

**Fizikinis pasaulio įvaizdis**

**Dėsniai ir dėsningumai.**  
**Matų sistema**

Norint suprasti pasaulio sandarą ir vykstančius procesus, reikia atlikti ne tik kokybinius, bet ir kiekybinius tyrimus.

- *Reikia išsiaiškinti, kas nuo ko priklauso, t.y., atlikti matavimus ir ieškoti įvairių matavimų sasajų.*
- *Šios sasajos atskleidžia įvairių reiškiniių ypatumus, o sukurti modeliai gali paaiškinti kodėl vyksta stebimi procesai.*
- *Modeliai yra įvairūs: „fenomenologiniai“, kada nagrinėjami procesą charakterizuojantys parametrai, arba „mikroskopiniai“, kada gilinamas i visas gilumines vyksmų priežastis.*
- *O tam, kad skirtini tyrėjai susikalbėtų, reikalinga matuojamų dydžių matų sistema.*

Įprasta nustatytus dydžių sąryšius vadinti dėsningumais, o kada juos pagrindžia modeliai, jie virsta dėsniais.

Tiesa, kartais ir dar nepakankamai griežtai įrodyti dėsningumai pavadinami dėsniais, be to, jiems yra būdingos įvairios išimtys ar nurodomos jų galiojimo ribos (nors kartais ir nutylimos).

Pasaulio pažinimui yra būtina išsiaiškinti, ar pastebėtas dėsningumas yra esminis, ir tinkamas gilesniams pasaulio pažinimui, t.y., virsta dėsniu, ar tai tik reišminga skirtingu dydžių sąsaja, galinti turėti taikomają vertę.

# Dėsninumo, netapusio dėsniu, pavyzdys:

Periodinė elementų sistema/Mendelejevo periodinė elementų sistema?

## Periodic Table of the Elements

	IA	IIA	III A	IVA	V A	VIA	VIIA	0												
1	1 H	4 Be	5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	2 He												
2	3 Li	12 Mg	13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	10 Ne												
3	11 Na	12 Mg	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 Y	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
4	19 K	20 Ca	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
5	55 Cs	56 Ba	57 *La	58 Hf	59 Ta	60 W	61 Re	62 Os	63 Ir	64 Pt	65 Au	66 Hg	67 Tl	68 Pb	69 Bi	70 Po	71 At	72 Rn		
6	87 Fr	88 Ra	89 +Ac	104 Rf	105 Ha	106 106	107 107	108 108	109 109	110 110	111 111	112 112								
7																				

Naming conventions of new elements

\* Lanthanide Series

58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu
90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr

+ Actinide Series

1 H	2 He
3 Li	4 Be
11 Na	12 Mg
19 K	20 Ca
37 Rb	38 Sr
55 Cs	56 Ba
87 Fr	88 Ra
58 Ce	59 Pr
60 Nd	61 Pm
62 Sm	63 Eu
64 Gd	65 Tb
66 Dy	67 Ho
68 Er	69 Tm
70 Yb	71 Lu
72 Hf	73 Ta
74 W	75 Re
76 Os	77 Ir
78 Pt	79 Au
80 Hg	81 Tl
82 Pb	83 Bi
84 Po	85 At
86 Rn	87 Og
57 La	58 Ce
59 Pr	60 Nd
61 Pm	62 Sm
63 Eu	64 Gd
65 Tb	66 Dy
67 Ho	68 Er
69 Tm	70 Yb
71 Lu	72 Hf
73 Ta	74 W
75 Re	76 Os
77 Ir	78 Pt
79 Au	80 Hg
81 Tl	82 Pb
83 Bi	84 Po
85 At	86 Rn
87 Og	88 Fr
89 Ac	90 Th
91 Pa	92 U
93 Np	94 Pu
95 Am	96 Cm
97 Bk	98 Cf
99 Es	100 Fm
101 Md	102 No
103 Lr	104 Db
105 Sg	106 Bh
107 Hs	108 Mt
109 Ds	110 Rg
111 Cn	112 Nh
113 Fl	114 Mc
115 Lv	116 Ts
117 Lu	118 Og



Подлинная, нефальсифицированная Таблица Д.И. Менделеева  
 «Периодическая система элементов по группам и рядам»  
 (Д. И. Менделеев. Основы химии. VIII издание, СПб., 1906 г.)

Ряды	Группы элементов								Нейон	Натрий	Магний	Алюминий
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII				
0	Нитроний								19,9	23,05	24,36	27,1
1	Короний	Водород H 1,008	—	—	—	—	—	—	Аргон Ar 36	Калий K 39,15	Салий Ca 40,1	Скандий Sc 44,1
2	Гелий He 4,0	Литий Li 7,03	Бериллий Be 9,1	Бор B 11,0	Углерод C 12,0	Азот N 14,01	Кислород O 16,00	Фтор F 19,0				
3	Неон Ne 19,9	Натрий Na 23,05	Магний Mg 24,36	Алюминий Al 27,1	Кремний Si 28,2	Фосфор P 31,0	Сера S 32,06	Хлор Cl 35,45				
4	Аргон Ar 36	Калий K 39,15	Кальций Ca 40,1	Скандий Sc 44,1	Титан Ti 48,1	Ванадий V 51,2	Хром Cr 52,1	Марганец Mn 55,1	Железо Fe 55,9	Кобальт Co 59	Ni 59	
5		Медь Cu 63,6	Цинк Zn 65,4	Галлий Ga 70,0	Германий Ge 72,5	Мольблик As 75	Селен Se 79,2	Бром Br 79,95				
6	Криптон Kr 81,8	Рубидий Rb 85,5	Стронций Sr 87,6	Иттербий Y 89,0	Цирконий Zr 90,6	Ниобий Nb 94,0	Молибден Mo 96,0	—	Рутений Ru 101,7	Родий Rh 103,0	Палладий Pd 106,5	
7		Серебро Ag 107,93	Кадмий Cd 112,4	Индий In 115,0	Олово Sn 119,0	Суртан Sb 120,2	Теллур Te 127	Иод I 127				
8	Ксенон Xe 128	Цезий Cs 132,9	Барий Ba 137,4	Лантан La 138,9	Церий Ce 140,2	—	—	—	—	—	—	—
9		—	—	—	—	—	—	—				
10	—	—	—	Иттербий Yb 173	—	Тантал Ta 183	Вольфрам W 184	—	Оsmий Os 191	Иридий Ir 193	Платина Pt 194,5	
11												
12	—	—	Радий Ra 225	—	Торий Th 232,5	—	Уран U 238,5					



Šiuolaikinio pasaulio pažinimo istorija (ją aptariate kartu su prof.S.J.) prasideda

I.Niutonu, sukūrusiu dinaminį procesų aprašymo metodą ir suformulavusiu mechanikos dėsnius.

Esmiņį indėlį ineša D.Maksvelas sukūrės elektros ir magnetinių reiškinių teoriją.

Taip pat ypač reikšmingas A.Einšteino indėlis, ko dėka įrodyta procesų reliatyvumo reikšmė, esant nekintančiam šviesos greičiui visose sistemos.

Dėka šių atradimų buvo suformuluota visa eilė dėsniai, tarp kurių bene svarbiausieji yta tvermės dėsniai.

Pvz.

1. Energija neatsiranda ir neišnyksta, tik iš vienos formos gali pavirsti kita, - tai energijos tvermės dėsnis;
2. Kūnų judesys gali būti pakeistas tik veikiant jėgai, - tai judesio kiekio ir judesio kiekio momento (sukimosi) tvermės dėsnių esmė.

*Jau šie paprasti išsireiškimai reikalauja specialių žinių: kas tai yra energija, kokios yra jos formos, kas tai yra judesio kiekis bei jo momentas.*

Suprasta, kad tvermės dėsniai yra Gamtos mokslų pagrindas, o į minėtą mokslo korifėjų plejadą dabar įtraukiama ir Emi Nurter, **kuri įrodė, kad tvermės dėsniai išplaukia iš pasaulio simetrijos**, ir tai užtikrino galimybes atskleisti materijos sandara.

# Kas buvo lemtinga kuriant dabartinį pasaulio modelį?

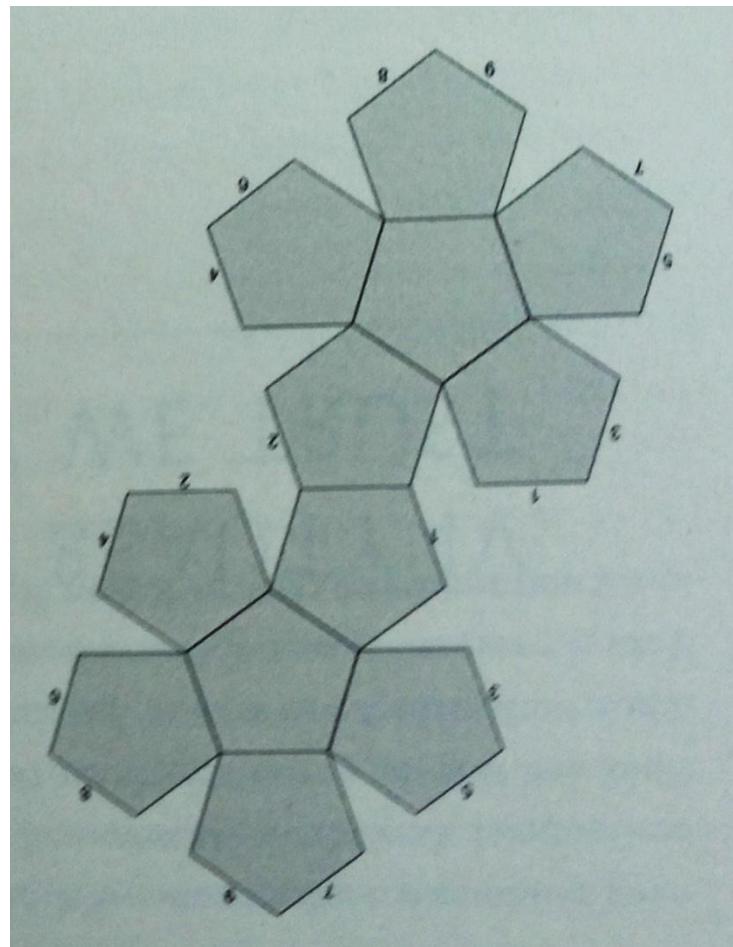
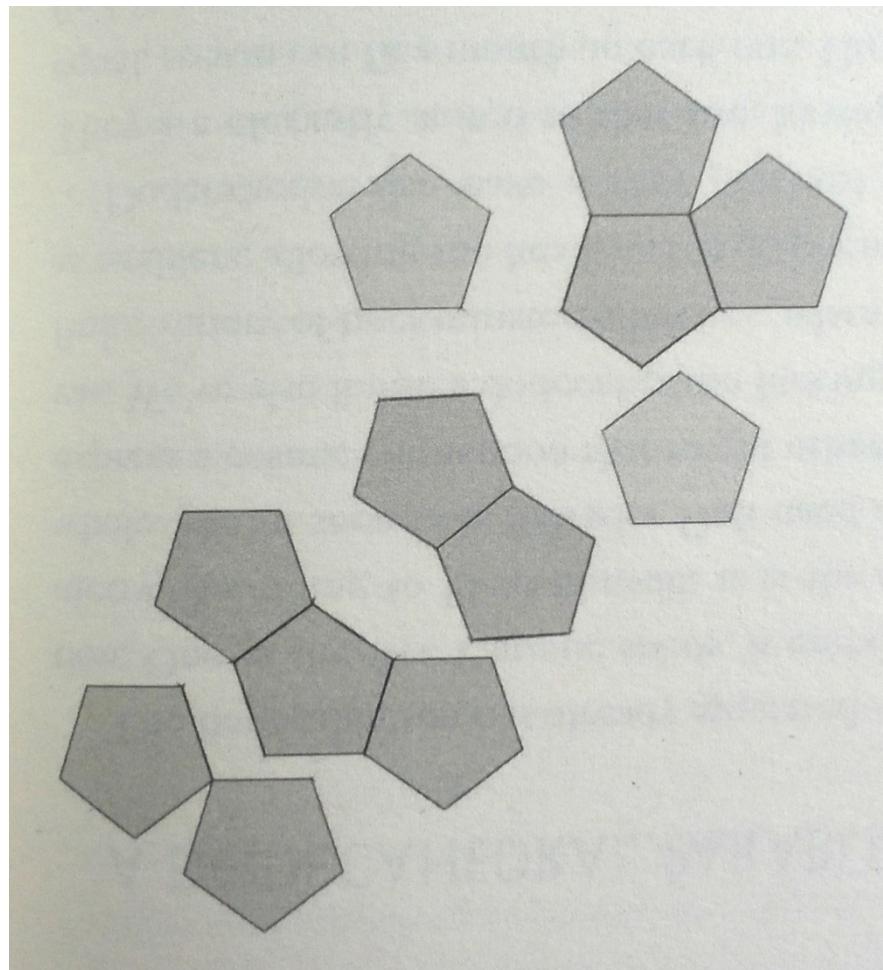
- 1915 m. atgijo Antikos laikais simetrijos reikšmė: matematikė Emmy Noerther įrodė:
  - fizikinių dydžių tvermės dėsniai yra susieti su mūsų pasaulio simetrija;
  - Jei atrandama simetrija, tai reiškia, kad egzistuoja išsilaikantis fizikinis dydis.
- Jos reikšmė fizikai prilyginama Pitagoro reikšmei geometrijoje
- Simetrijas matematikoje aprašo grupių teorija



Emmy Noether

Tvermės dėsniai yra nemažai: neatsiranda ir neišnyksta: Energija, judesio kiekis, judesio kiekio momentas, elektros krūvis, sukinys bei (gal nevykę vardai): izospinas, keistumas, ...

Simetrijos paieškos yra tuo sudėtingos, kad reikia rasti duomenų kiekj, kuriame simetrija išryškėja.



Gilinantis į pasaulio pažinimo problemas tenka įvardinti trijų tipų dydžius:

fundamentaliosios konstantos (*pavyzdžiai*: šviesos greitis, elektrono krūvis);

išsilaikantys dydžiai, kuriems žinomi “tvermės dėsniai”, o pastarieji yra mūsų pasaulio simetrijos apraiška (*pavyzdžiai*: energija, judesio kiekis);

įvairūs dydžiai ir reiškinius charakterizuojantys parametrai (*pavyzdžiai*: atstumas, laikas, greitis, trintis)

Ir dar yra viena ypatingai svarbi problema,  
kurios neišsprendus neįmanoma bendrauti.

Tai informacijos vienodo suvokimo problema.

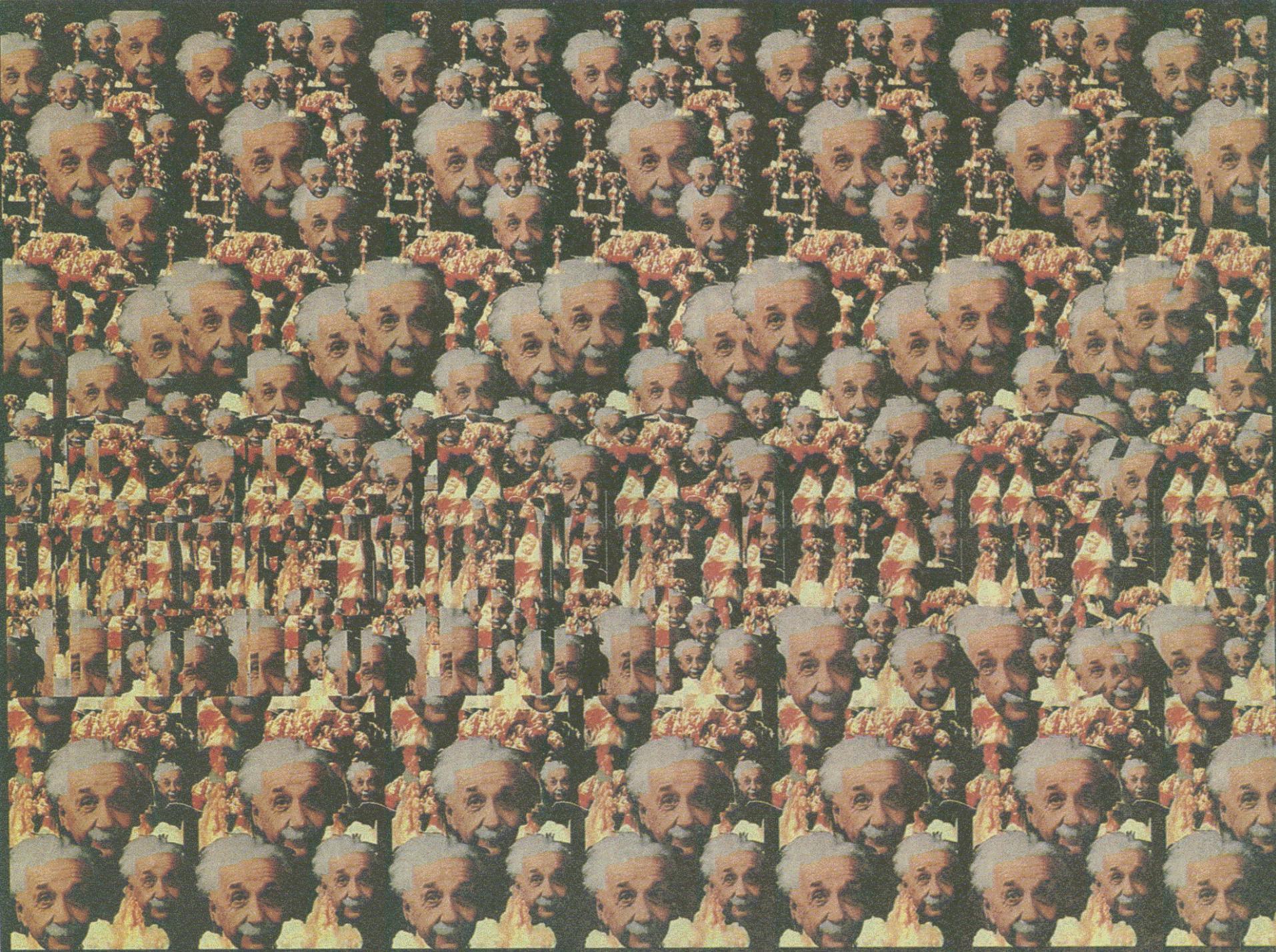
Tarpusavio supratimo problemas:

nauja terminologija,

kitas žodžio prasmės supratimas.

Pabandysiu iliustruoti šios problemas esmę.

**Jūs, be abejo, nemégstate formuliu, bet  
prašyčiau trumpam į vieną jų, kuriai jau  
sukako 111 metų** (*nors tai yra ginčijama*), **įsigilinti:**



$$E = mc^2$$

Ar ne su šitokia situacija susidūrė Onore de Balzako veikėjai apsakyme “Nežinomas šedevras”? Ten, žiūrėdami į dailininko nutapytą moters portretą, žiūrovai matė tik įvairių spalvų dėmę.

# Formulės ir matematika

Matematiniai metodai ypač reikalingi pasaulio pažinimui, nes jie atskleidžia savybių parametrus.

I.Niutonas - sukūrė diferencinio skaičiavimo metodą (todėl kai kas jį vadina matematiku);

J.Maksvelas – matematikos virtės fiziku;

E.Noerter – matematikė.

# Matematika:

Kas tai yra matematika, diskutuojama įvairiais lygiais, ypač ieškant šmaikščių jos apibrėžimui.

Įvairiuose šaltiniuose galima surasti kelis teiginius:

- matematika yra viena iš kalbų (Jeilo universiteto profesorius Dž.Gibisas);
- matematika yra mokslų tarnaitė;
- matematika yra mokslų karalienė;
- kiekviename moksle yra tiek mokslo, kiek tame yra matematikos, o visa kita yra pašto ženklų rinkimas.
- matematika – tai panašu į prancūzą, kuriam ką nors pasakai, jis išverčia į savo kalba, ir gaunasi visiškai kas kita (poetas V.Gėtė).

*Visi šie apibrėžimai turi racionalų grūdą, kurio paiešką paliksime savarankiškam darbui.*

*O rimtai kalbant, visas matematikos pamatas yra kelios aksiomos ir postulatai.*

*Abejonės šiam pamatui nagrinėjamos jau antras šimtmetis. Tada buvo suabejota vienu iš postulatų, bet prieš aptariant šį matematikos pasaulio “sukrėtimą” pateikiame postulatus ir aksiomos.*

*Galésite įsitikinti, ar tai yra sudėtinga ir nesuprantama?*

- Euklidas - graikų filosofas (matematikai sako, kad jis matematikas), kuris, **jo paties teigimu**, apibendrino visos plejados mokslininkų atrastas mokslo tiesas.
- Jo knygoje “Elementai” pateikiamos šie postulatai ir aksiomos, kurių pakanka beveik visai tolesnei matematikos raidai.

# **Postulatai:**

- I. **Nuo vieno iki kito taško galima nubrėžti tiesę.**
- II. **Tiesės atkarpa galima pratesti iki begalybės.**
- III. **Apie bet kurį tašką gali būti nubrėžtas bet kokio spindulio apskritimas.**
- V. **Jei tiesė kertanti kitas dvi tieses sudaro vienoje savo pusėje vidinius kampus mažesnius už vidinius kampus kitoje jos pusėje, tai tos dvi tiesės, jas pratešus, susikirs toje pusėje, kurioje vidinių kampų suma yra mažesnė.** *(Šis postulatas yra žinomas kaip postulatas apie lygiagretes tieses, nes iš jo išplaukia, kad jei minėtieji kampai abiejose kertančios tiesės pusėse yra lygūs, tai tos dvi tiesės niekur nesusikirs).*

**Kitaip tariant: lygiagretės tiesės nesusikerta.**

# Aksiomos:

- I. Jei  $A=B$  ir  $A=C$ , tai  $B=C$ .
- II. Jei  $A=B$ , tai  $A+C=B+C$ .
- III. Jei  $A=B$ , tai  $A-C=B-C$ .
- IV. Jei  $A \neq B$ , tai  $A+C \neq B+C$ .
- V. Jei  $A=B$ , tai  $2A=2B$ .
- VI. Jei  $A=B$ , tai  $A/2=B/2$ .
- VII. Sutampantys dydžiai (figūros) lygūs.
- VIII. Visas didesnis už dalį.
- IX. Dvi tiesės neaprēpia erdvės (ekvivalentiška V-tam postulatui).

Ir viso to, t.y., 12 teiginių, pakanka visoms matematikos teoremoms įrodyti, metodams pagrįsti !

Matematikai pirmieji atkreipė dėmesį į tai, kad erdvės gali būti kreiva, taip atsirado „kreivos erdvės geometrija“

Matematikai: Gausas, Lobačevskis, Rymanas ir t.t.

Vėliau kreivos erdvės prisireikė A. Einšteinui ir kitiems fizikams, ypač stygų teorijos kūrėjams, kurie kol kas priskiriami matematikų pasauliui

# Carl Fridrich Gauss



# N. I. Lobachevsky



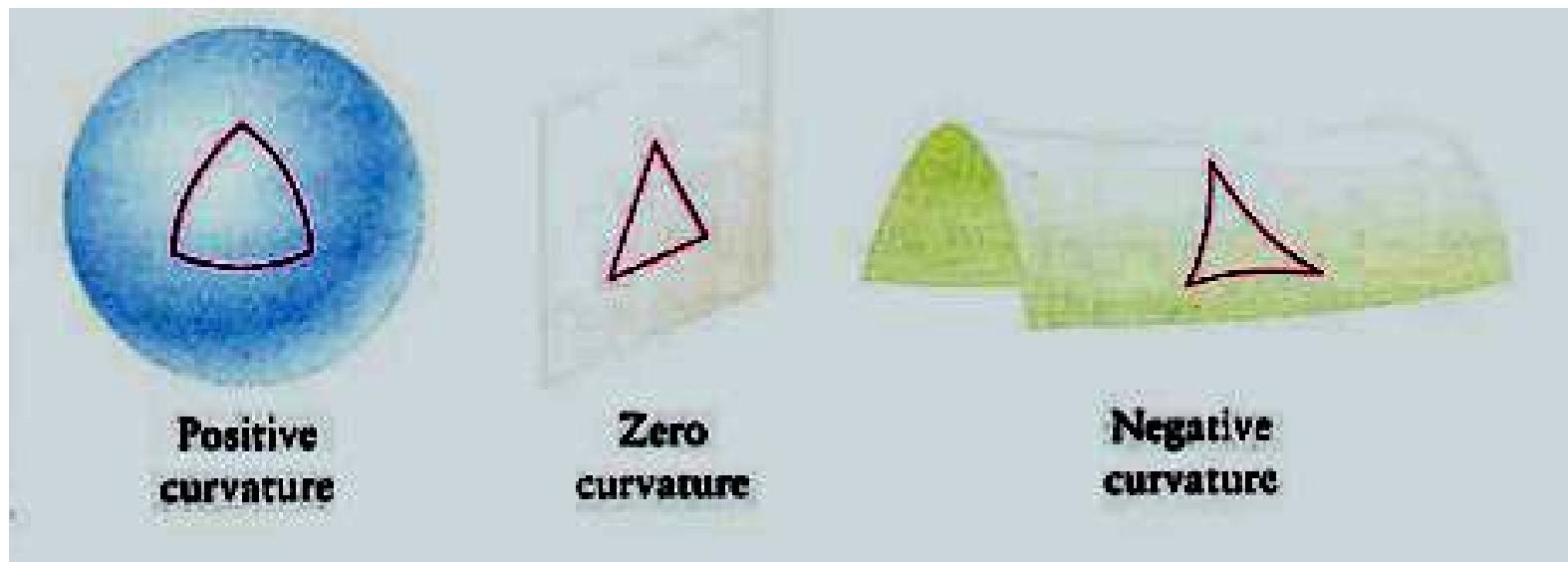
C.F. Gauss'as, 1824 m. rašė, kad trikampio kampų suma gali būti didesnė už  $180^{\circ}$ .

Jo vadovaujamas Riemann'as 1854 m. suformulavo kreivos erdvės geometrijos principus.

1829 m. Lobačevskis publikuoja pirmą veikala apie ne-euklidinę geometriją.

Jo “V-tasis postulatas: egzistuoja dvi linijos, lygiagretės duotajai linijai einančiai per duotajį tašką nesantį ant linijos.

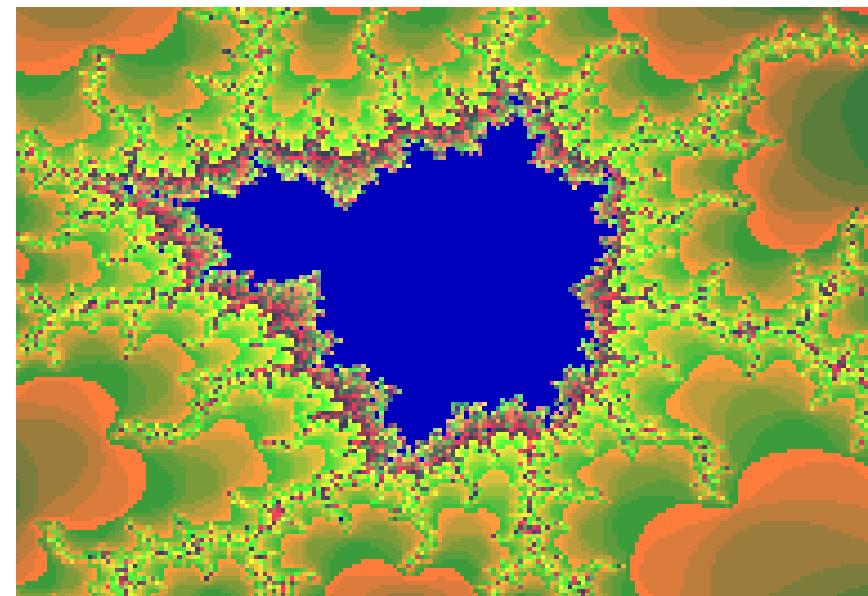
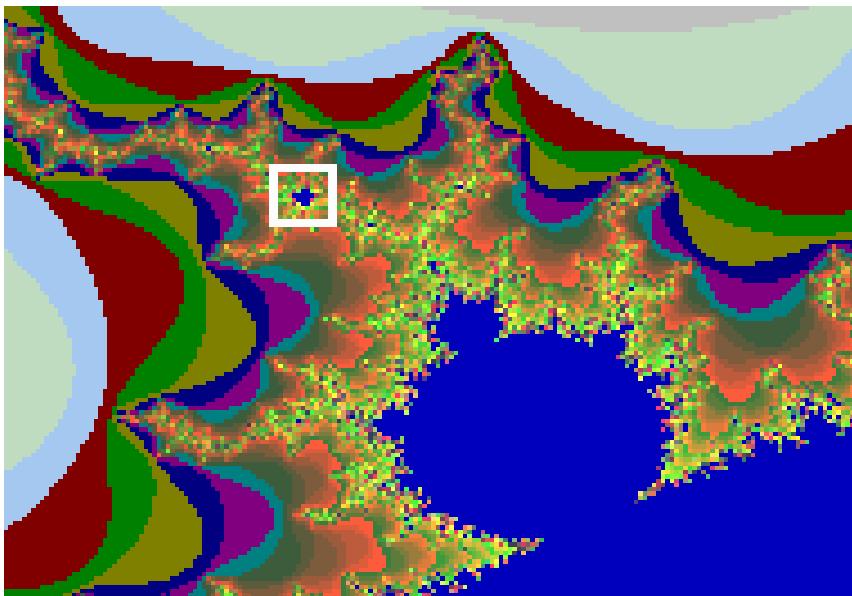
# Trikampis kreivoje erdvēje



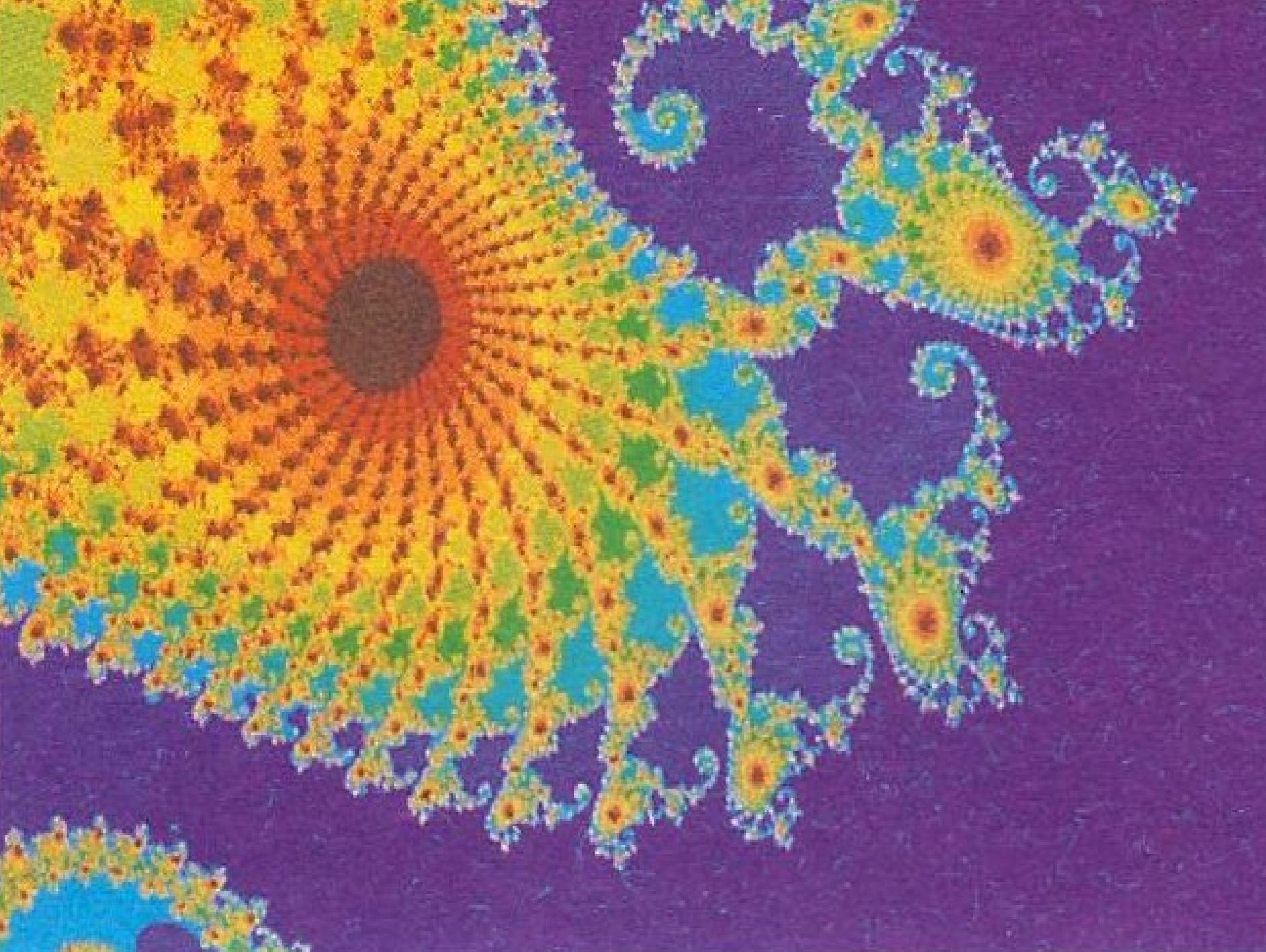
# Ar formulės gražios?

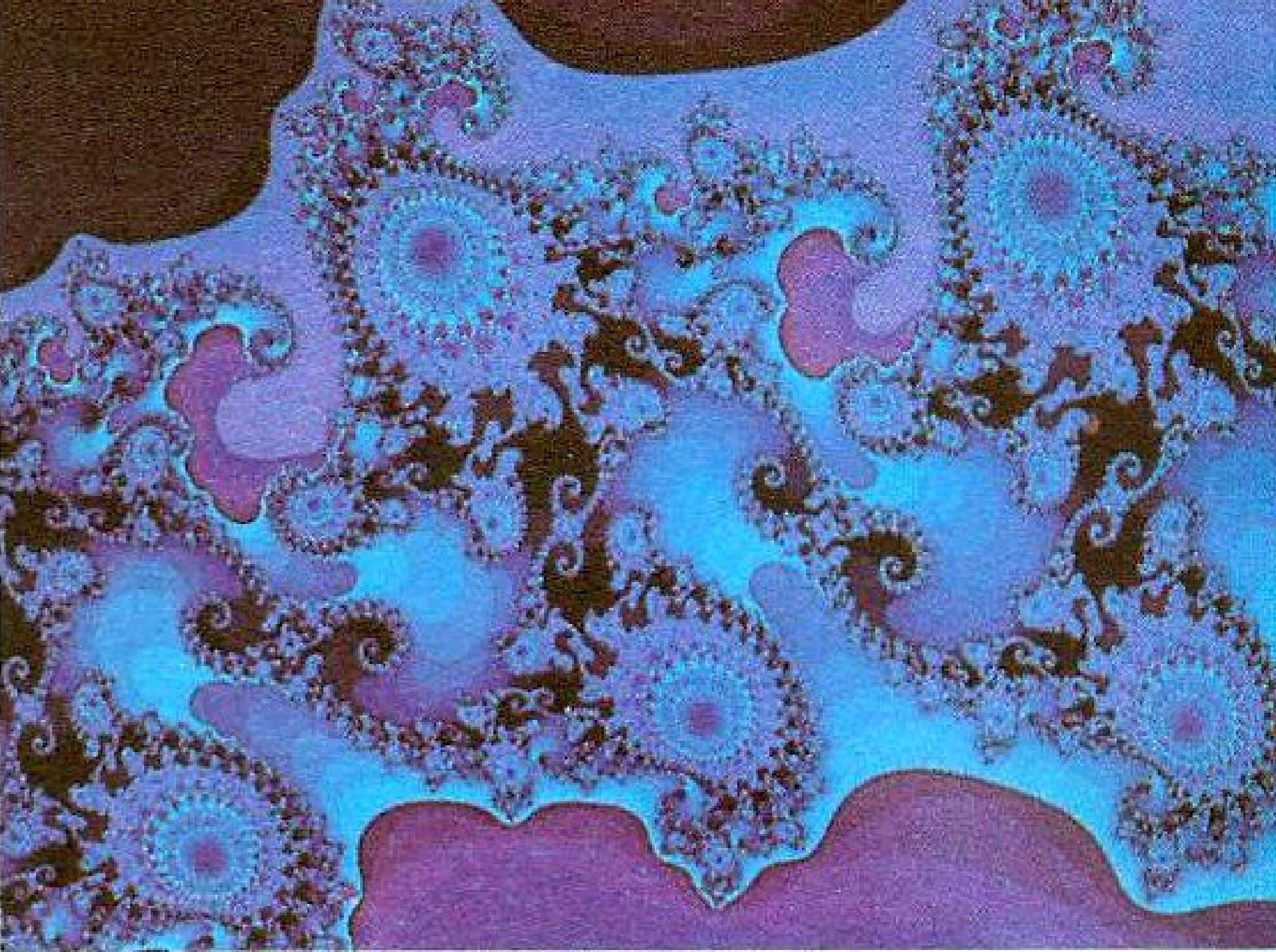
Piešinėliuose, kurie yra generuoti naudojant santykinai paprastą kvadratinę lygtį:

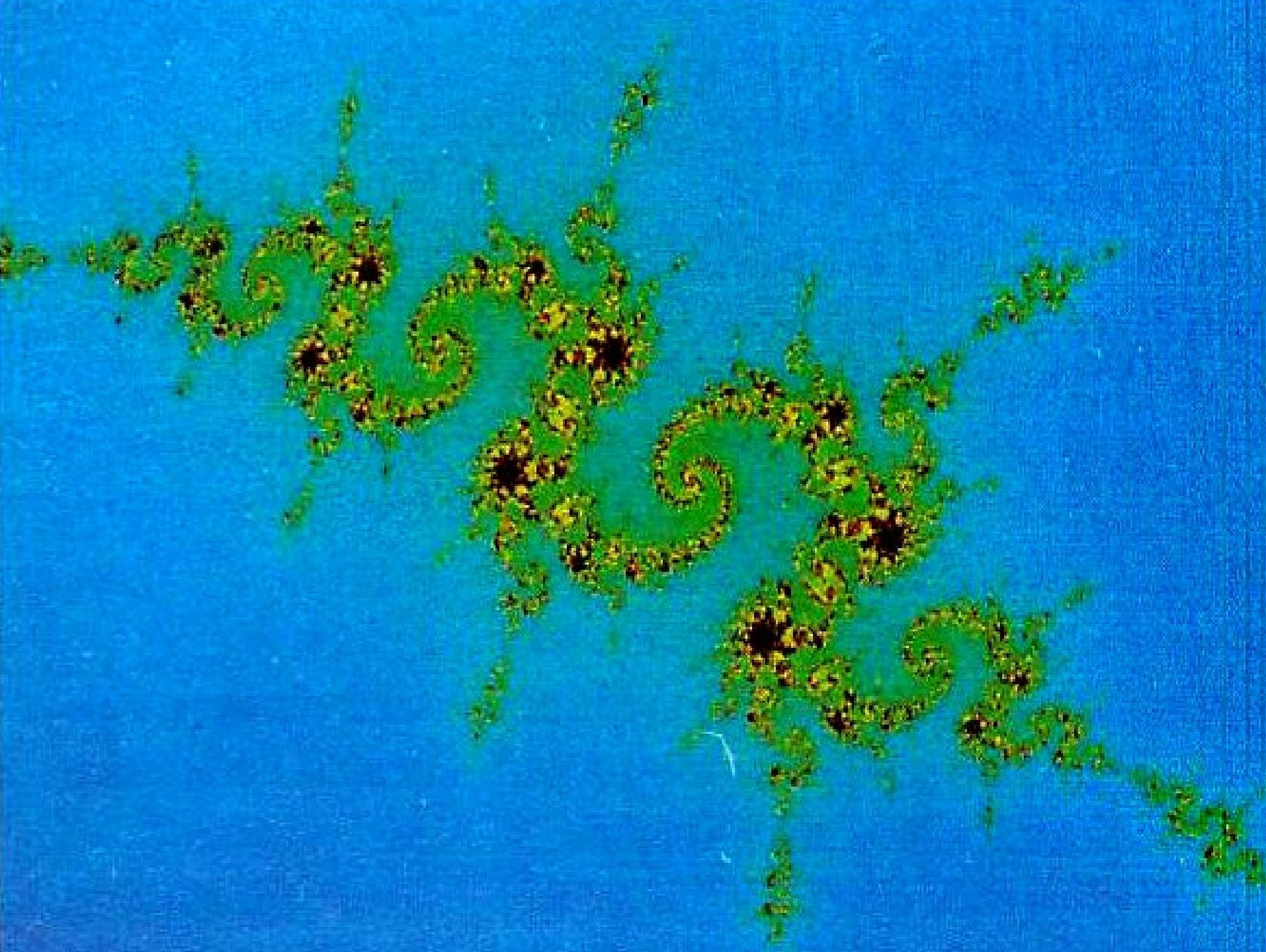
$$Z(n)=Z(n-1)^2+C \text{ (tai Mandelbroto aibė)}$$



Fraktalai – nauja analizės sritis (prof.S.J.)







# Matai

**Norint atlikti kiekybinius palyginimus,  
būtina sugalvoti, ką reikia matuoti, o tada  
sukurti matų sistemą.**

# Matai

Praeitis:

Vienas iš senųjų matų - karatas  
(pupmedžio vaisius - pupelė).



Kiekviename krašte vis kas nors kito: sieksnis, pėda,  
aršinas ...

# Matai

Dabartis:

**tarptautiniai matų etalonai:**

**- keli žinomi matai, turintys etalonus:**

**metras,**

**sekundė,**

**kilogramas,**

**amperas,**

**molis,**

**žvakė**

# Metras

- 1 metras  $1/40\ 000\ 000$  dalis Žemę juosiančio apskritimo ilgio.
- Žemės spindulys yra  $R$ , apskritimo ilgis yra lygus  $2\pi R$ .
- Žemė yra šiek tiek suplotas per ašigalius rutulys. Tada buvo pripažinta, kad 1 metras yra  $1/40\ 000\ 000$  daliai Žemę juosiančio **meridiano ilgio dalis**.
- Žemė nėra “dailios” formos, o jos forma yra sudētinga, net jei ir nekreipsime dėmesio į jos paviršiaus reljefą. **Žemės forma - geoidas.**
- Metro etalonas, kuris yra saugomas Paryžiaus matų ir saiku biure. (90% Pt ir 10% Ir)
- Prisireikus įsigyti metro ilgio etaloninę liniuotę reikia ją pasigaminti sulyginant gaminį su šiuo etalonu, kas yra gana sudētinga.



# Metras

- Todėl dabar surastas paprastesnis būdas, tačiau besiremiantis jau šiuolaikine technika. Pasinaudojama šviesos bangų savybėmis.
- Šviesos bangos yra visur vienodos. Teliko tik pasirinkti išsirinkti šviesos bangas ir sugalvoti, kaip šiomis bangomis išmatuoti metro etaloną.
- Pasirinkta inertinių duju, **kriptono** (ne bet kurio atomo, o tokio izotopo, kurio masė lygi 86 deguonies vienetams) spinduliuojama **ryški oranžiškai raudona** linija.
- Jos bangos ilgais yra išmatuotas tas metro etalonas, ir gauta, kad 1metras yra lygus 1 650 763,73 minėtos bangos ilgio.

# Sekundė

- laiko vienetas - 1 sekundė, ką kiekvienas žino, yra viena 3600 valandos dalis, o valanda yra 1/24 paros dalis.
- Žemė apie savo ašį sukasi ne visiškai tolygiai, tai reiškia, kad vėl prisireikė apibrėžti 1 sekundę laiko vienetais, kurie nekinta laikui bégant.
- Todėl vėliau ji apibrėžta kaip 1900 metų  $1/31\ 556\ 925.9747$  dalis.
- Siekiant dar tiksliau ją apibrėžti gilintasi į atomo fiziką ir buvo surasta, kad tam tikrose sąlygose atomas sukasi kaip vilkelis, o tas sukimasis yra labai stabilus ir priklauso nuo konkretaus atomo savybių. Šis sukimasis sąlygoja atomo spinduliuojamos šviesis spektro smulkiajų sandarą (fizikai sakytų "supersmulkių sandarų").
- Viso to pasékoje šiandien viena sekundė apibrėžiama taip -  $1s = 9,192,631,770$  cezio (to jo izotopo, kurio masė 133 deguonies vienai) pagrindinės būsenos tokį (supersmulkiosios sandaros sąlygotų) svyravimų periodo trukmių.

# Naujas principas:

Metrui ir sekundei – vienas etalonas

- Šviesa, kaip žinome, yra elektromagnetinės bangos.

Bet kokių bangų savybė: bangos ilgis  $\lambda$  yra tiesiai proporcionalus jų sklidimo greičiui ir joms būdingų svyravimų periodui  $\tau$ .  $\lambda/\tau = c$  arba  $\lambda v = c$  ( $1/\tau = v$  – dažnis)

- **Šviesos bangų greitis vakuumo yra viena iš fundamentaliųjų konstantų,**
- **$c = 299,979,200$  metrų per sekundę.**
- **Tai reiškia, kad ilgio ir laiko matavimo vienetai yra tarpusavyje surišti ir nėra reikalo įvesti du etalonus.**

# Metras

- **Pirmas oficialus** (1793): 1/10000000 meridiano, einančio per Paryžių nuo Šiaurės ašigalio iki pusiaujo dalis.
- **Tarpinis** (1960):  $1650763.73 \text{ } ^{86}\text{Kriptono}$  atomo vakuumė spinduliuotės iš  $2p^{10}$  į  $5d^5$  lygmenį bangos ilgių.
- **Dabar** (1983): atstumas, kurį šviesa vakuumė nulekia per  $1/299792458$  s.
- $c=299792458$  m/s

## Kiti vienetai:

- **Masės (m) etalonas - 1 kilogramas.**
- Bet masę galime išreikšti energijos (E) vienetais, pasinaudojant žinoma Einšteino sukurtos relatyvumo teorijos formule:  $E=mc^2$ .
- O energijos vienetą, paprasta susieti su laikovienetais, t.y., su tuo pačiu metro etalonu, nes kvantinėje fizikoje yra nustatyta, kad kiekevinė elektromagnetinės bangos kvantas yra susietas su tos bangos dažniu (svyravimo periodu)  $E = h/\tau = h\nu$ .
- Tam reikalui teko pripažinti, kad egzistuoja dar viena fundamentalioji konstanta **h** (Planko konstanta).
- **Tai reiškia, kad masės etalonas nėra reikalingas.**

# **ELEKTROS VIENETAMS** - tas pats etalonas !

- Nesenas atradimas (Nobelio premija): elektros potencialą **V** galima išreikšti dažnio vienetais, jei greta Planko konstantos pasinaudosime dar viena, jau anksčiau nustatyta fundamentaliaja konstanta – **elektrono elektrinio krūvio dydžiu -e.**
- Tam tikromis sąlygomis (superlaidininkų grandinėje tekant srovei) galioja saryšis  **$V=h\nu /2e$ .**
- Tų pačių **e** ir **h** užtenka nustatyti ir elektrinės varžos vieneto dydį, o tuo pačiu ir **elektros srovės** vieneto etaloną.
- **Iš viso to seka, kad mūsų paminėtiems ir iš jų išvestiniams matavimo dydžiams nustatyti užtenka vieno etalono ir trijų fundamentaliųjų konstantų.**

- *Kai kurie dydžiai nusakomi susitarimu.*
- Ko gero giliausią prasmę turintis susitarimas, yra “**kairės - dešinės**” nurodymas.
- Tai ekvivalentu susitarimui: **e yra teigiamas ar neigiamas arba:**
- **mūsų pasaulį sudaro medžiaga, o ne antimedžiaga.**

# Gilyn į sudėtingas savokas !

- **Tvermės dėsniai** (trys minėti, bet yra jų daugiau)
- Ypatinga situacija susidaro, kada sistema susideda iš daug kūnų (dalelių). Tada, pasitelkus **statistikos principus**, valdančius ieškomi nauji sistemą charakterizujantys dydžiai ir mėginama surasti naujus dėsnius, tokius daugelio dalelių sistemų elgesį. Tokios rūšies teorija - tai **termodynamika**.

Ji nagrinėja daugelio dalelių sistemas, esančias uždaroje erdvėje. Jos pagrindai buvo sukurti studijuojant dujų elgesį, nes dujos - tai lengvai įsivaizduojamos dalelės, kurių individualią sąveiką tarpusavyje ir su indo sienelėmis lengva aprašyti klasikinės mechanikos dėsniais, o vėliau, suskaičiavus statistinius vidurkius, galima apskaičiuoti dujų slėgį, greičius, kuriais lanksto skirtinių dujas sudarantys atomai ar molekulės.

# Termodynamika

Įvedama **“temperatūros”**, t.y. vidutinės dalelių kinetinės energijos savoka:

$$E = kT,$$

kur  $k$  – Boltzmanno konstanta (įtraukta į fundamentaliųjų konstantų tarpą naujojoje matų sistemoje),

bei **“entropijos”**, t.y., netvarkos mato, savokas, kurios sėkmingai taikomos įvairiausių procesų aprašymui.

( $S = k \ln \Omega$ , jei sistemoje visos būsenos yra vienodai tikimos ir jų yra  $\Omega$ )

Apie šią teoriją jos pagrindų kūrėjas Boltzmannas sakė:

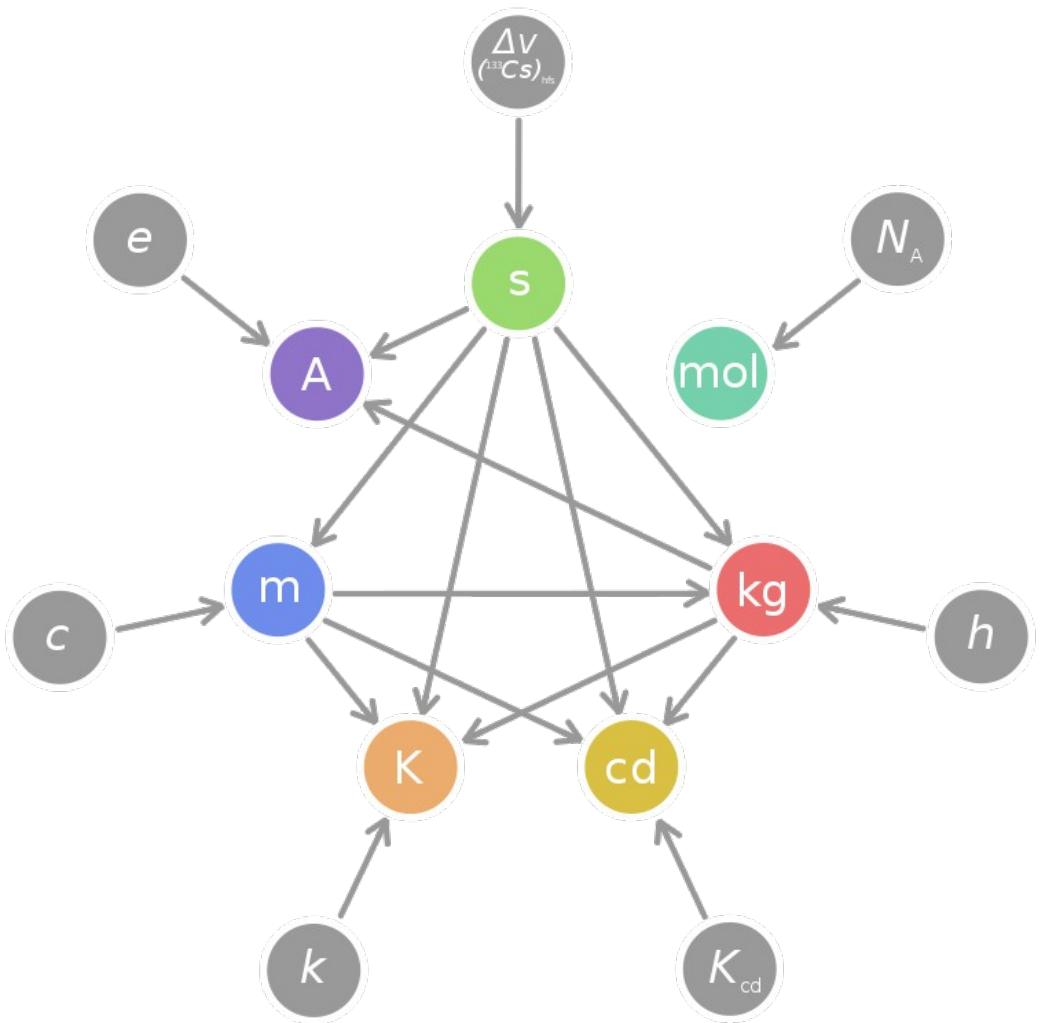
**“nėra nieko praktiškesnio už gerą teoriją”.**

Šios teorijos dėka buvo suprastas garo mašinos veikimas ir surasti būdai naujų mašinų sukūrimui.

# Perfect silicon sphere to redefine the kilogram



A CSIRO scientist examines a silicon sphere, similar to one that will be used to determine the exact atomic weight of a kilogram.



$$\Delta v(^{133}\text{Cs})_{\text{hfs}} = 9192631770 \text{s}^{-1}$$

$$c = 299792458 \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$h = 6.62606 \times 10^{-34} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$e = 1.60217 \times 10^{-19} \text{A} \cdot \text{s}$$

$$k = 1.38065 \times 10^{-23} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$$

$$N_A = 6.02214 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$$

$K_{cd} = 683 \text{ cd} \cdot \text{sr} \cdot \text{s}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$  (šviesos, kurios dažnis  $540 \times 10^{12} \text{Hz}$ , srautas lygus  $683 \text{ lm} \cdot \text{W}^{-1}$ ).

## Matavimo vienetų ryšys su fizikinėmis konstantomis

SI vienetų sistemos pakeitimo tikimasi 26th General Conference on Weights and Measures, 2018 metais

# Gilyn į sudėtingas savokas !

Jei sistema nėra pusiausvyroje, tada pradeda galioti kiti dėsniai, kurią nagrinėja **sinergetika**.

Iš jos išplaukė ir Nobelio premija už saviorganizacijos principą (I.Prigožinas) : anarchija – tvarkos motina!

# Gilyn į sudėtingas savokas !

- Save mes suvokiame erdvėje ir laike. O moksliškai mus supantis pasaulį aprašomas **keturmatės erdvės dėsniai**.
- Teoriją sukūrė Kaune gimęs ir gimnazijoje mokęsis, studijavęs Karaliaučiaus ir Berlyno universitetuose, dirbęs Bonos, Karaliaučiaus, Ciuricho (dėstė matematiką A.Einšteinui), Getingeno universitetuose mokslininkas Hermanas Minkovskis (1864-1909, 1905 lankësi Kaune savo gimnazijoje).
- Jos tris išmatavimus lengvai suvokiame – trys erdinės koordinatės, o ketvirtas jos išmatavimas - tai laikas.
- Tokia keturmatė erdvė vadinama *ivykių erdvė*, arba *Minkovskio erdvė*.

# A.Einšteino ir Co indėlis:

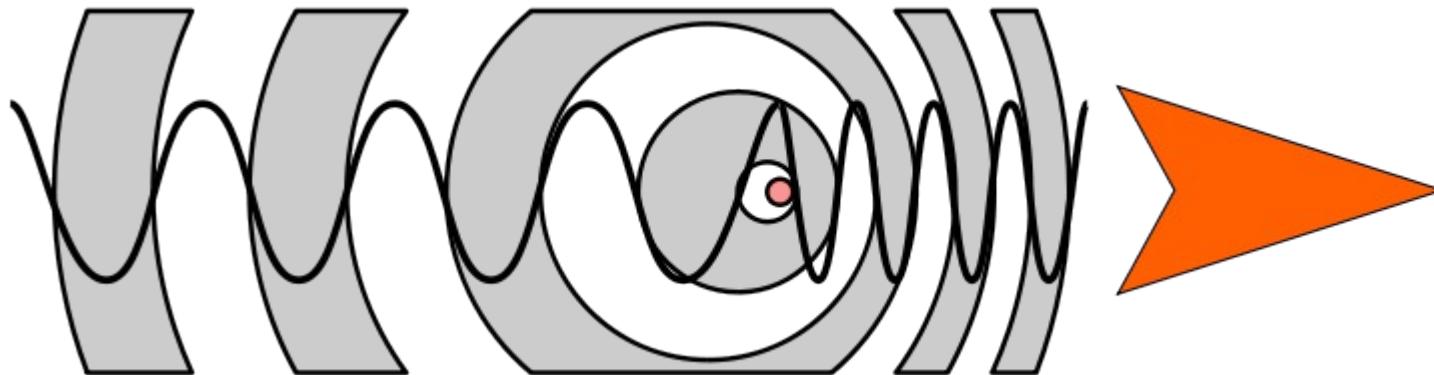
- **Reliatyvumo teorijos svarbiausi bruožai:**
  - Kūno masė priklauso nuo jo kinetinės energijos:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

- **Šviesos greitis vakuumė – maksimalus greitis pasaulyje.**
- **Jei  $v \rightarrow c$  , reliatyvistiniai efektai**

Kol greičiai maži – Niutono teorija (mokyklinė fizika),  
kai dideli – Einšteino teorija.

# Judantys kūnai ir spinduliuotė



Jei šviesos šaltinis skrieja dešnén 0,7 c greičiu.



Doplerio efektas

# Pasaulio skalė !

- Minimalus atstumas, kuris šiandien dar gali būti eksperimentiškai suvokiamas - tai  $10^{-19}$  metro, o didžiausias atstumas, iš kurio yra gauti signalai, yra apie  $10^{26}$  metrų.
- Nei pirmą, nei antrą ribą nusakantys skaičiai yra nesuvokiami, nes pirmasis atstumas - tai maždaug šimtamilijoninė atomo skersmens dalis, o antrasis - tai atstumas, kurį šviesa lėkė keliolika milijardų metų.

# Santykinė atstumų skalė

(logaritminiame mastelyje)

ir "žargonas", kurį naudosime apibrėždami "pasaulių" objektus

