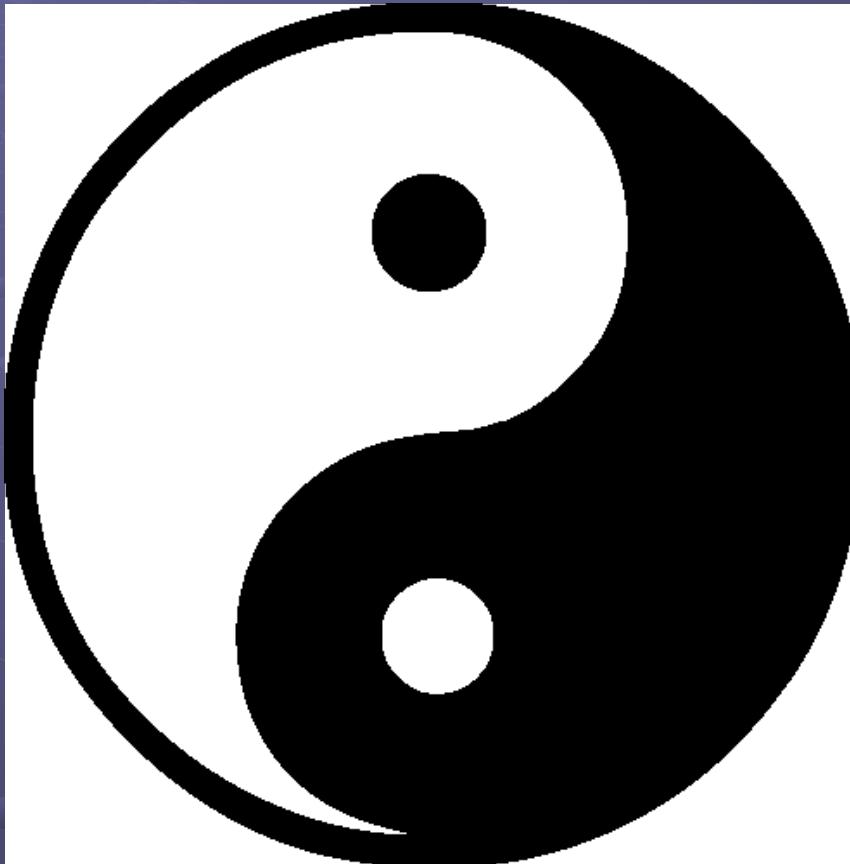


I. Niutono pasaulėvaizdis

**Determinizmo paradigma
Papildomumo principas
Daugialypis pasaulis**

Daugialypis pasaulis



Niels Bohr



1885 - 1962

The opposite of a correct statement is a false statement.

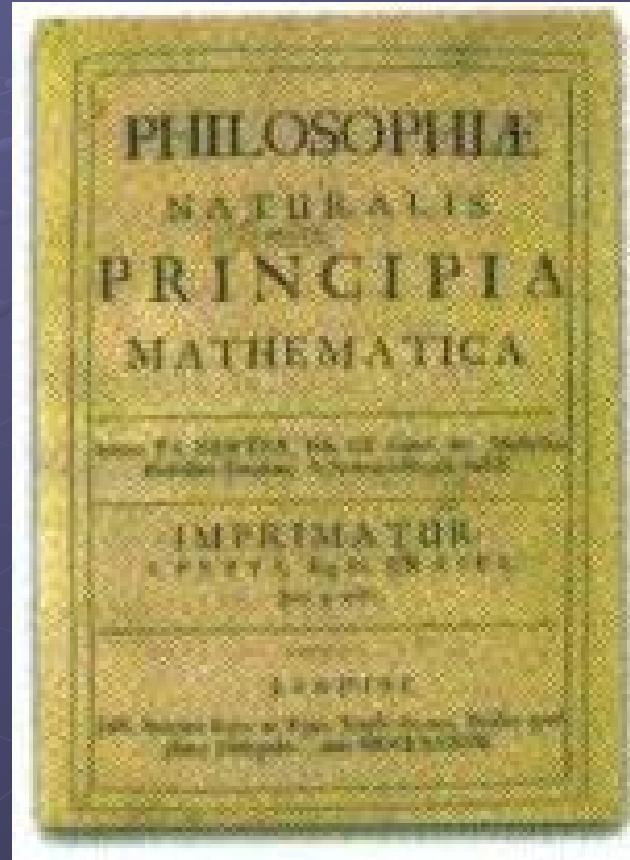
But the
opposite of a profound truth
may well be another profound
truth.

—Niels Bohr

I.Niutonas



(1642-1727)



Laiko ir erdvės matematinis modelis
paskelbtas prieš daugiau nei 300 metų

Niutono judėjimo dėsniai

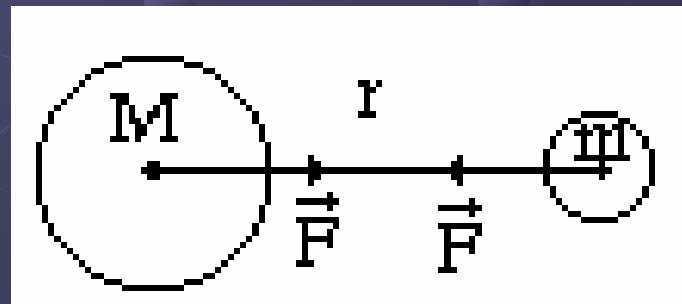
- Inercijos dėsnis. Kiekvienas kūnas būna ramybės arba tolydinio tiesiaeigio judėjimo būsenoje, kol kokia nors jėga šios būsenos nepakeičia.
- Jėgos dėsnis. Masės m kūno pagreitis proporcingas tą kūną veikiančiai jégai ir atvirkščiai proporcingas jo masei: $a = F/m$.
- Veiksmo ir atoveiksmio dėsnis. 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.):

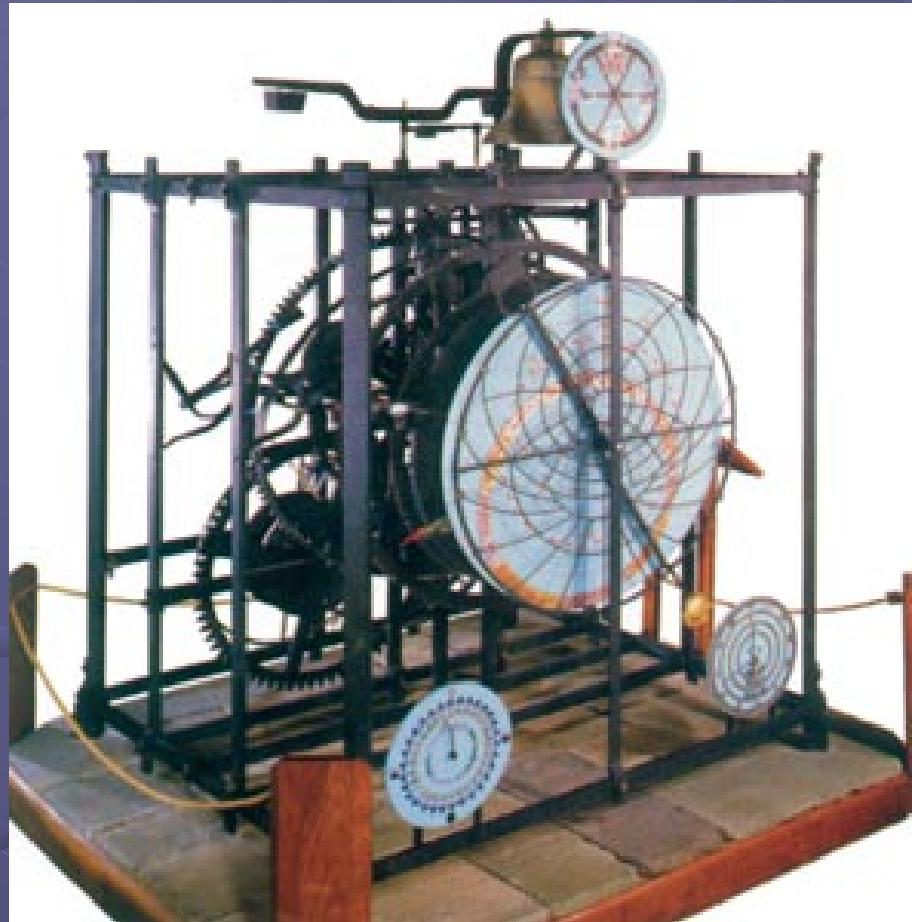
- Kūnai vienas kitą traukia jėga, kuri tiesiog proporcinga tų kūnų masėms ir atvirkščiai proporcinga atstumo tarp jų centru kvadratui.
 $F=GMm/r^2$ G- visuotinės traukos konstanta
 $G= 6.672 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$



Klasikinio mokslo idealas

- R.Dekartas: “*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 nebeliku 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 platū visuomenės (daugiausiai aukštuomenės) susidomėjimą.
- Tam tikru 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 nebūtinis). Iš čia ir kilo elektros pavadinimas (graikiškai gintaras – “**elektron**”).
- **XVIa. V.Gilbertas** tyrė elektrinius ir magnetinius reiškinius. Jis eksperimentavo su jėlektrintais daiktais ir surado, kad šia savybę pasižymi daugelis kūnų. Jis juos pavadino elektriniais kūnais (panašiais į gintarą). Jėlektrinimą jis įsivaizdavo, kaip elektrinės substancijos išspaudimą iš kūno akelių.
- **XVIIa. O.von Gērikė** išrado pirmą elektros mašiną. Ją sudarė galvos dydžio sieros rutulys užmautas ant ašies. Ji sukant ir liečiant sausa ranka rutulys įjielektrindavo ir traukdavo gana didelius daiktus.
- **XVIIIa. pradžioje Diufe** pastebėjo, kad yra teigiamos (stiklo) ir neigiamos (gintaro, dervos) rūšies elektros. Vienvardės jėlektrintos dalelės stumia, o skirtinges – traukia viena kita.
- **XVIIIa. Epinus** iškėlė principinį teiginį apie elektros kieko išsilaišymą, t.y. krūvio tvermės dėsnį. Be to Epinus nurodė, kad tarp elektrinių ir magnetinių reiškinių yra ryšys.

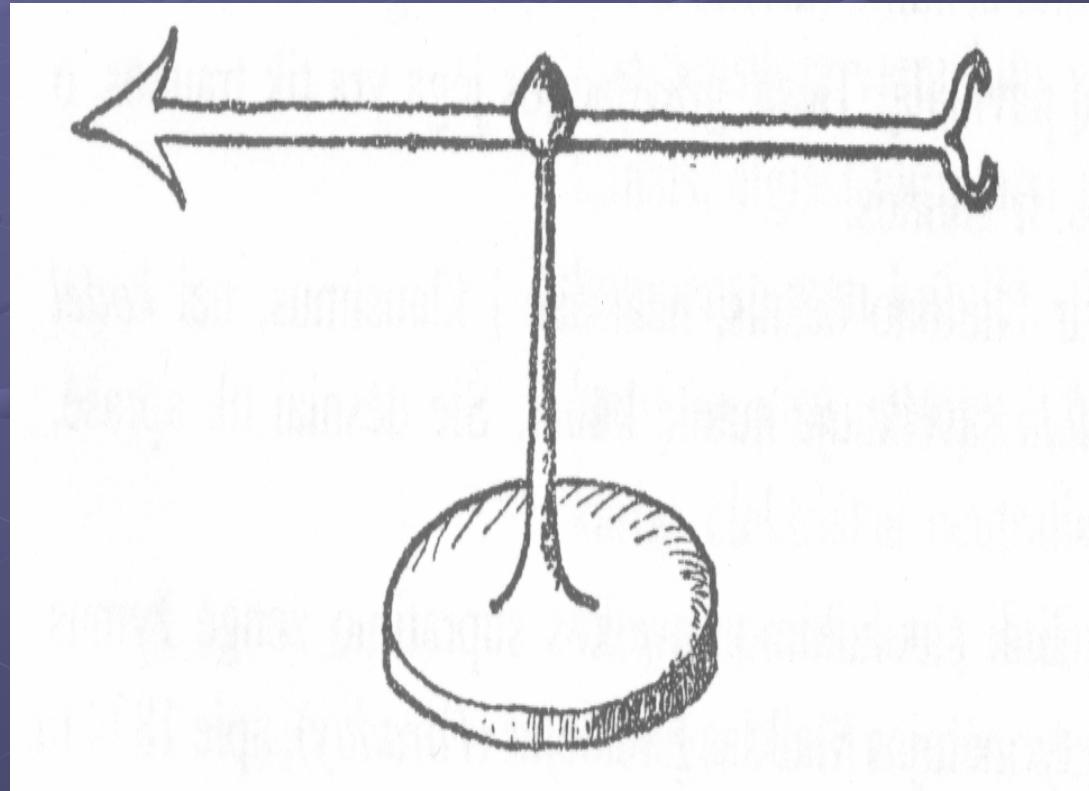
Elektros ir magnetizmo reiškiniai

Istorija

- XVIIIa. **Europoje** paplito viešieji bandymai su elektra. Ypatingą atgarsį rado **L.Galvano** ir tolesni **Voltos** eksperimentai su “gyvaja elektrą”, 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 šiu rezultatų neskelbė. Todėl šis dėsnis pagrįstai vadinamas, vėliau jį atradusio, **Š.Kulono** vardu.
- XIXa. pradžioje **Erstedas** nustatė, kad elektros srovė veikia magnetu.
- XIXa. pradžioje **Amperas** ištyrė elektros srovių sąveiką.
- XIXa. **M.Faradéjus** 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

XVIa.



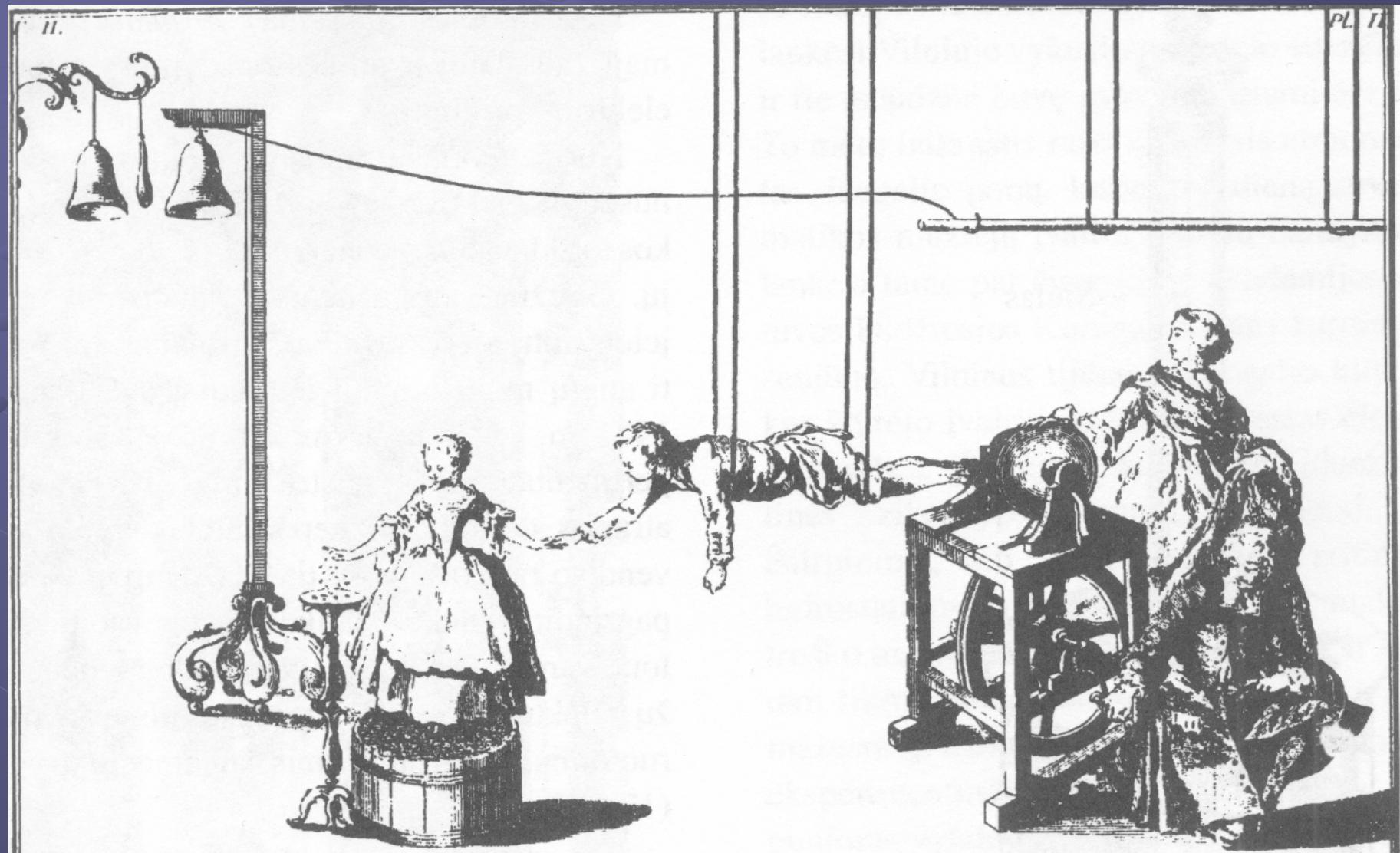
Otto von Gerikēs elektros mašina

XVIIa.



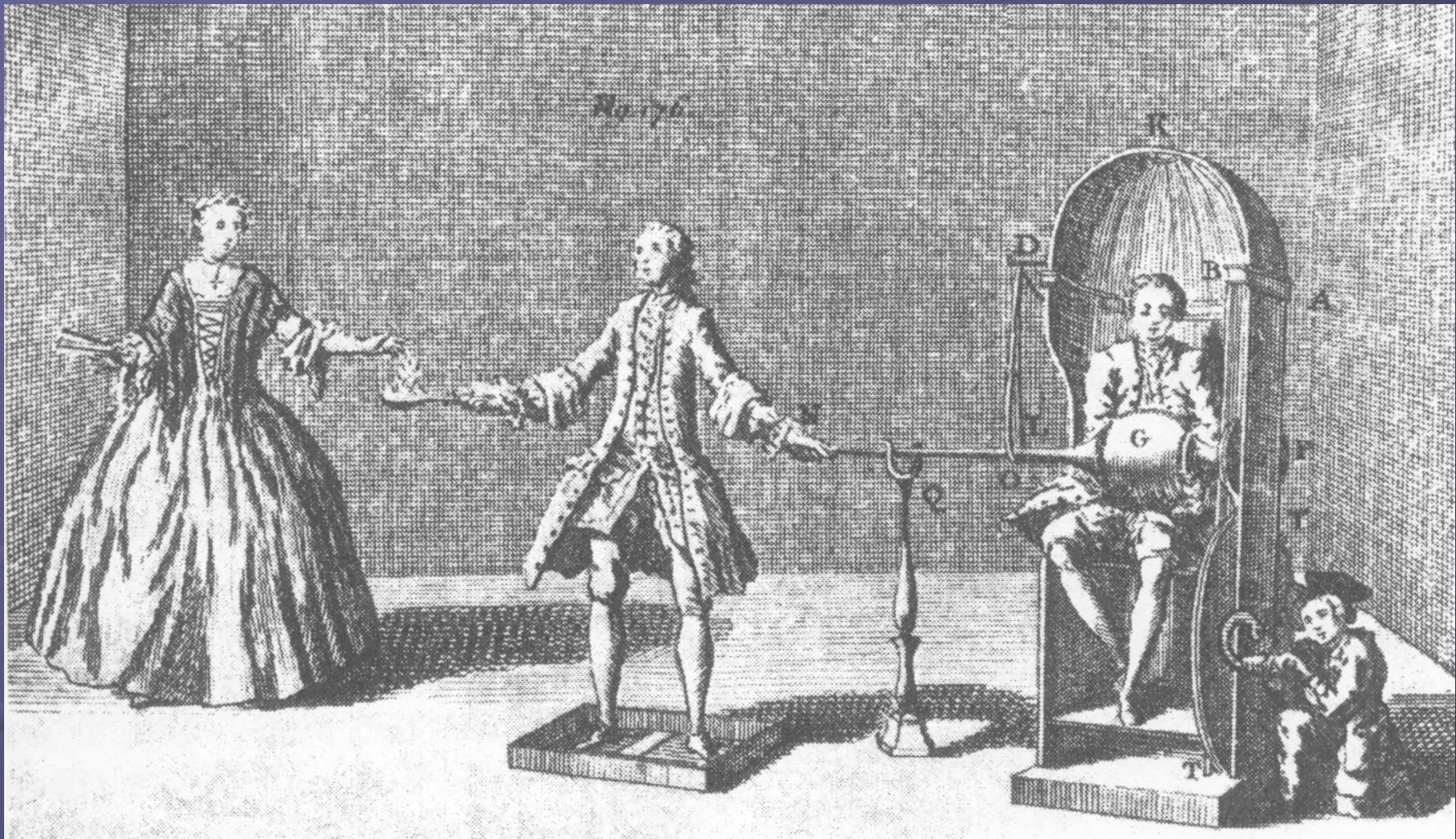
Viešos elektros demonstracijos

XVIIIa.



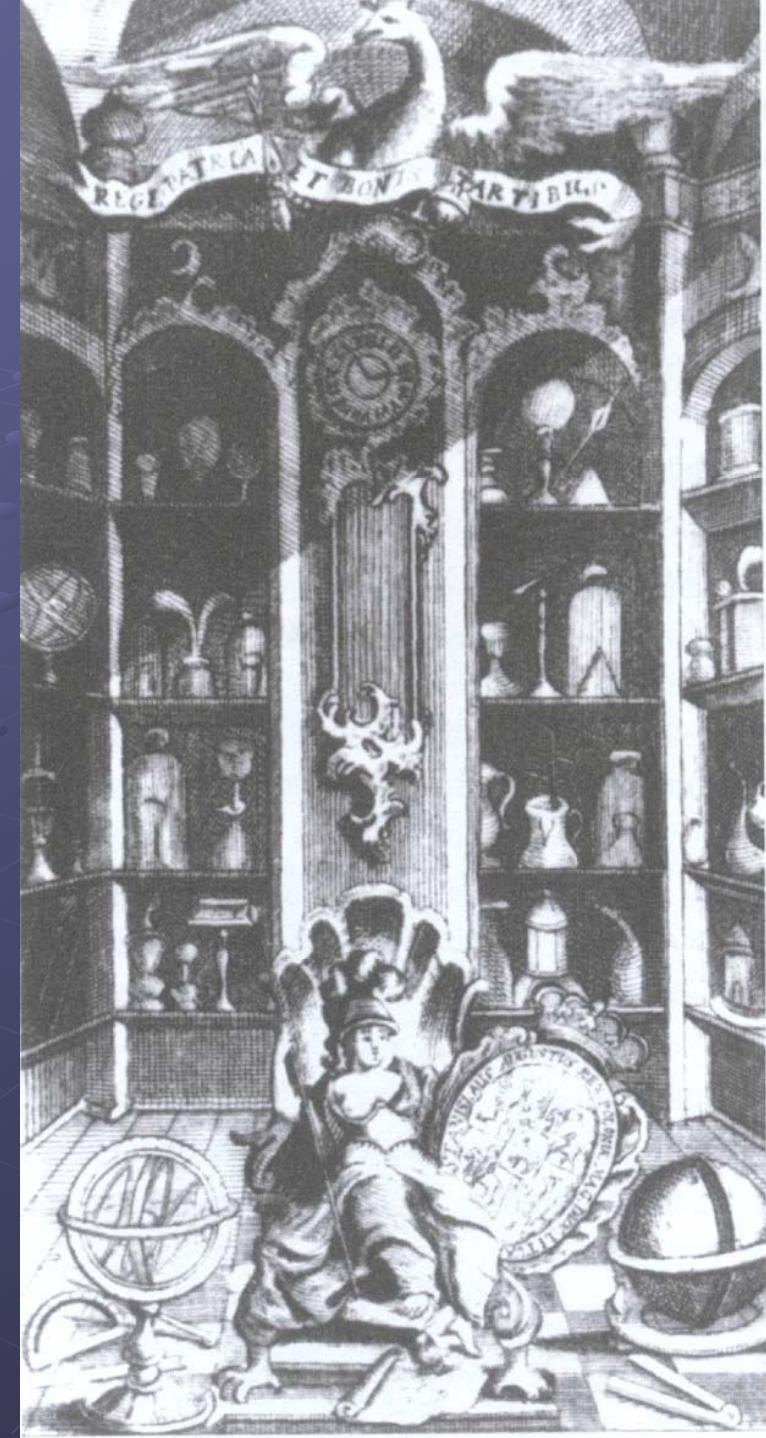
Viešos elektros demonstracijos

XVIIIa.



Matematikos muziejus Vilniaus universitete

XVIIIa



Teodoras Grotthusas



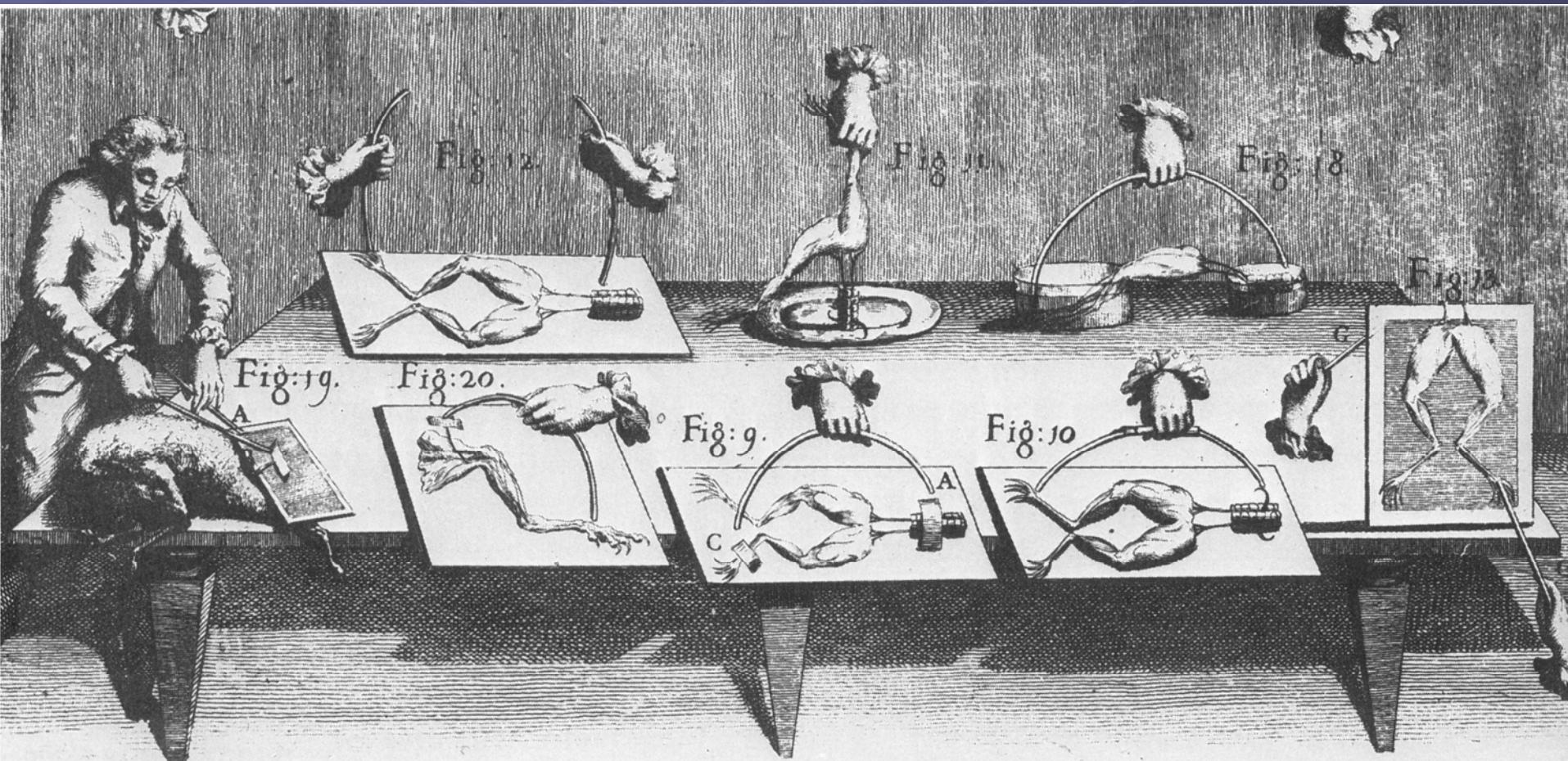
1785-1822

Dirbo Lietuvoje, Gedučių
dvare, netoli Žeimelio

- 1. Elektrolizės teorija
- 2. Pirmieji fotchemijos
dėsningumai

Galvani eksperimentai su "gyvaja" elektra

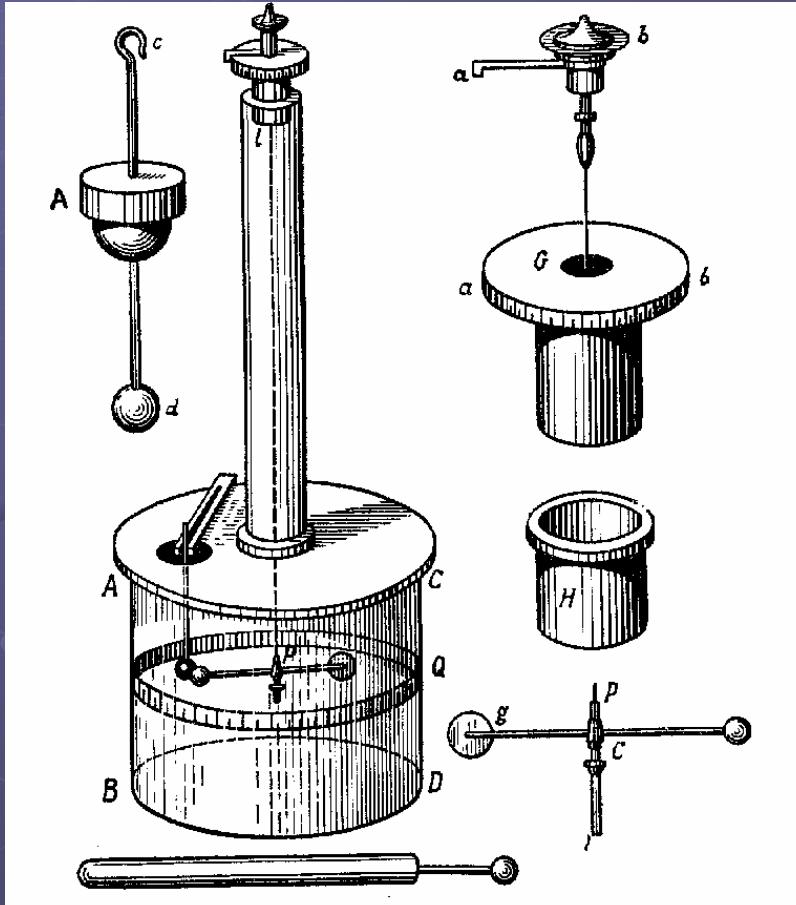
XVIIIa



Kulono svarstyklės

XVIIIa

1785 m.,
eksperimentiškai
įrodyta



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

Kavendišas

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

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

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

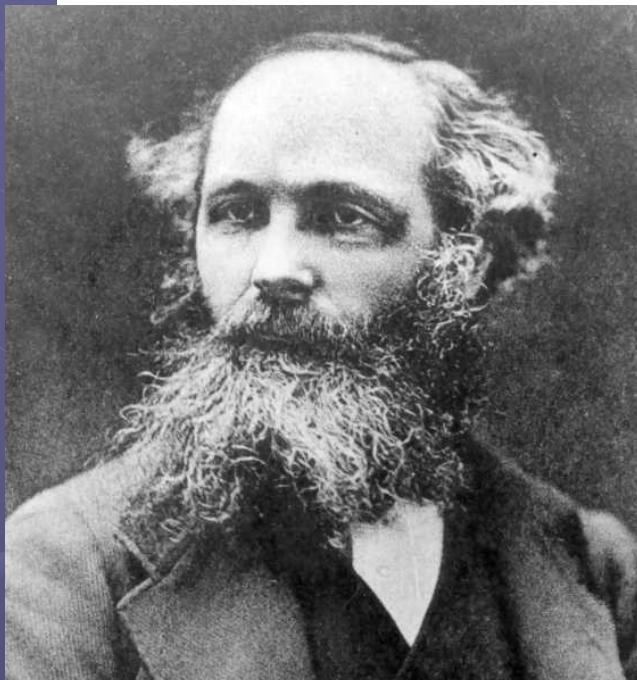
$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial E_x}{\partial x} - \frac{\partial E_y}{\partial y} + \frac{1}{c} \dot{B}_z &= 0 \\ \frac{\partial E_y}{\partial z} - \frac{\partial E_z}{\partial y} + \frac{1}{c} \dot{B}_x &= 0 \\ \frac{\partial E_z}{\partial x} - \frac{\partial E_x}{\partial z} + \frac{1}{c}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

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

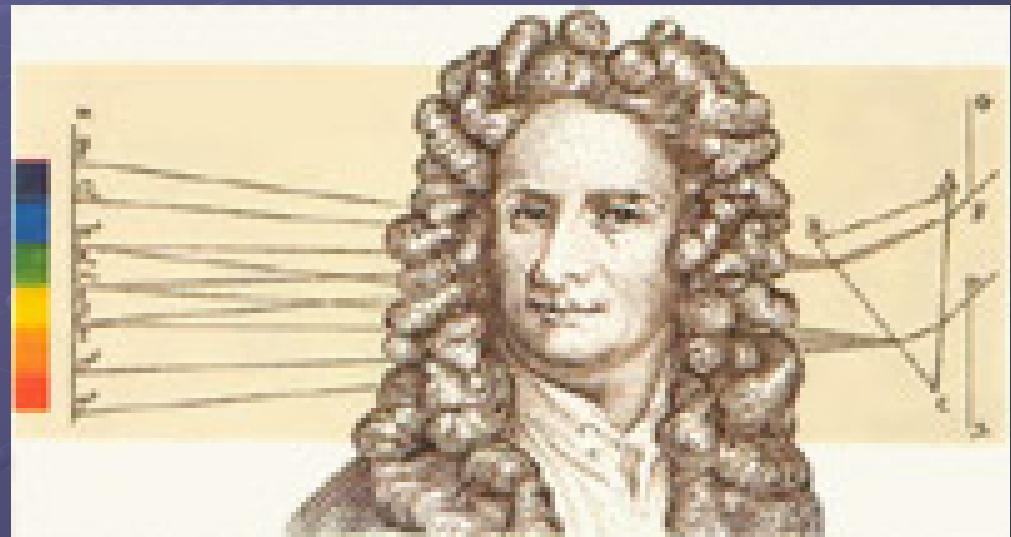
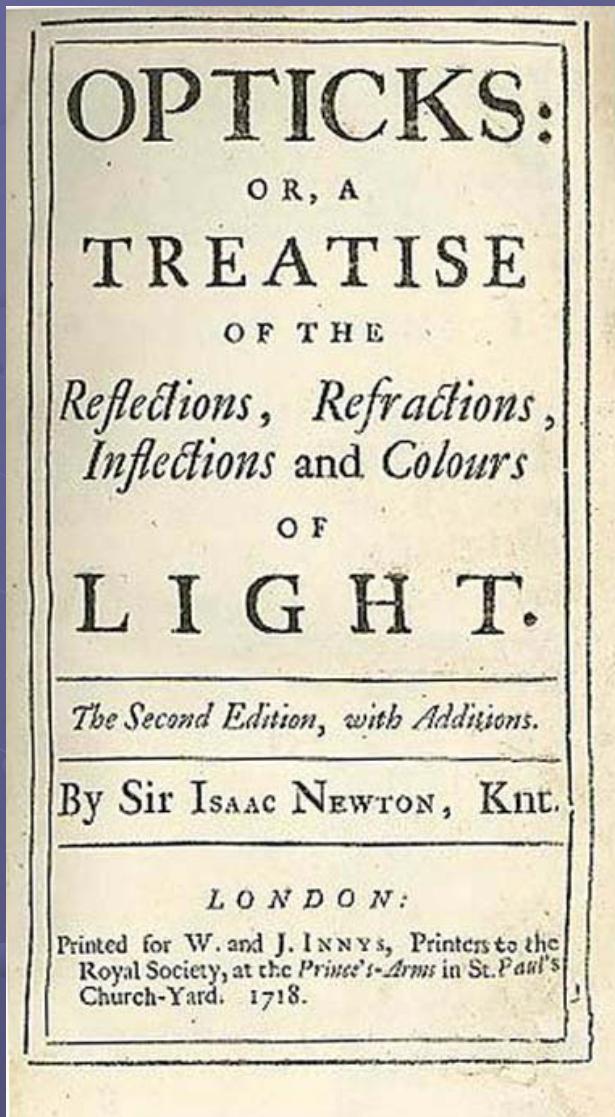
c

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

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

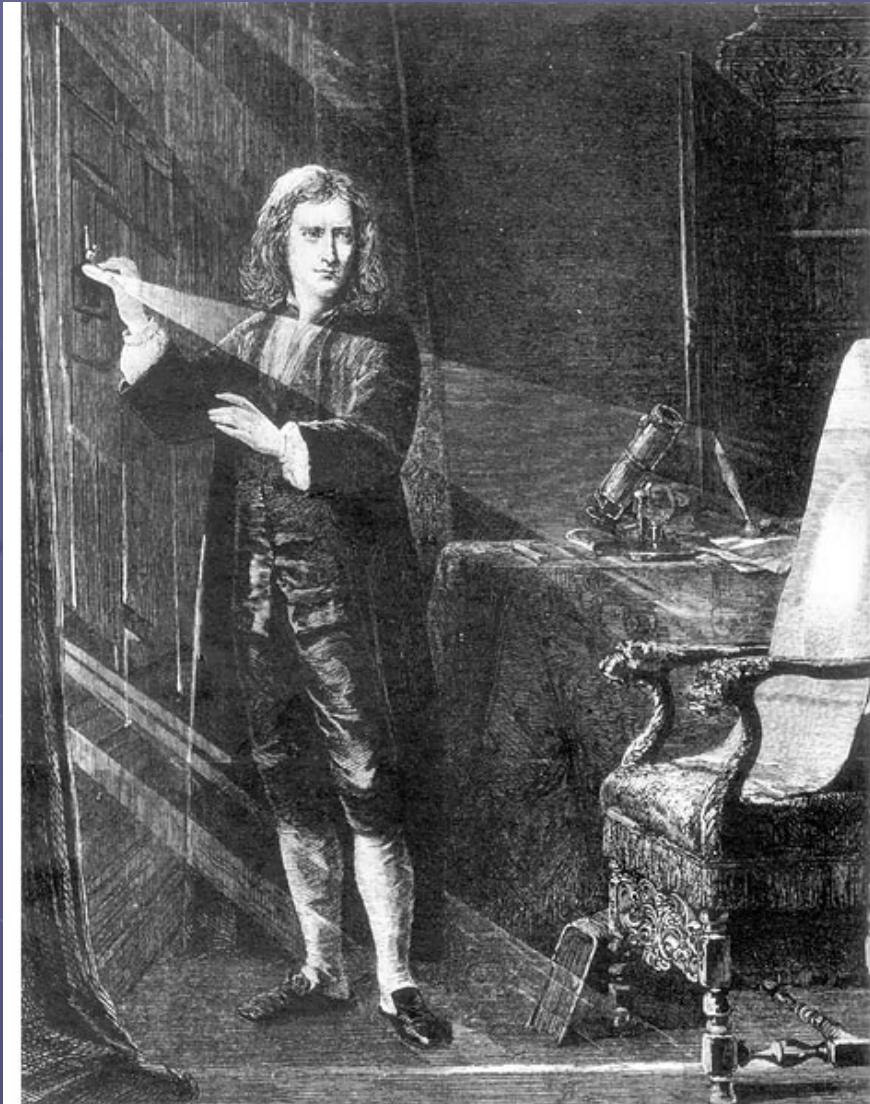


Šviesos tyrimai



Niutono
“Optika”
(išleista 1705)

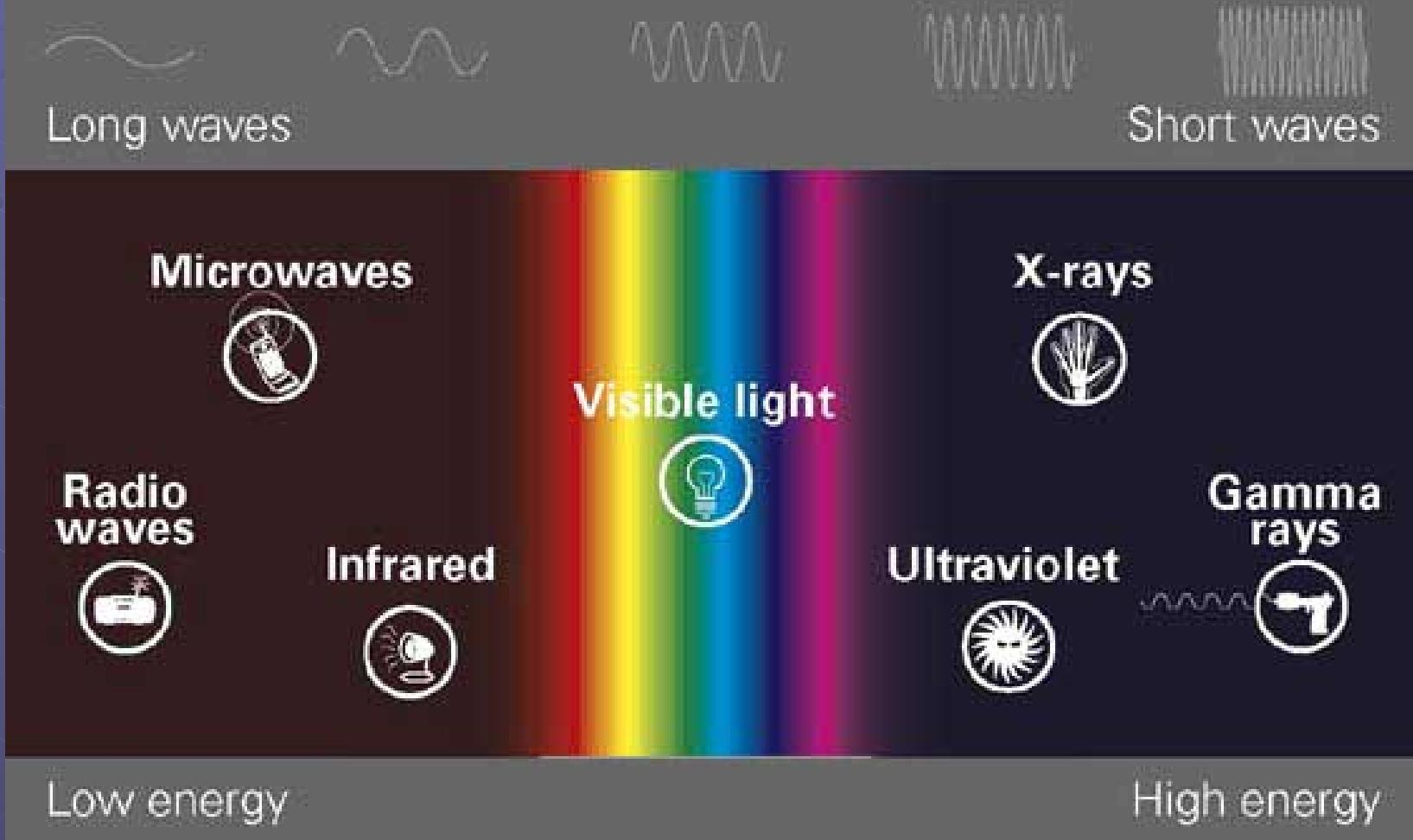
Šviesos tyrimai



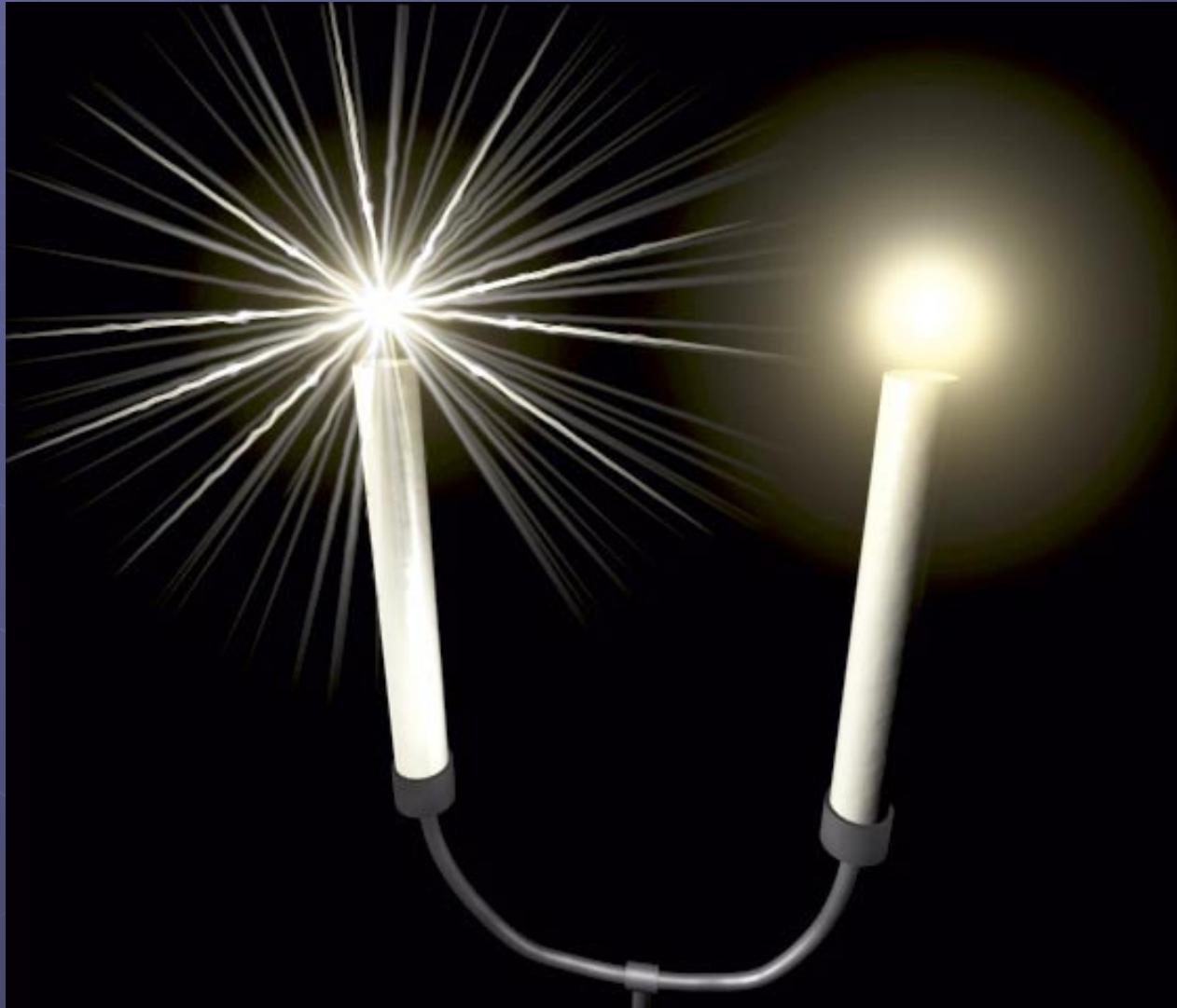
I.Niutonas demonstruoja
šviesos skaidymą į spalvas

Elektromagnetinės bangos

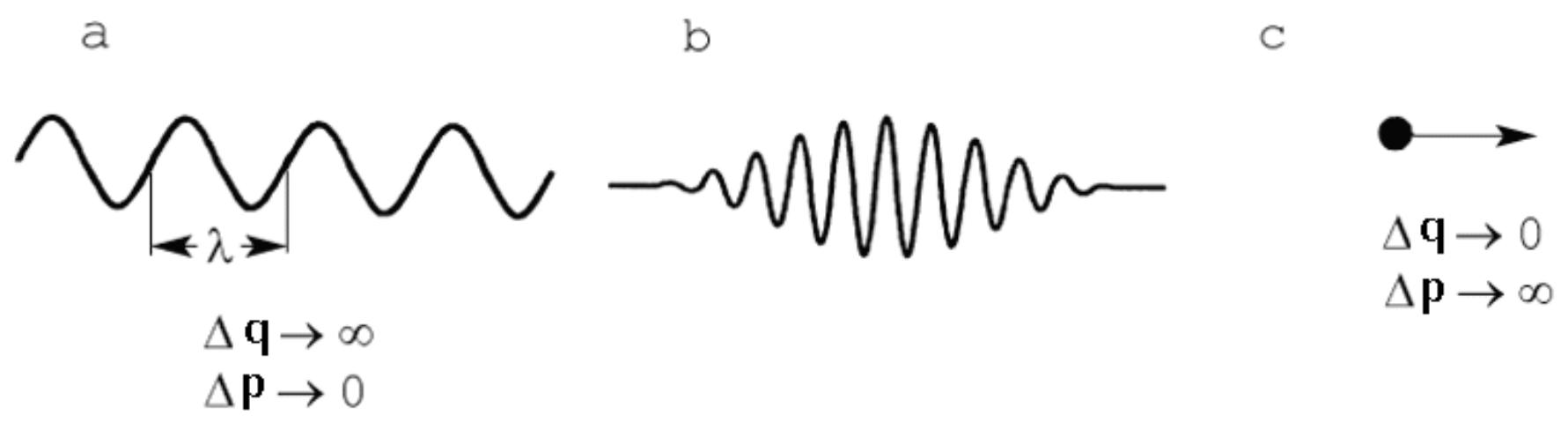
The full spectrum



Šviesa. Bangos ar dalelēs



Bangu ir dalelių dualizmas

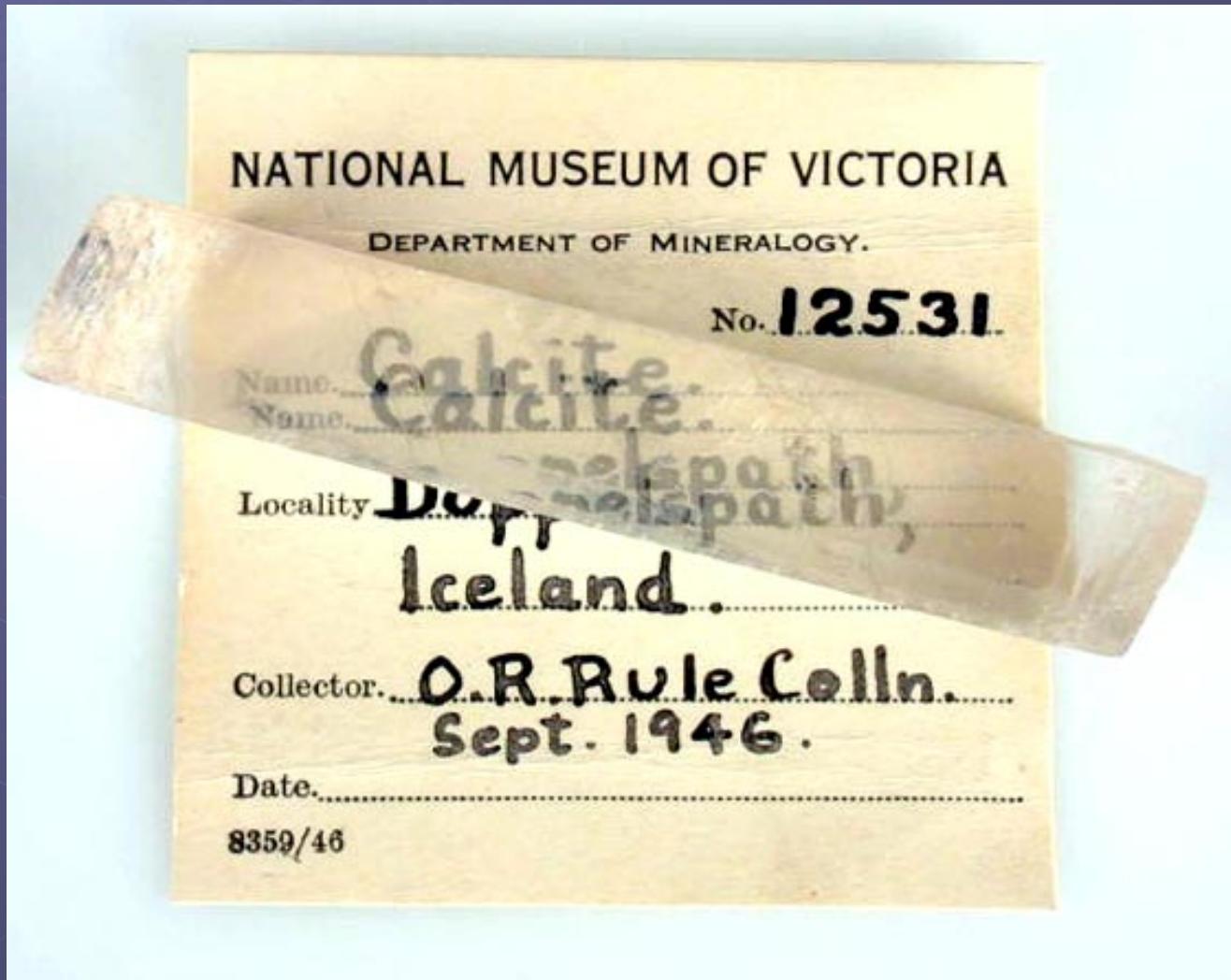


Spinduliai prasilenkia



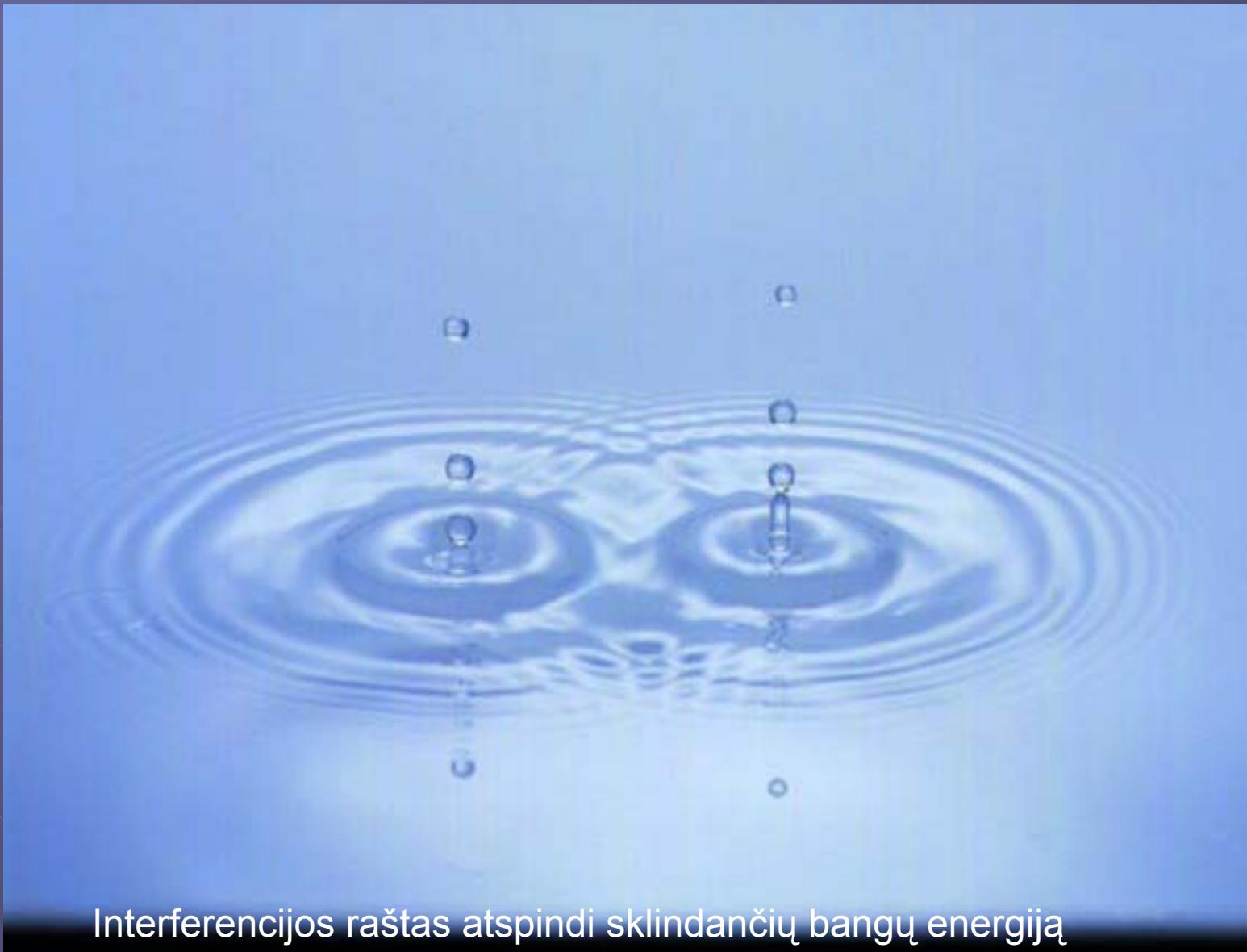
Dalelės nebyra

Dvigubas šviesos lūžis



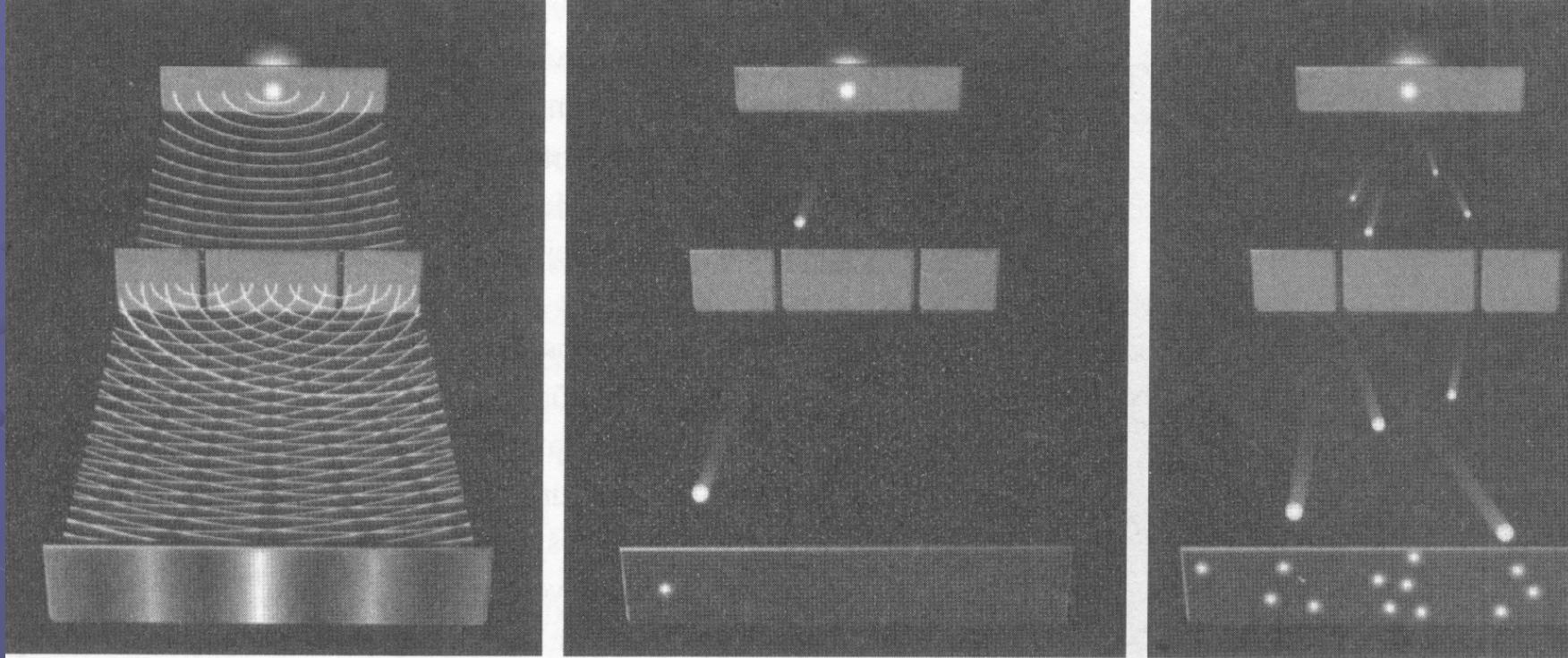
Sunkiai aiškino bangų teorija

Interferencija



Interferencijos raštas atspindi sklindančių bangų energija

Fotonų interferencija



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

Šviesa -bangos



Christiaan Huygens

1629 - 1695

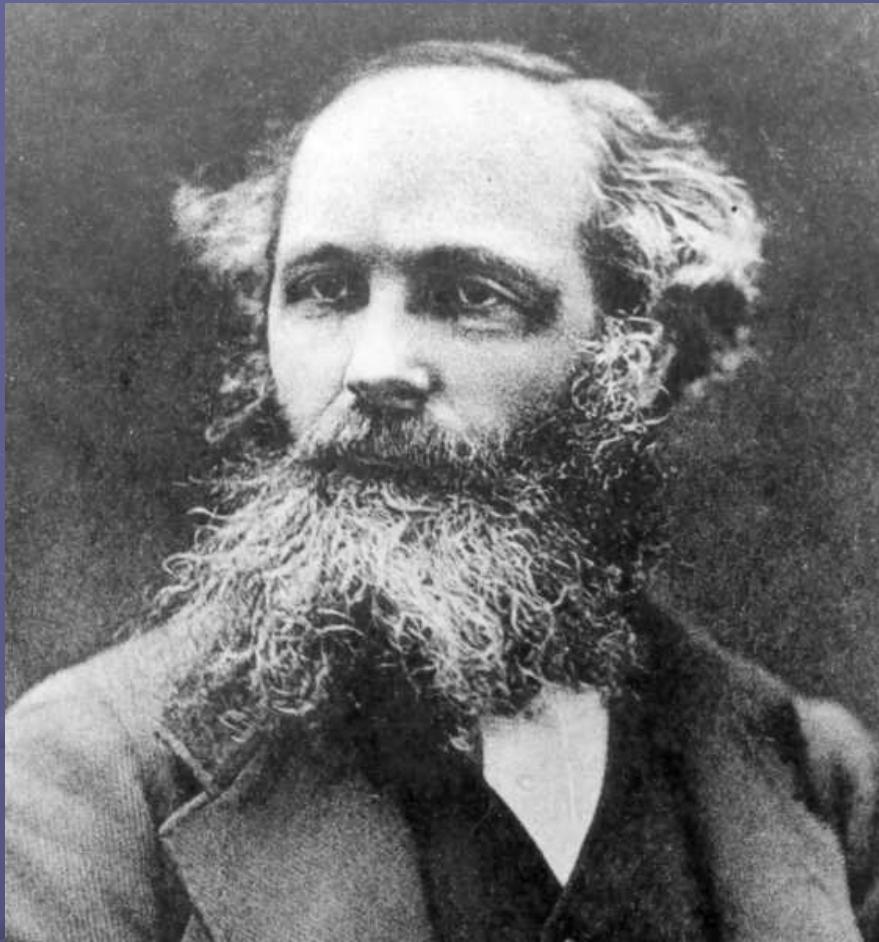


1690 Traktatas apie šviesą

Paaškino bangomis:

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

Šviesa -bangos



James Clerk Maxwell

Šviesa - elektromagnetinės bangos

Bangos sklinda eteriu

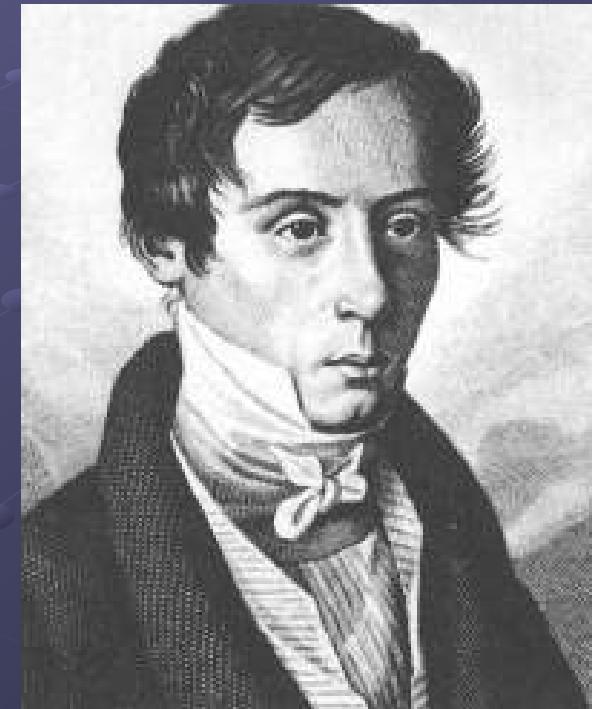
Šviesa -bangos



Christiaan Huygens



Thomas Young



Augustin-Jean Fresnel

Šviesa - dalelės

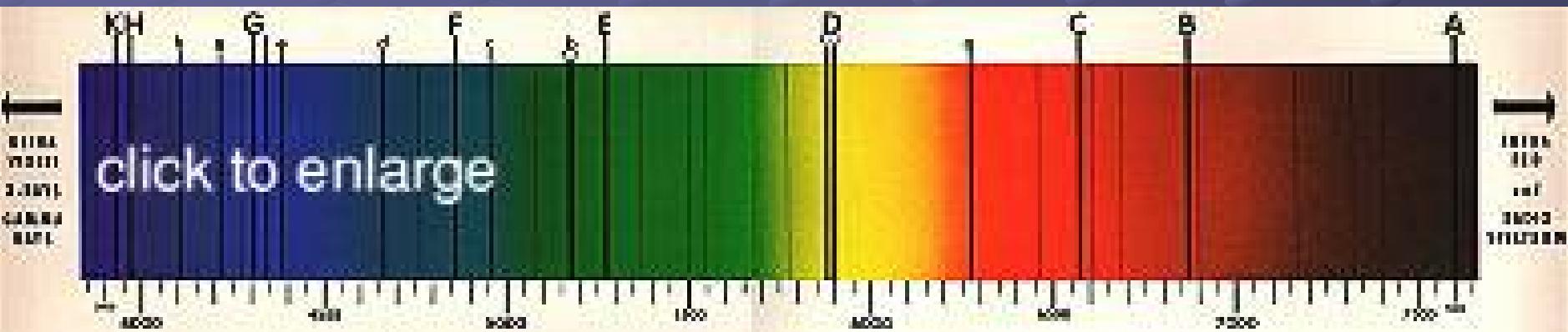


I. Niutonas



J. von Fraunhoferis

Fraunhoferio linijos

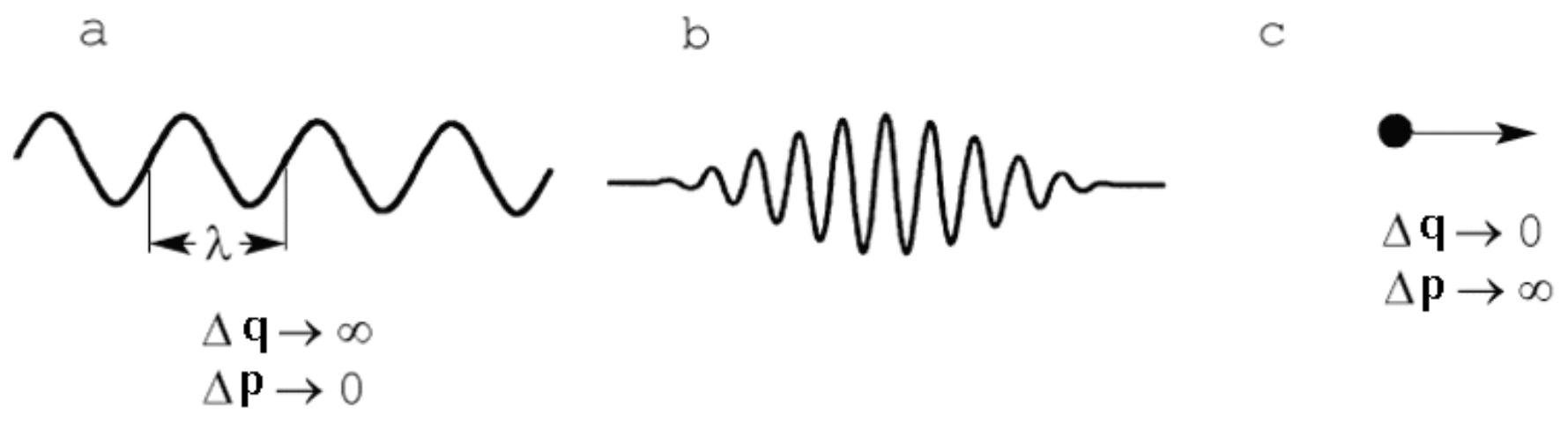


Saulės spektras

Šviesos prigimties aiškinimas

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

Bangu ir dalelių dualizmas



Šviesos kvantai



Max Karl Ernst Ludwig Planck

1858 - 1947

Planko formulė

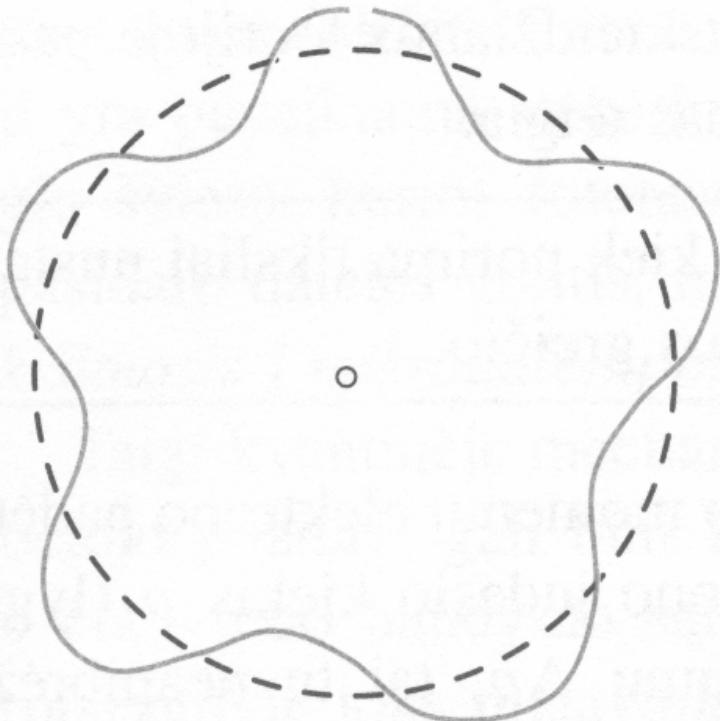
$$E = h\nu$$

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

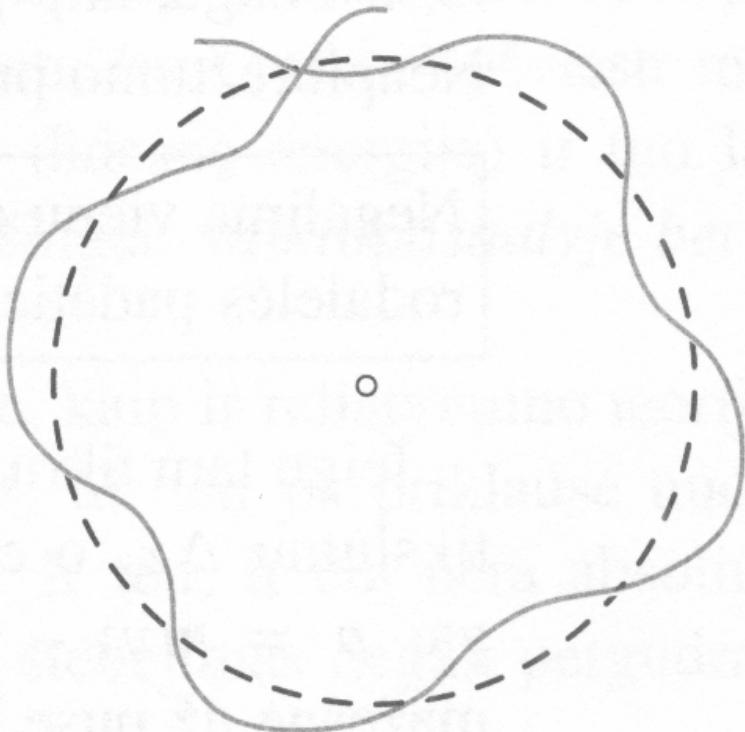
DeBroilio bangos ilgis

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

Atomo modelis



Leistina orbita



Uždrausta orbita

Jeigu energija kistų tolygiai elektronas nukristų ant branduolio.

Heizenbergo neapibrėžtumo principas



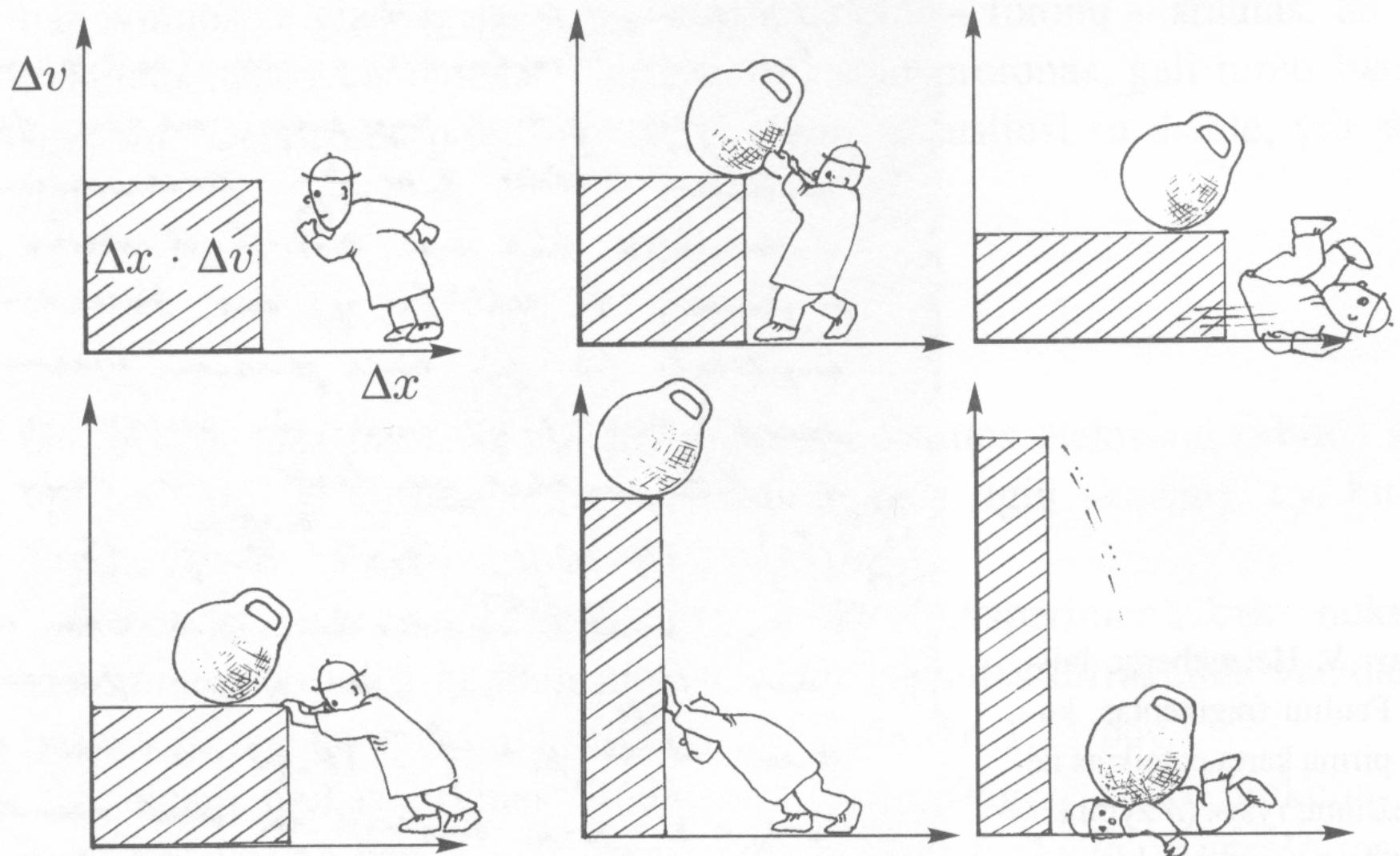
$$\Delta q \cdot \Delta p \geq h$$

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

Werner Karl Heisenberg

1901 - 1976

Heizenbergo neapibrēžtumo principas



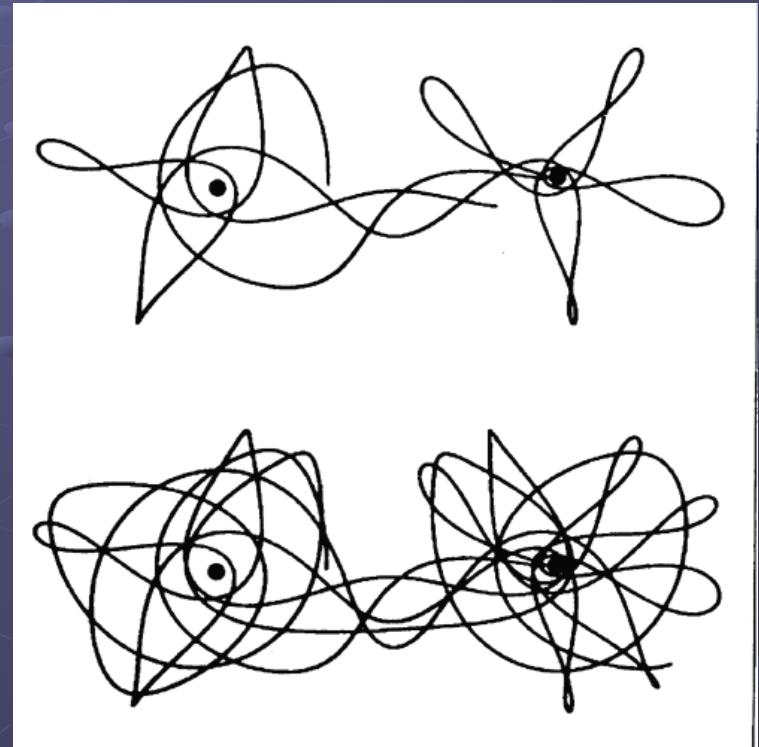
Kvantinis pasaulis



Netikrumas ir makropasaulyje



Henri Poincaré
(1854 - 1912)



Boro papildomumo principas



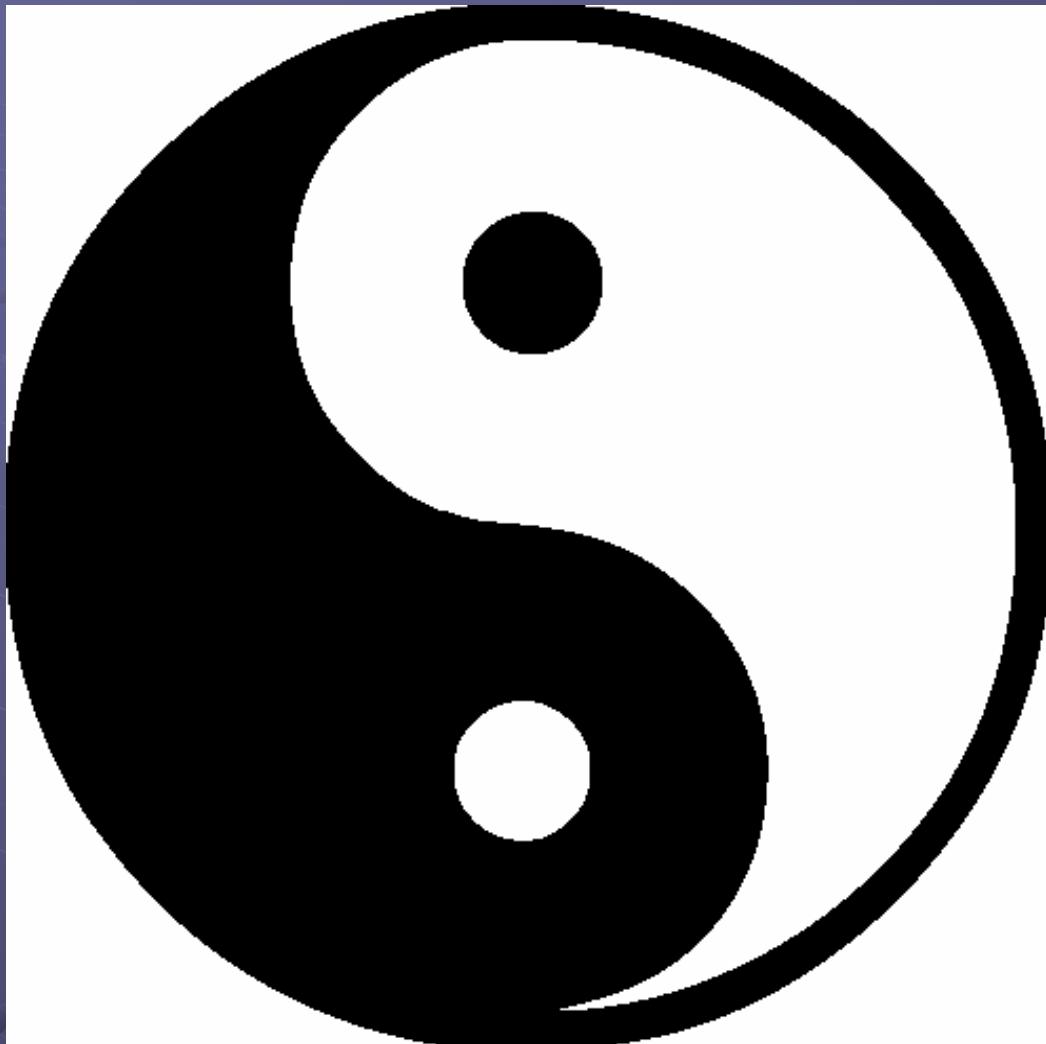
Niels Bohr
1885 - 1962

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...

Inis ir Janis



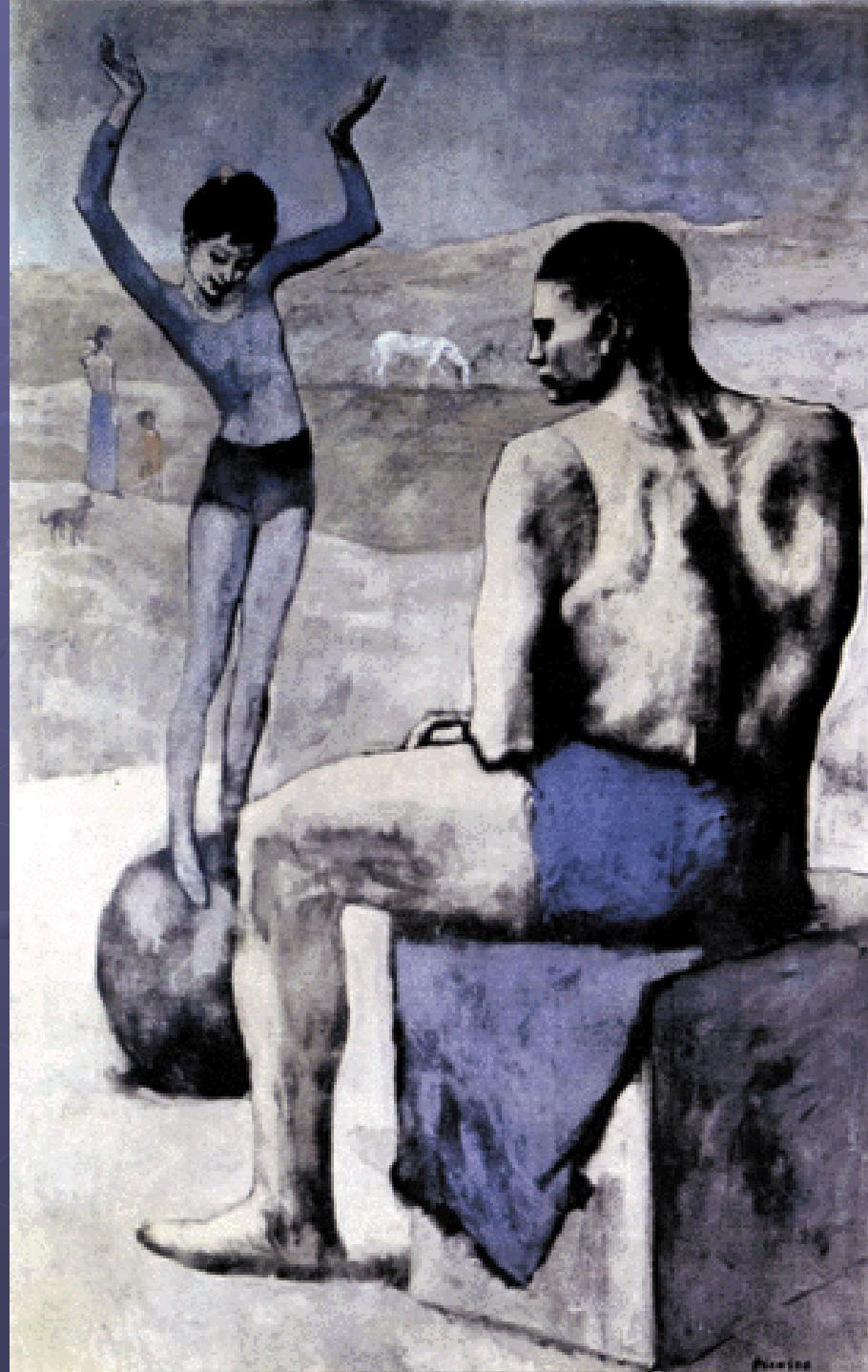
Juoda ir balta pusės ne priešybės o papildančios viena kitą. Abi pusės yra nuolatinėje sąveikoje ir sudaro visumą. Vienos ir kitos pusės įtaka periodiškai kinta laike (periodinis vystymasis laike).

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

“Akrobaté ant rutulio”

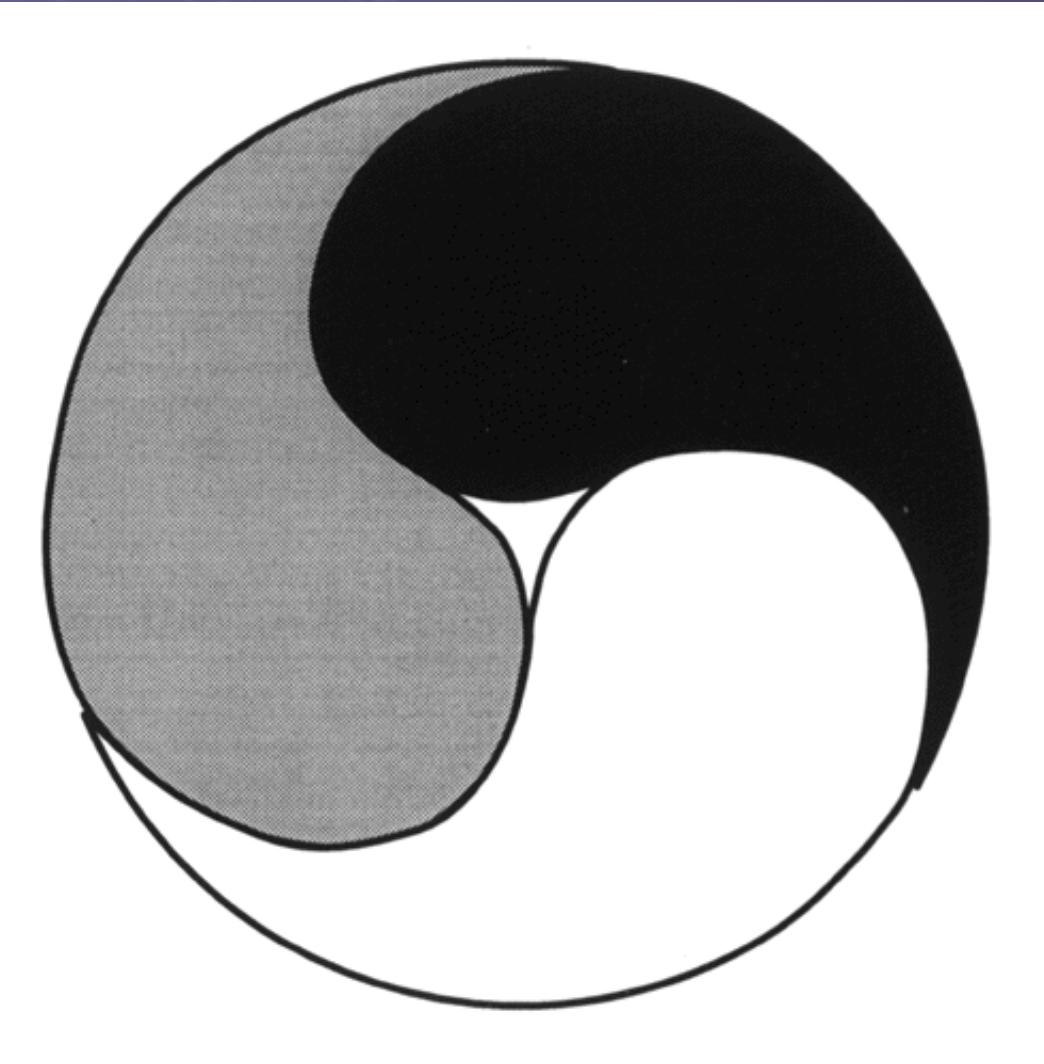


Japoniški hieroglifai: vyras ir moteris

男

女

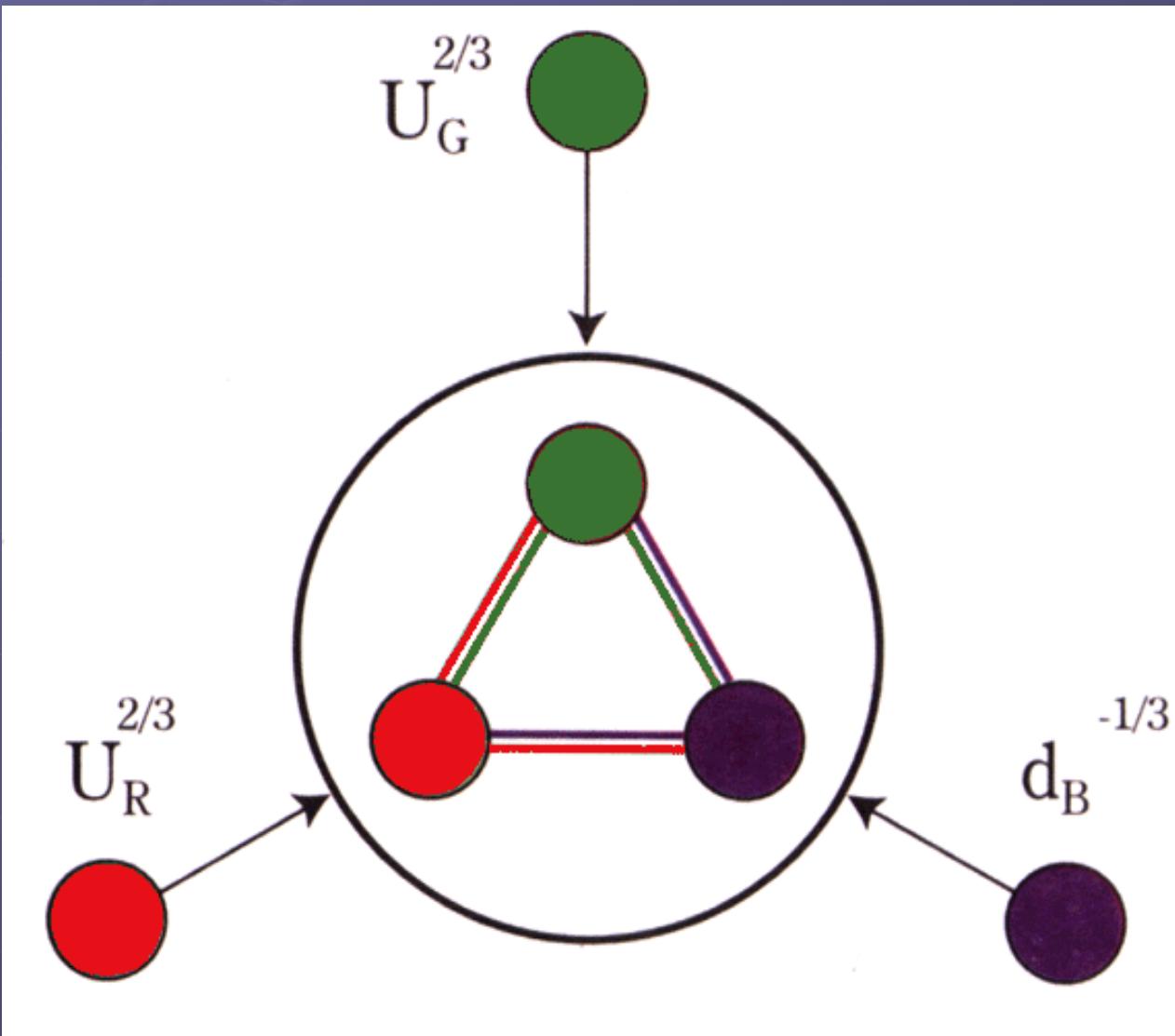
Triados



Ikebana



Protonas iš trijų kvarkų

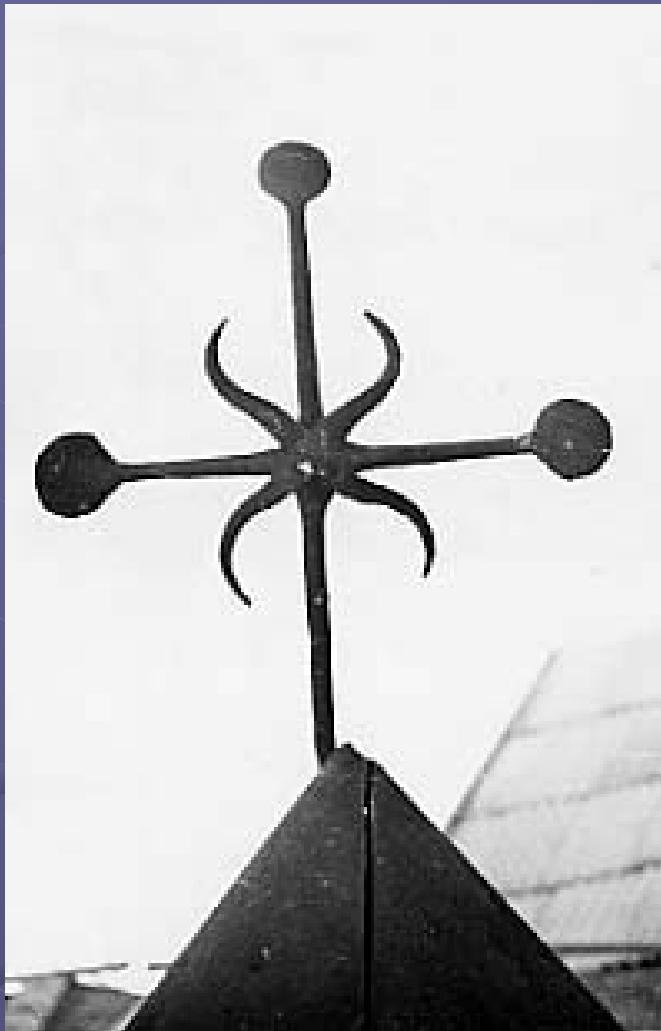


Šv. Trejybė

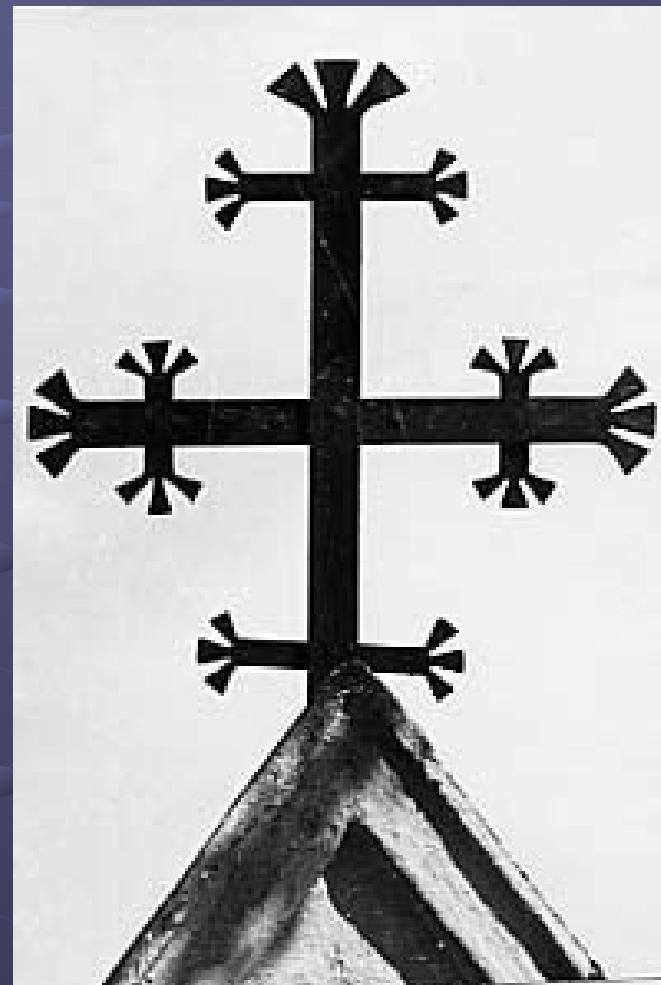
Simonas Čechavičius (1689-1775).
Švč. Trejybė. 1756-1758.
Drb., al. 333x202. LDM, Dep. 1043



Kryžius



Tirkšlių kaimo kapinių koplytėlės kryžius



Židikų šventoriaus vartų kryžius

Paradigmų kaitos schema

