partial B_z}{\partial y} - \frac{1}{c} \dot{E}_x &= \frac{4\pi}{c} j_z \\ \frac{\partial B_z}{\partial x} - \frac{\partial B_x}{\partial z} - \frac{1}{c} \dot{E}_y &= \frac{4\pi}{c} j_z \end{aligned} \right\} (4)$$

c

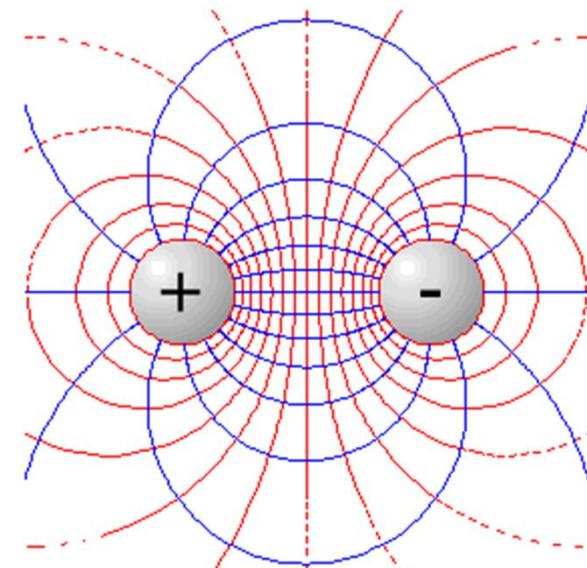
$$\partial_v F^{\mu\nu} = \frac{4\pi}{c} j^\mu \quad (1 \text{ & } 4)$$

$$\epsilon^{\mu\nu\kappa\lambda} \partial_v F_{\kappa\lambda} = 0 \quad (2 \text{ & } 3)$$



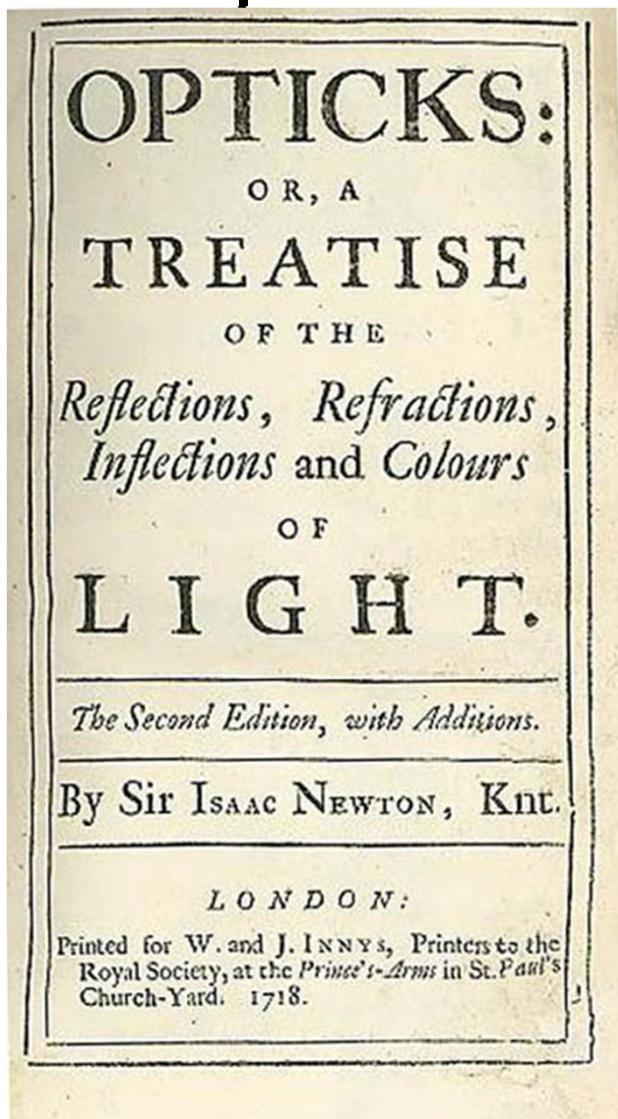
Elektra

- Visiškai naujas gamtos reiškinys
- Priešybės (+ ir -)
- Lauko sąvoka





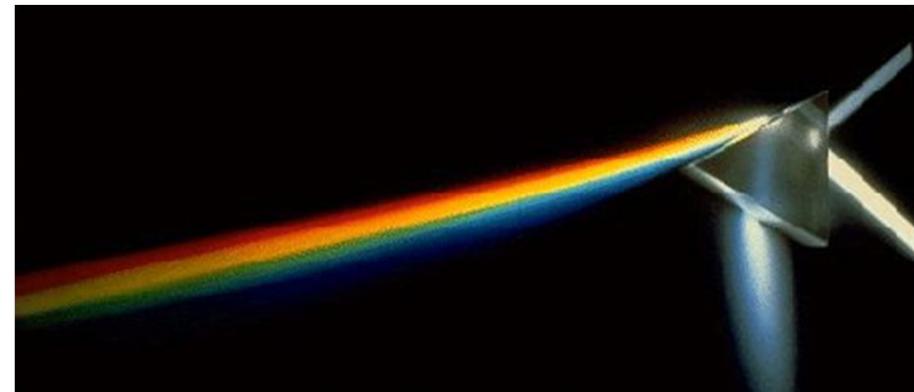
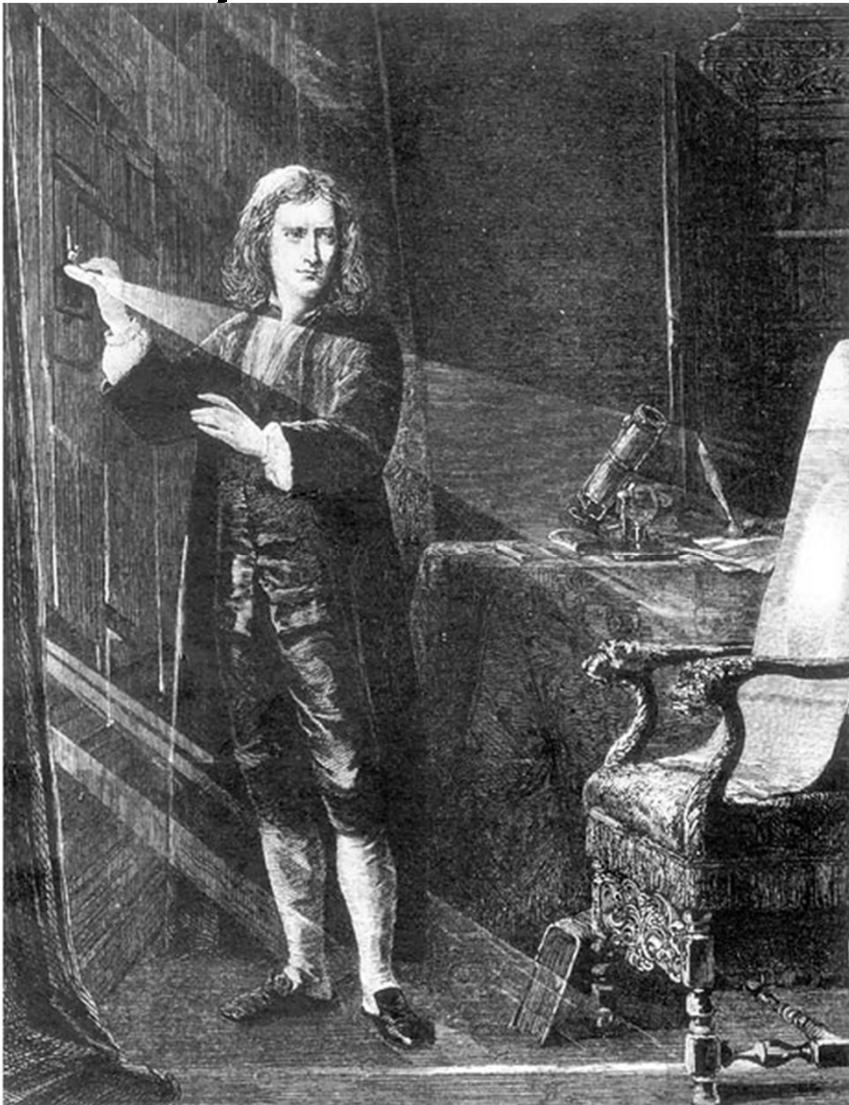
Šviesos tyrimai



Niutono
“Optika”
(išleista 1705)



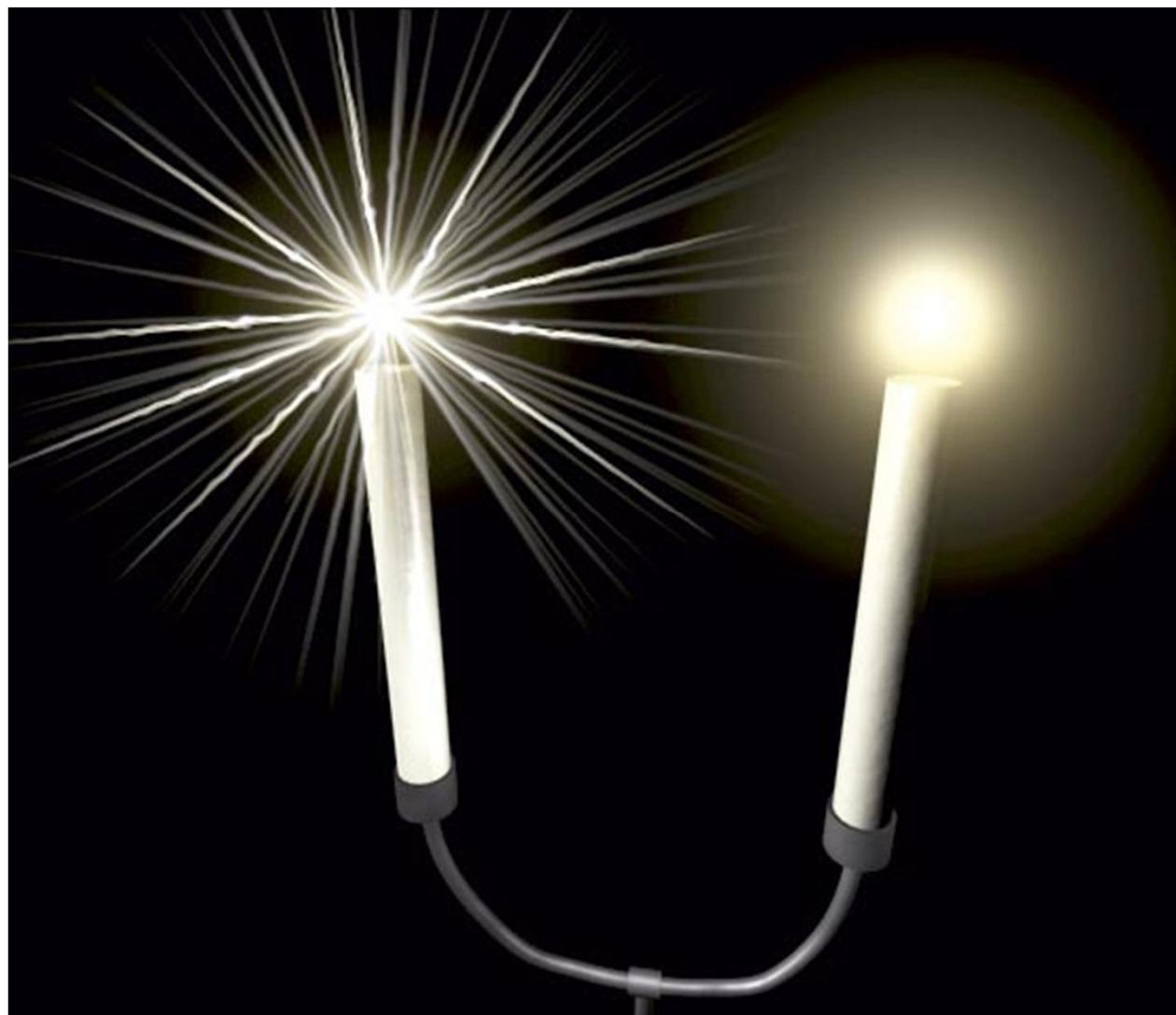
Šviesos tyrimai



I.Niutonas demonstruoja
šviesos skaidymą į spalvas



Šviesa. Bangos ar dalelēs



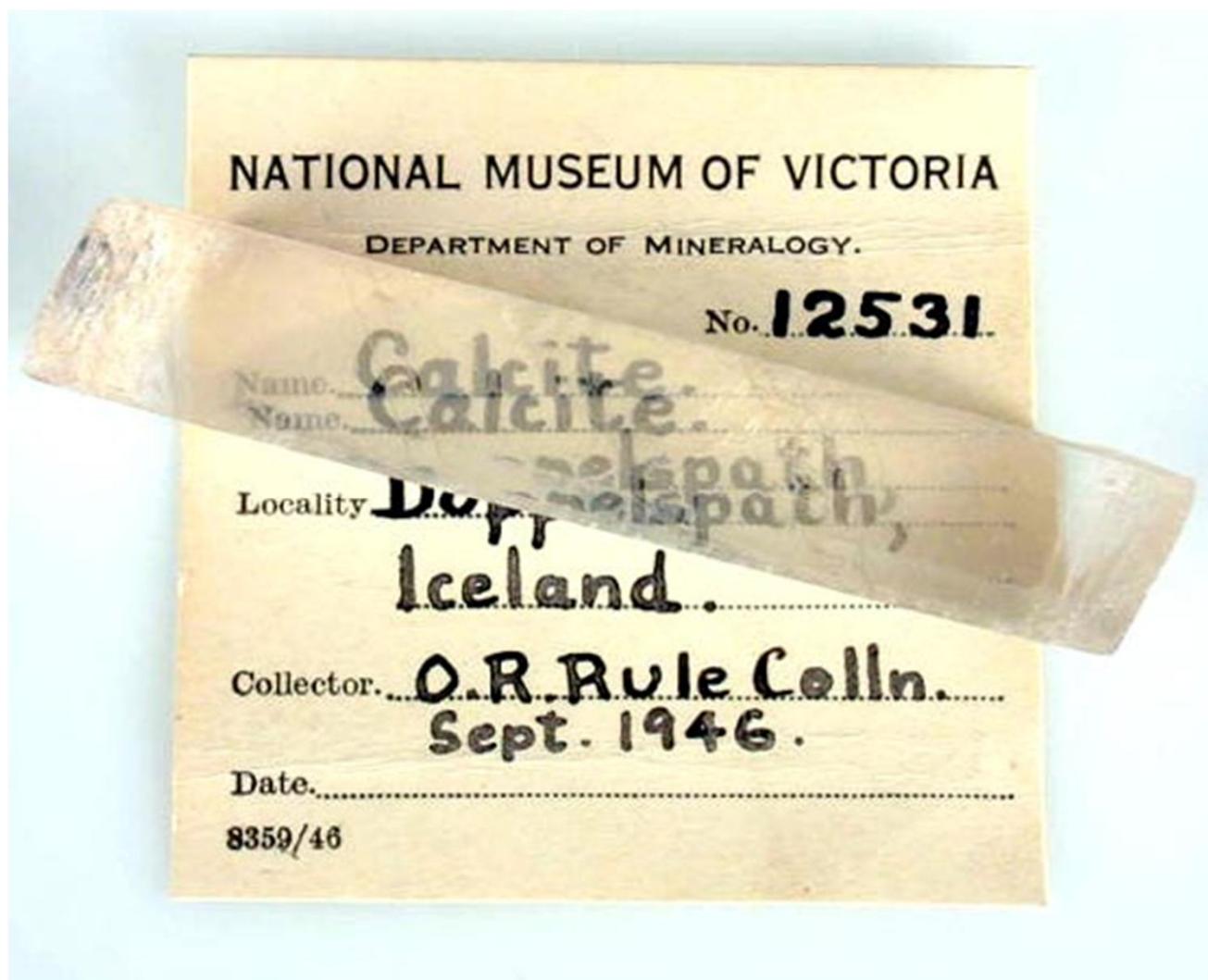


Spinduliai prasilenkia





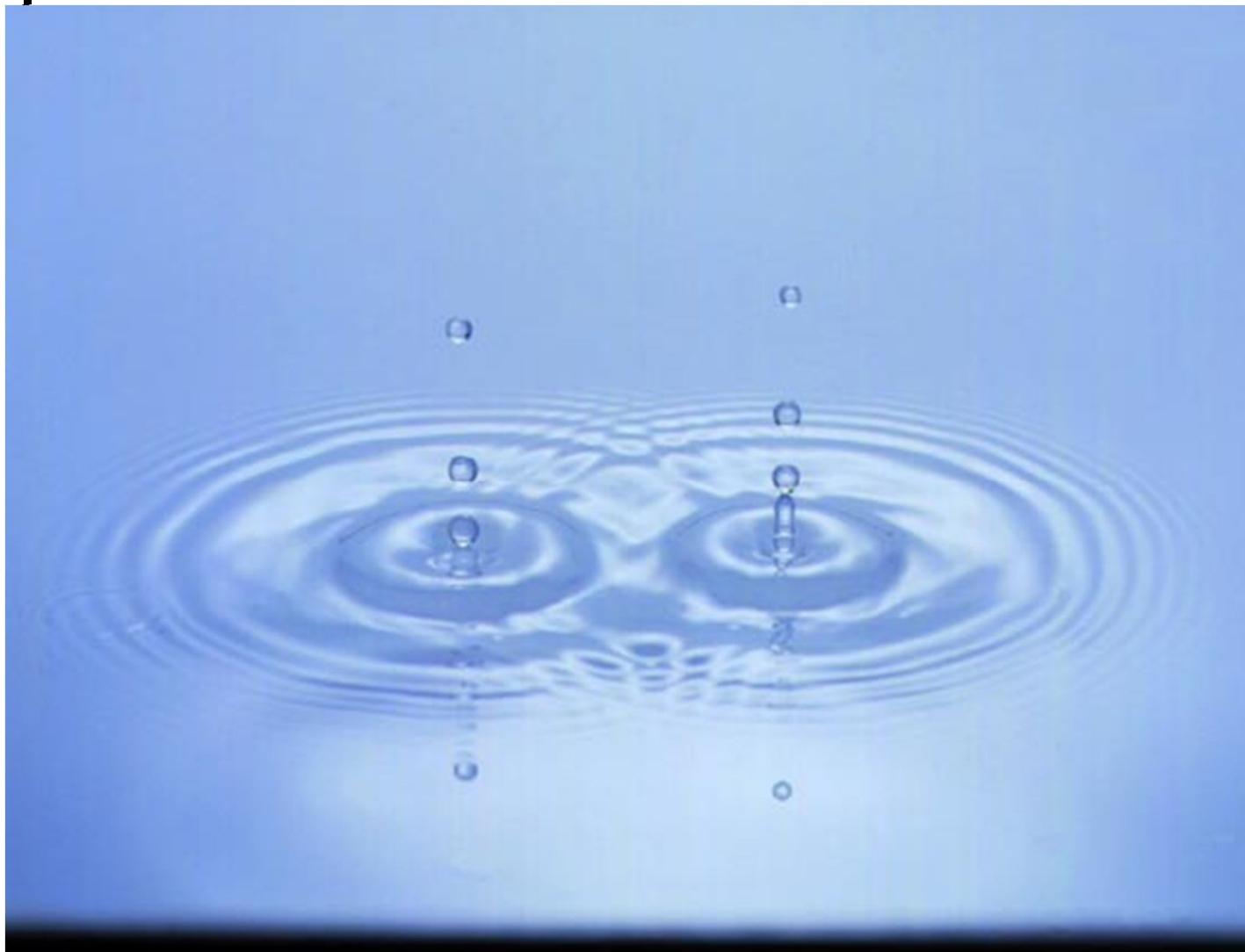
Dvigubas šviesos lūžis



Sunkiai aiškino bangų teorija



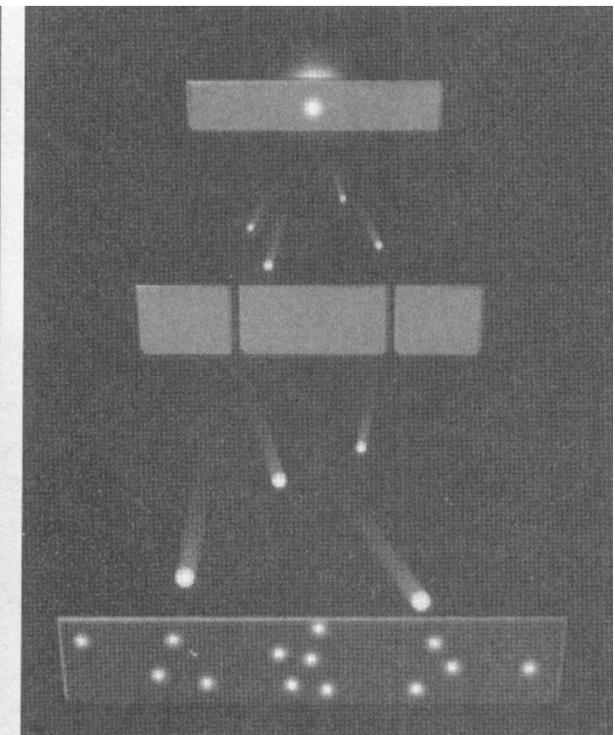
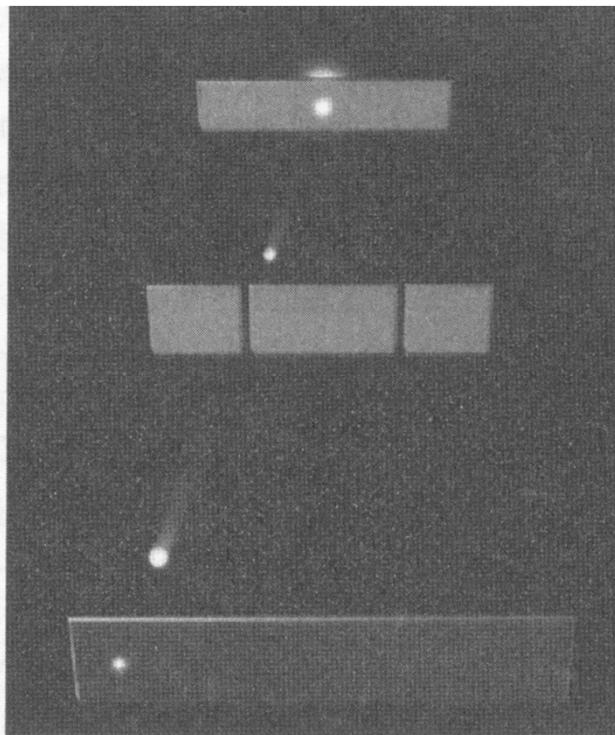
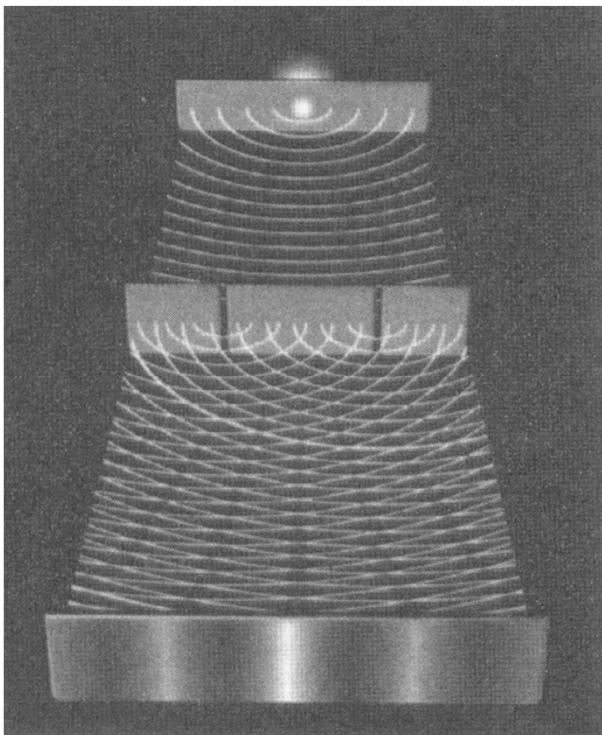
Interferencija



Interferencijos raštas atspindi sklindančių bangų energiją



Fotonų interferencija



Šviesa praeina pro du plyšius. Stebimas interferencijos raštas Fotonų žybsniai. Didesnis fotonų skaičius nupiešia interferencinį raštą.



Šviesa -bangos



Christiaan Huygens

1629 - 1695



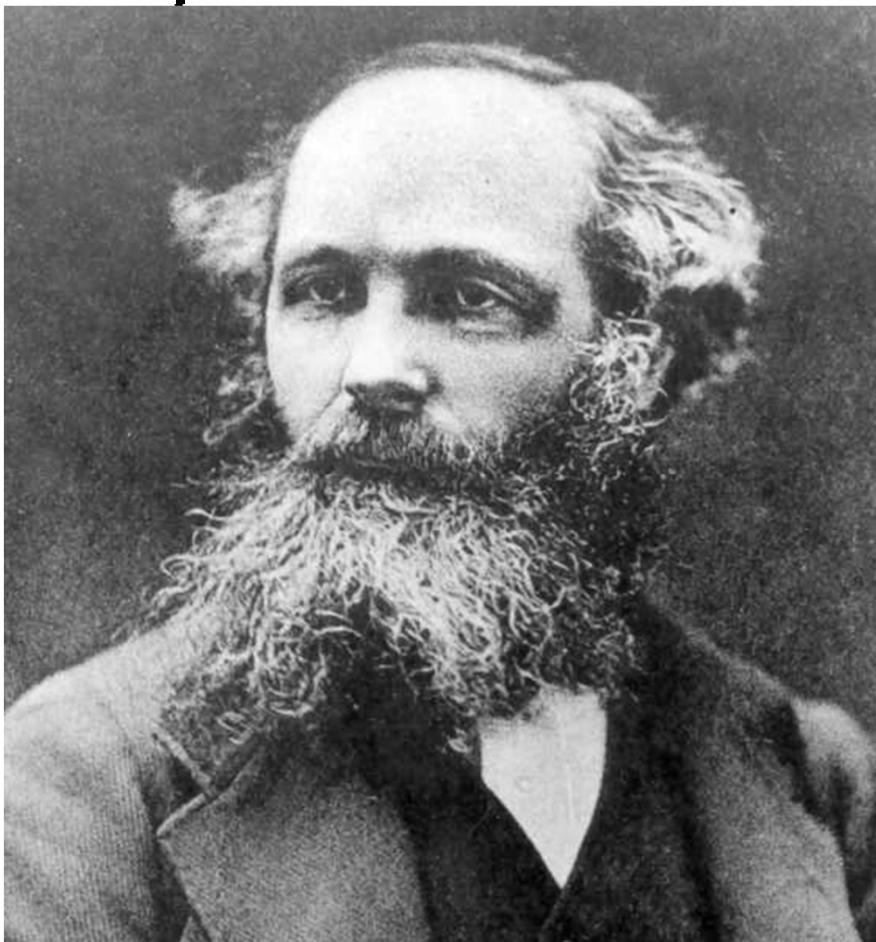
1690 Traktatas apie šviesą

Paaiškino bangomis:

- Šviesos skildimą tiesia linija
- Difrakciją (užlinkimą už kampo)
- Interferenciją
- Niutono žiedus
- Šviesos lūžį
- Atspindį



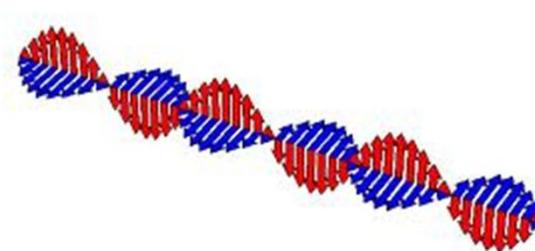
Šviesa -bangos



James Clerk Maxwell

Šviesa - elektromagnetinės bangos

Bangos sklinda eteriu





Šviesa -bangos



Christiaan Huygens



Thomas Young



Augustin-Jean Fresnel



Elektromagnetinės bangos

The full spectrum



Long waves



Short waves



Microwaves



Radio waves



Infrared



Visible light



X-rays



Ultraviolet



Gamma rays



Low energy

High energy



Šviesa - dalelės



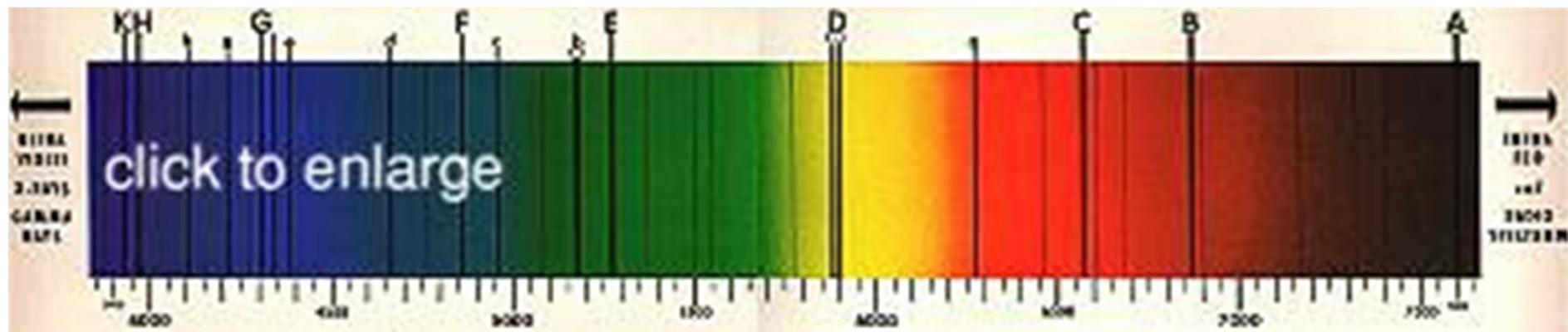
I. Niutonas



J. von Fraunhoferis



Fraunhoferio linijos



Saulės spektras

R.Bunsenas: kiekviena įkaitinta medžiaga skleidžia panašų spektrą



Fotoefektas



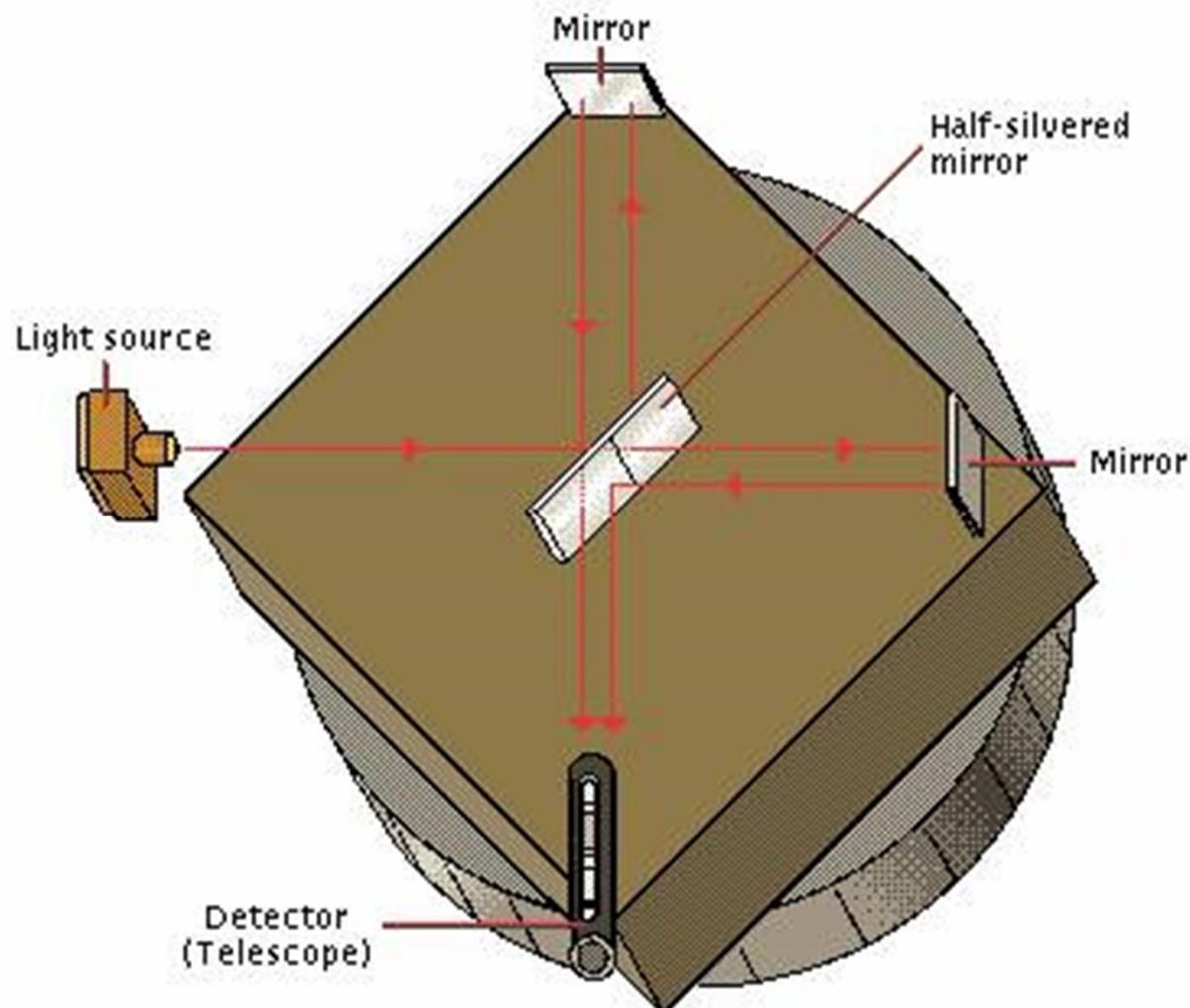
*Heinrich Rudolf Hertz,
1857 - 1894*

- 1887 H.Herzas, (tas pats , kuris atrado e.m. radio bangas)
 - Parodė, kad šviesa gali “išmušti” elektronus iš medžiagos



Eterio néra!

- Maikelsono-Morlio eksperimentas
- šv. gr. pagal Žemės judėjimo kryptį ir statmenai jai tas pats



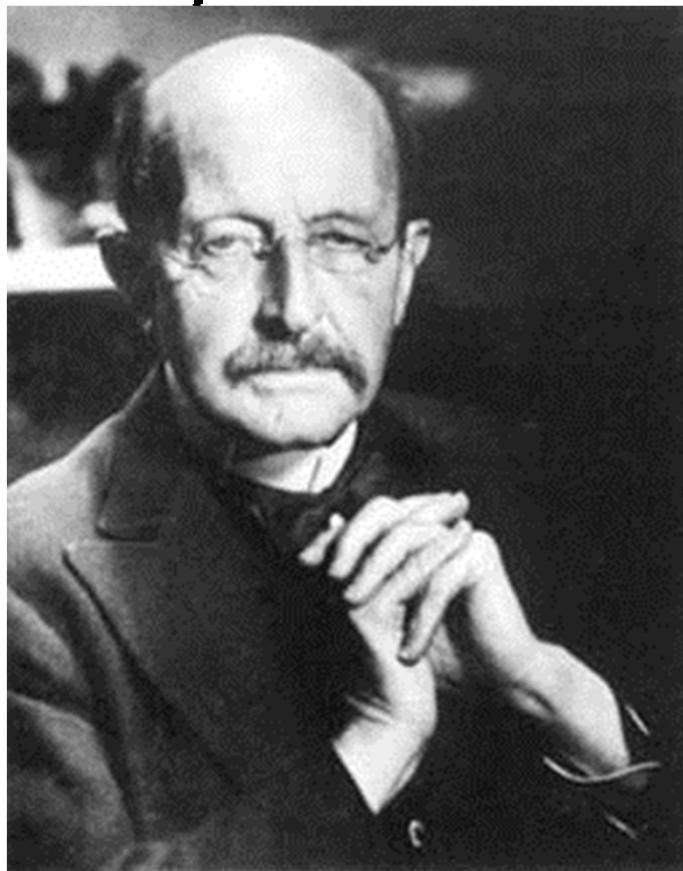


Šviesos prigimties aiškinimas

- Niutonas – šviesa dalelės
- Hiugensas, Jungas, Frenelis – šviesa bangos
- Plankas, Einšteinas (Fraunhoferis, Bunsenas, Hercas) – šviesa dalelės
- Grįžtame prie Niutono?



Šviesos kvantai



Max Karl Ernst Ludwig Planck

1858 - 1947

Planko formulė

$$E = h\nu$$

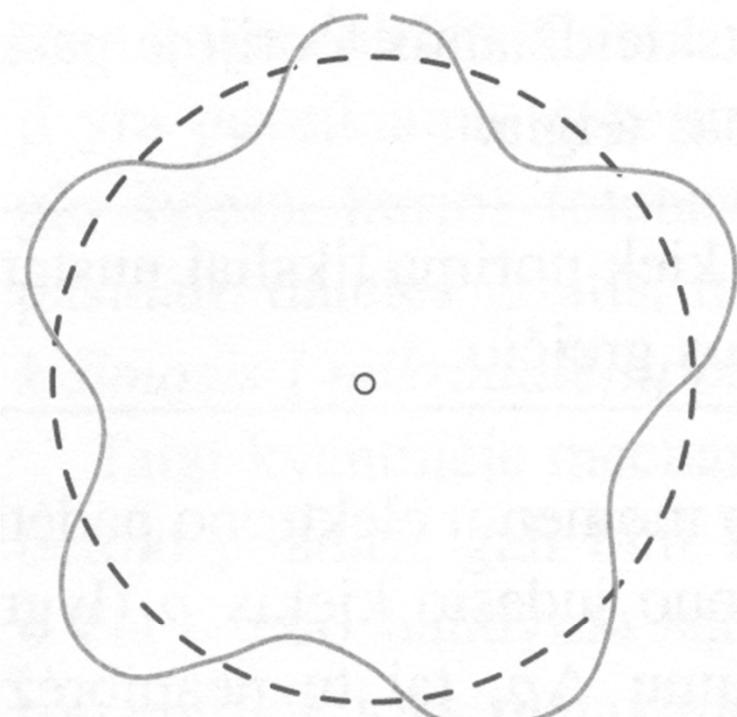
h – Planko konstanta, $h = 6.62 \times 10^{-34}$ Js

DeBroilio bangos ilgis

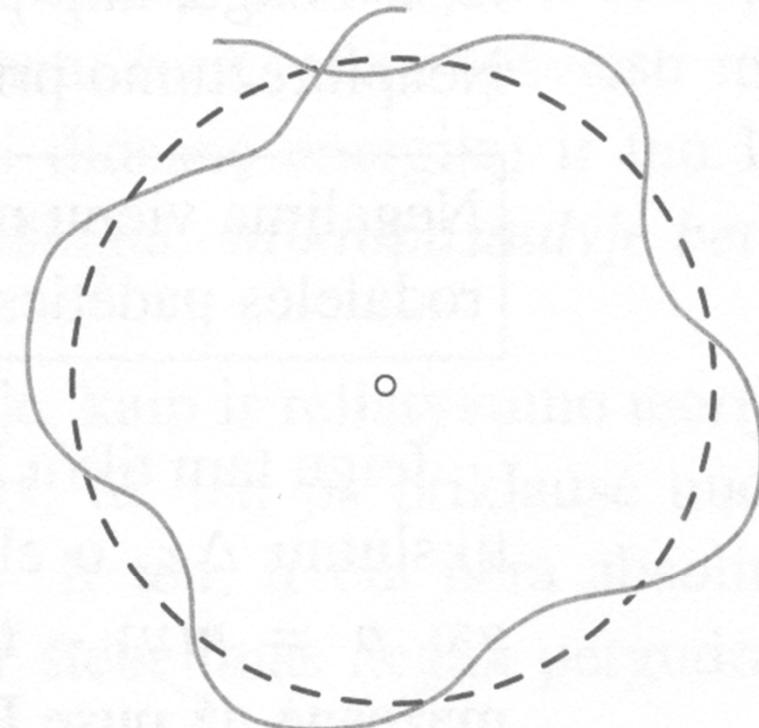
$$\lambda = \frac{h}{p}$$



Boro atomo modelis



Leistina orbita

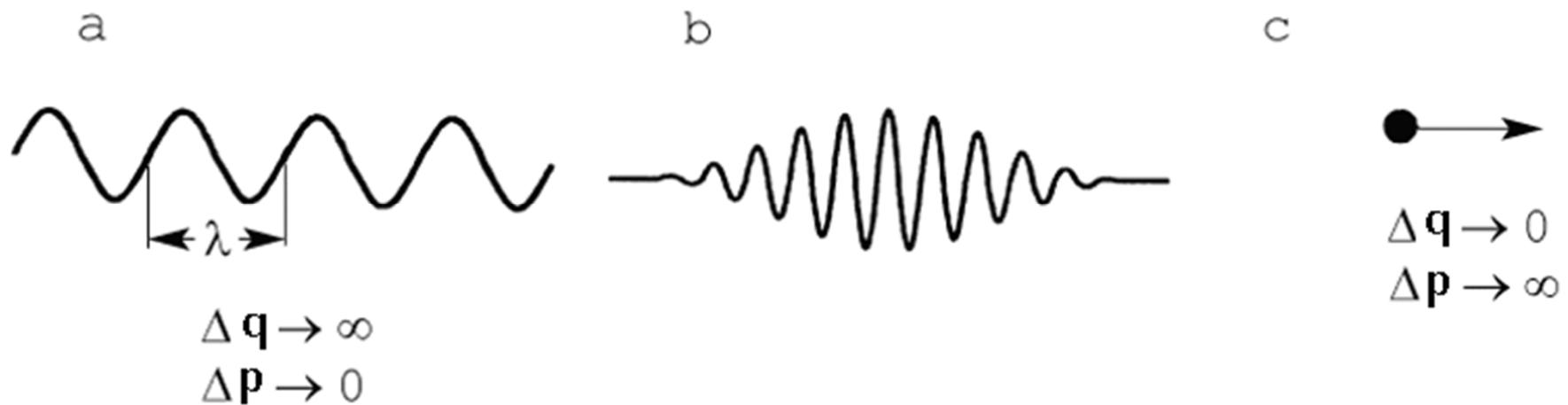


Uždrausta orbita

Jeigu energija kistų tolygiai elektronas nukristų ant branduolio.



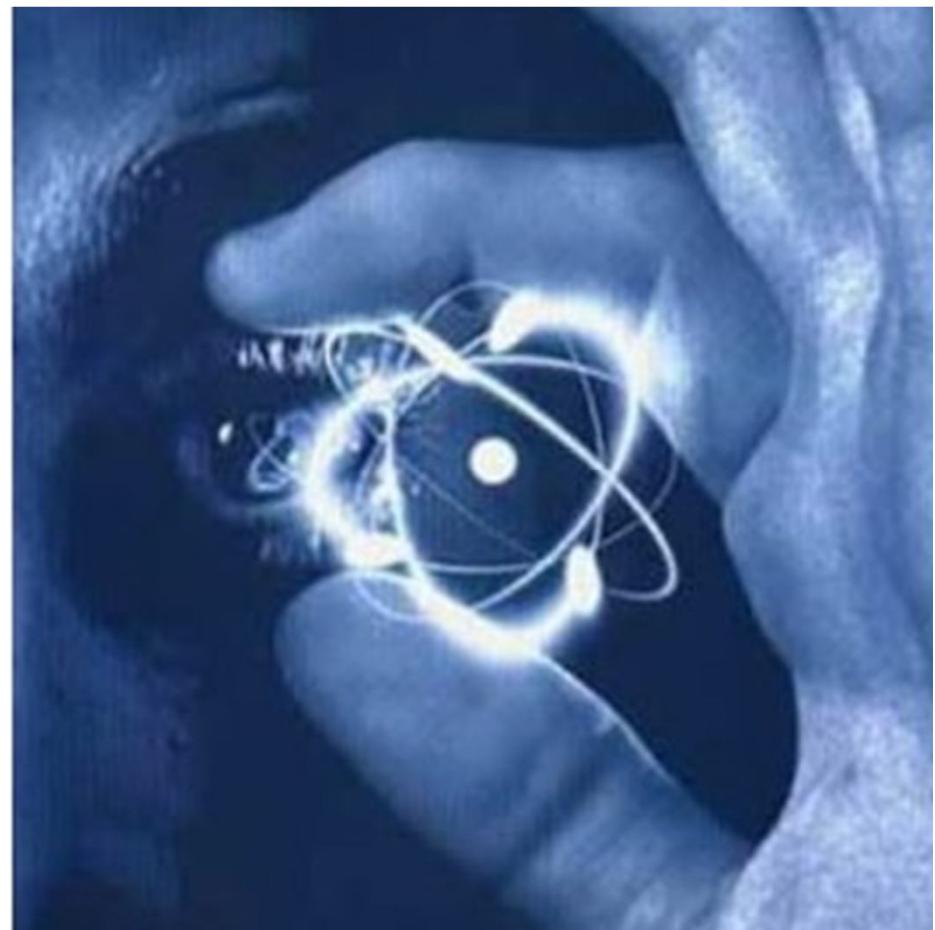
Bangų ir dalelių dualizmas





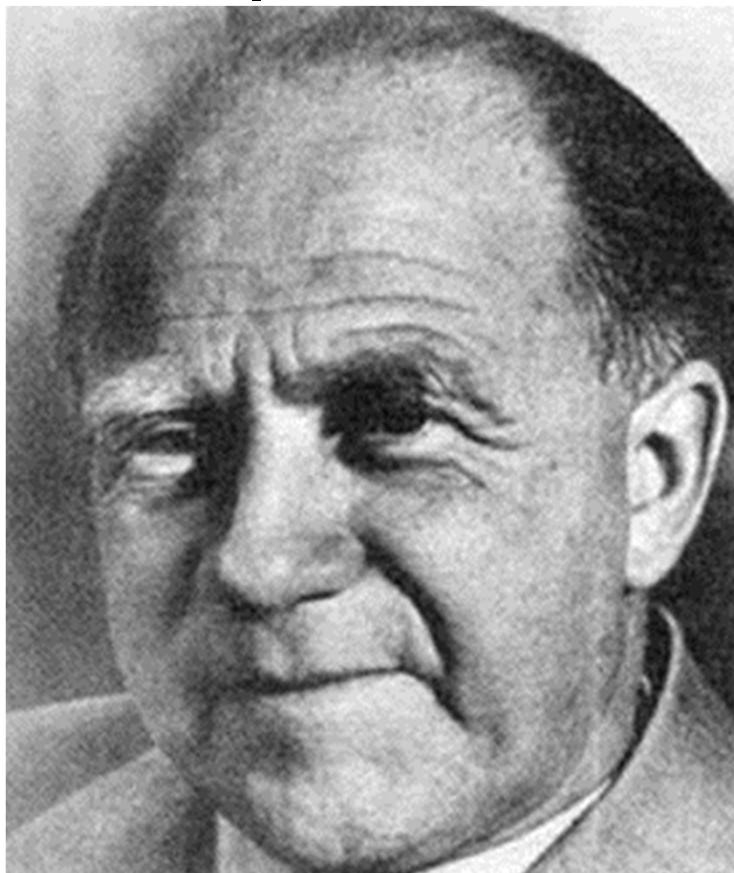
Kavantinis pasaulėvaizdis

- Tikimybinės bangos
- Pasaulis diskretinis
- Neapibrėžtumas





Heisenbergo neapibrēžtumo principas



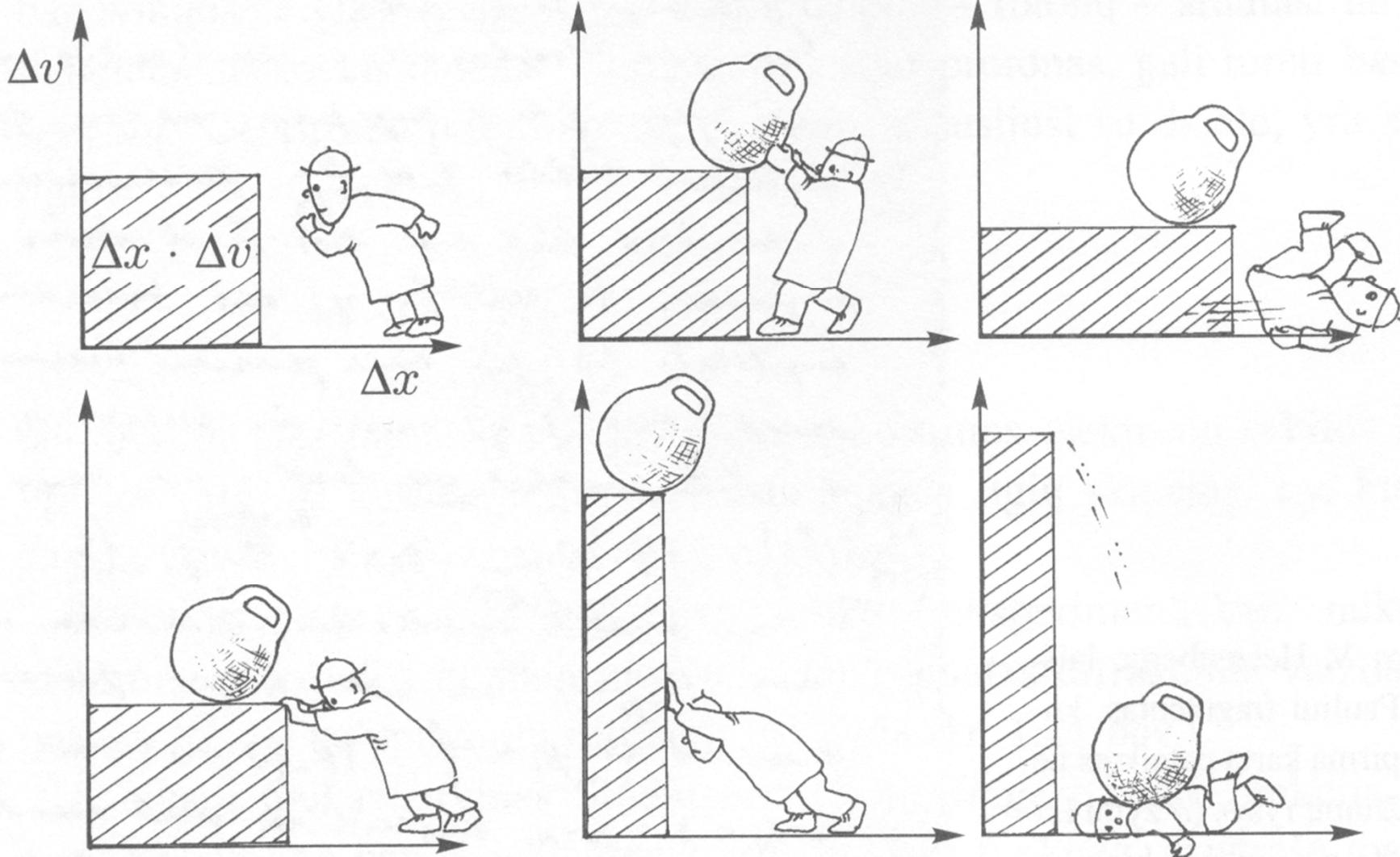
$$\Delta q \cdot \Delta p \geq h$$

$$\Delta E \cdot \Delta t \geq h$$

Werner Karl Heisenberg

1901 - 1976

Heisenbergo neapibrēžtumo principas



Kvantinis pasaulis



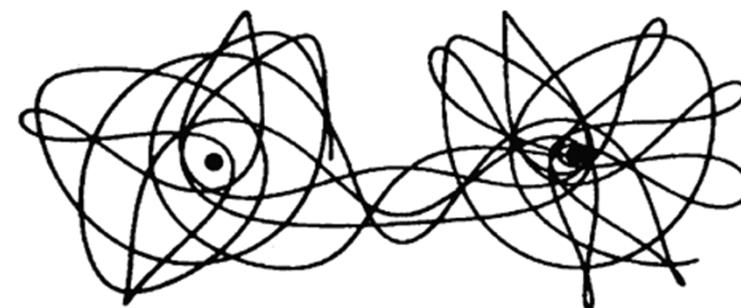


Netikrumas ir makropasaulyje



Henri Poincaré

(1854 - 1912)



Trijų kūnų problema



Boro papildomumo principas



Niels Bohr
1885 - 1962

Papildomumo principas:
dalelių padėties ir greičio sąvokos papildo viena kitą ir gali būti taikomos tik apibrėžtame eksperimentiniame kontekste.

Priešingi požiūriai yra suderinami ir papildo vienas kitą, jei yra gaunami skirtingais metodais, kurių abiejų tuo pat metu taikyti negalima

Pvz.: biologija, psichologija...



Nielsas Boras



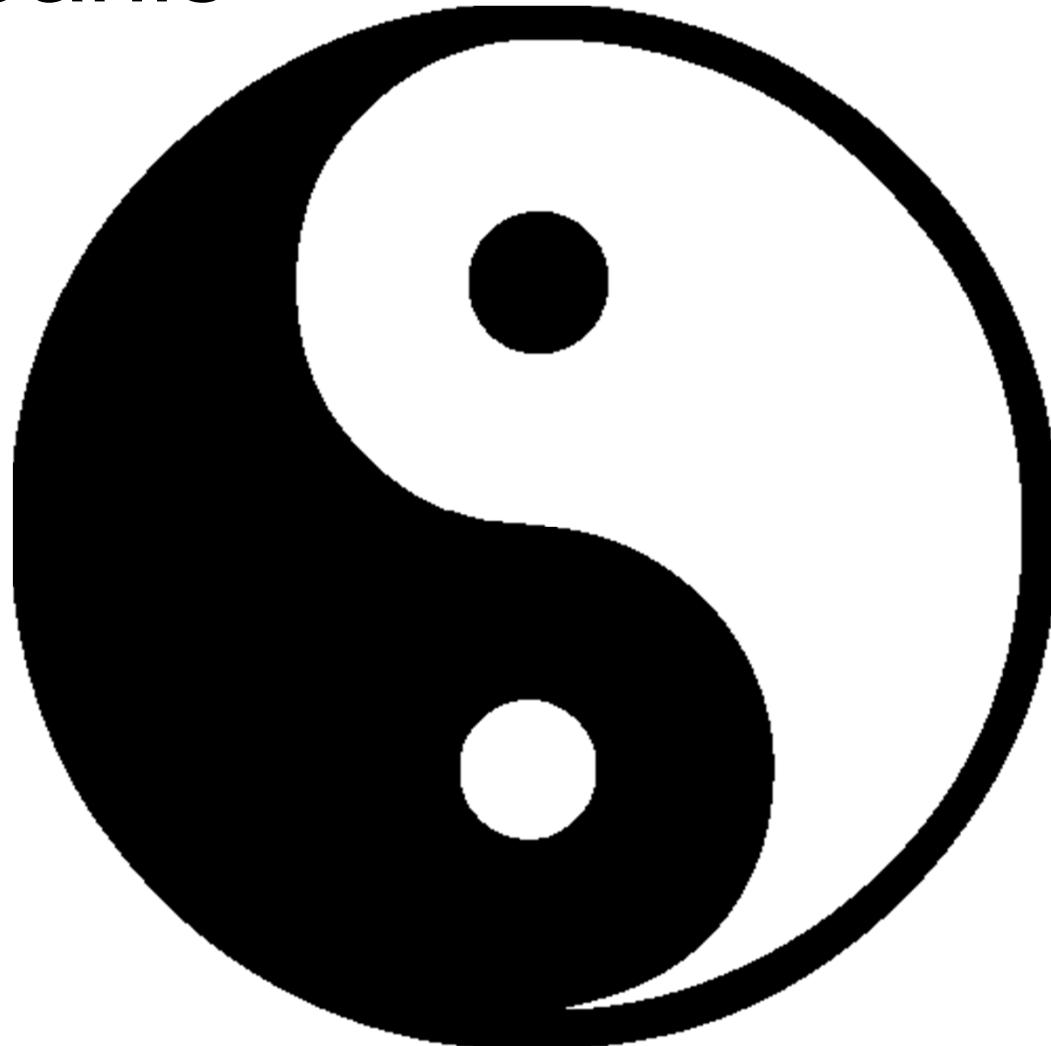
1885 - 1962

*Tikrosios tiesos priešybė yra
kita tikroji tiesa.*

—N. Boras



Inis ir Janis



Juoda ir balta pusės ne priešybės o papildančios viena kitą. Abi pusės yra nuolatinėje sąveikoje ir sudaro visumą. Vienos ir kitos pusės įtaka periodiškai kinta laike (periodinis vystimasis laike).

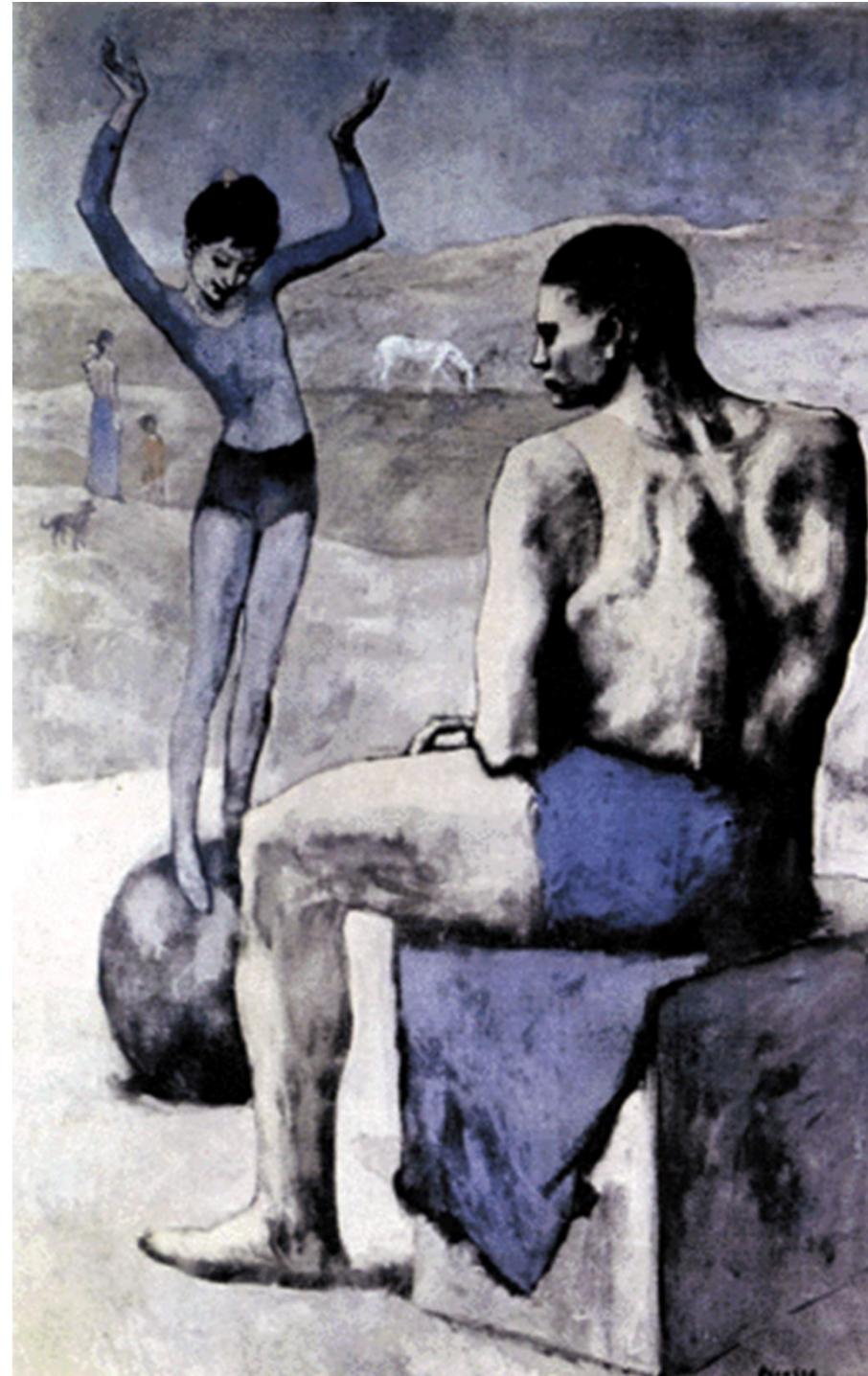


Inis ir Janis

Inis	Janis
Juodas	Baltas
Moteriškumas	Vyriškumas
tamsa	šviesa
naktis	dieną
žemė	dangus
silpnumas	stiprumas
šiluma	šaltis
motinystė	tėvystė
skrandis	galva
emocijos, jausmai	racionalumas



Pablo Pikaso “Akrobatè ant rutulio”





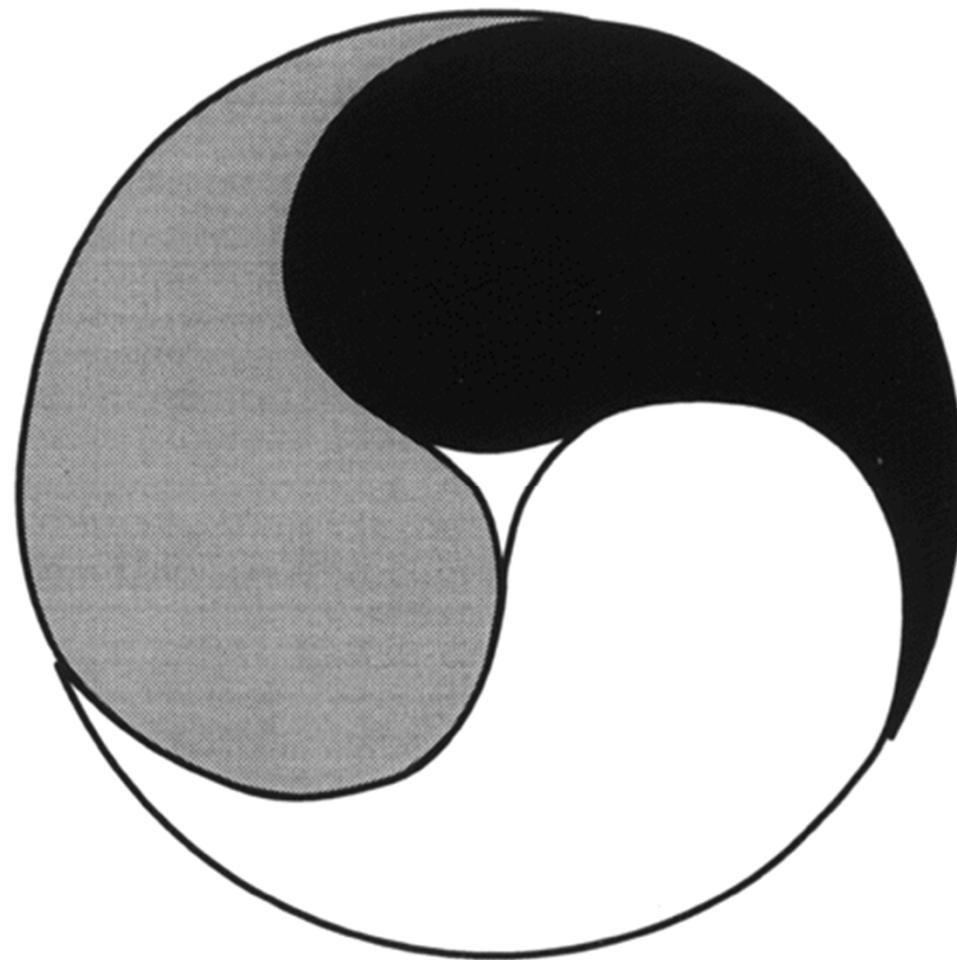
Japoniški hieroglifai: *vyras ir moteris*

男

女



Triados



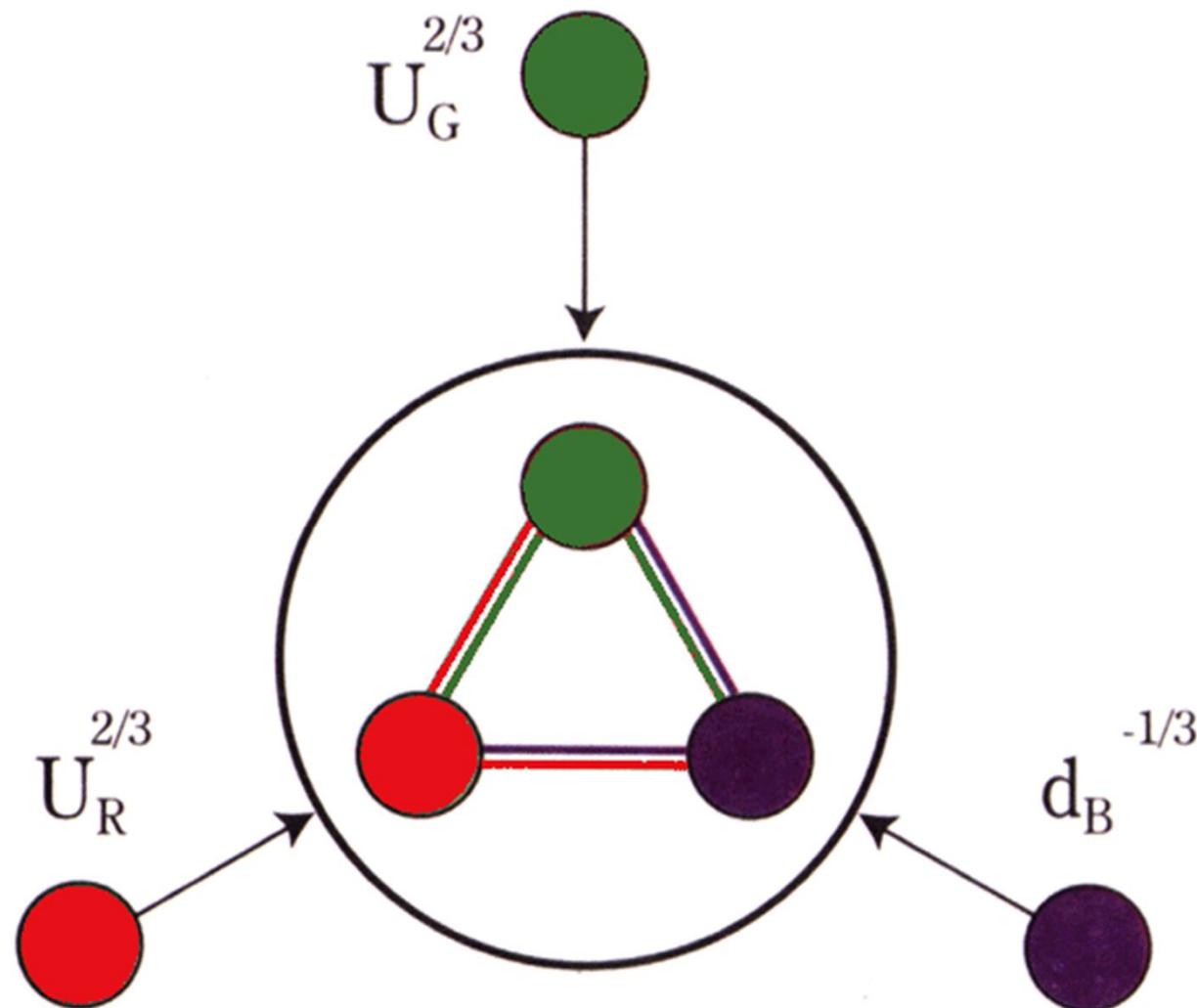


Ikebana





Protonas iš trijų kvarkų





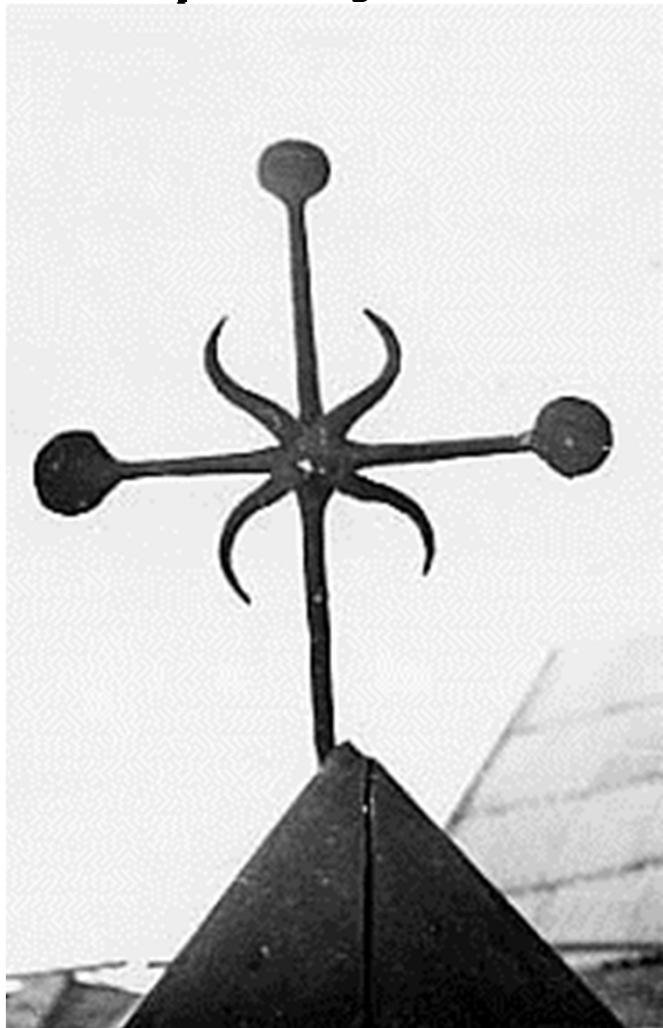
Šv. Trejybė

Simonas Čechavičius (1689-1775).
Švč. Trejybė. 1756-1758.
Drb., al. 333x202. LDM, Dep. 1043

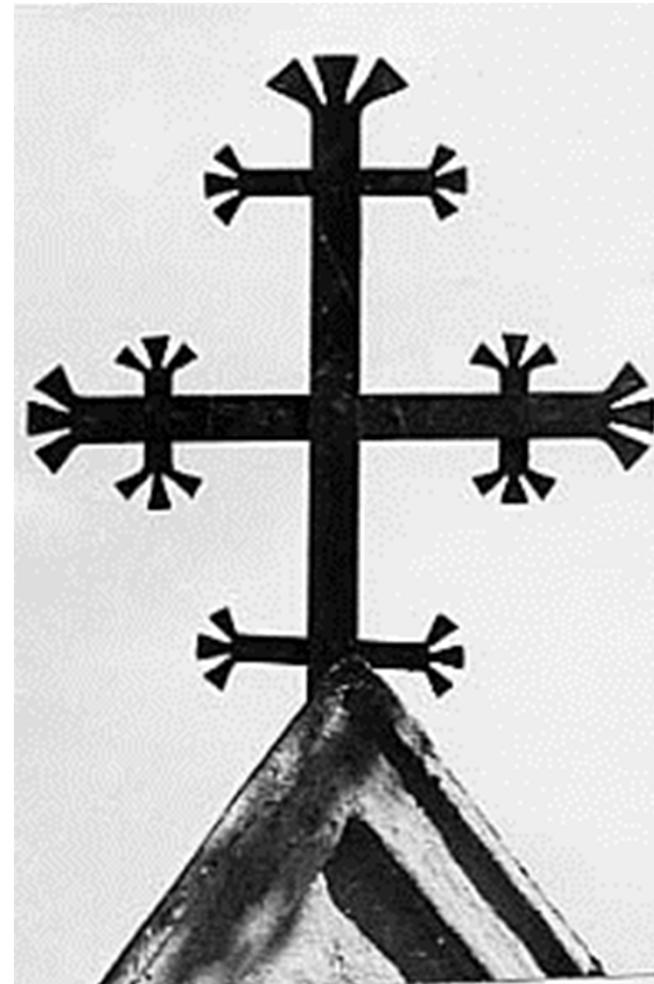




Kryžius



Tirkšlių kaimo kapinių koplytėlės kryžius



Židikų šventoriaus vartų kryžius



Paradigmų kaitos schema

