

Povijest i filozofija kemije

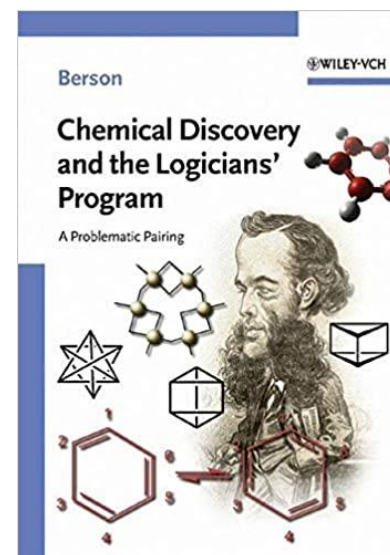
Predgovor: O nastavi, literaturi i ostalome



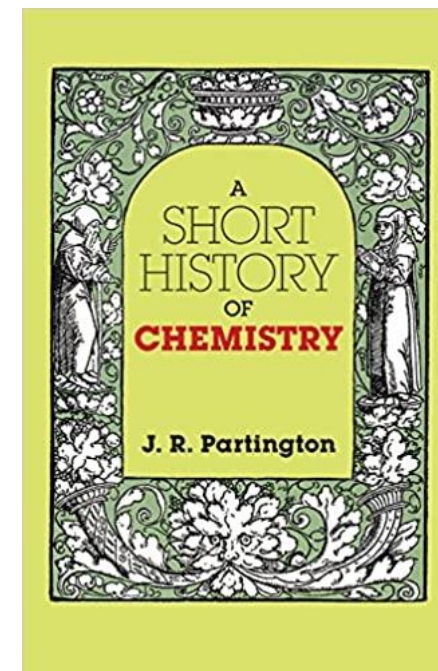
D. Grdenić, *Povijest kemije*, ŠK, Novi Liber, ZG, 2001.



H. Vančik, *Dvanaest predavanja iz filozofije kemije*, luHV, VŽ, 2017.



J. A. Berson, *Chemical discovery and the logician's program*, Wiley-VCH, Weinheim, 2003.



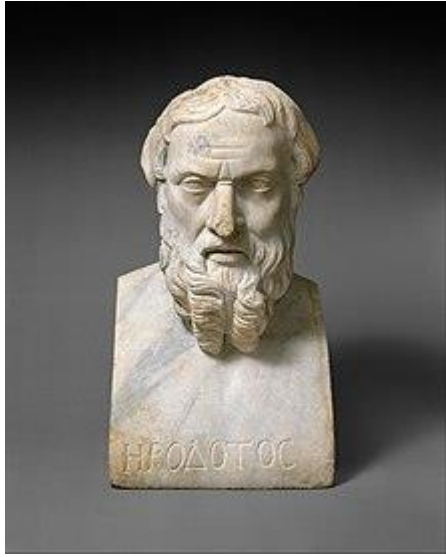
J. R. Partington, *A short history of chemistry* (bilo koje izdanje)

ispit

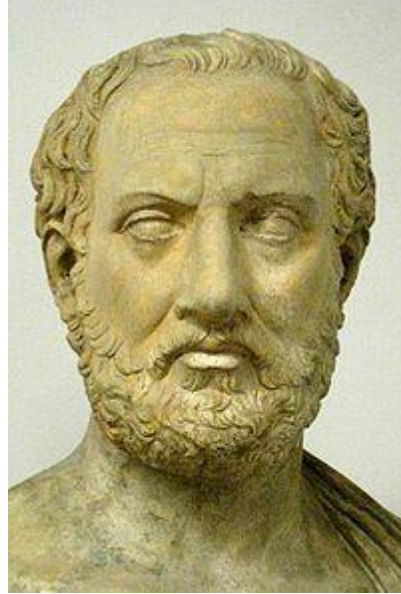
- Pismeni ispit (s naglaskom na poznavanju osnovnih činjenica / 'kemijske (znanstvene) opće kulture')
- Usmeni ispit (s naglaskom na uzročno-posljedično razumijevanje).

0. Povijest, filozofija, znanost

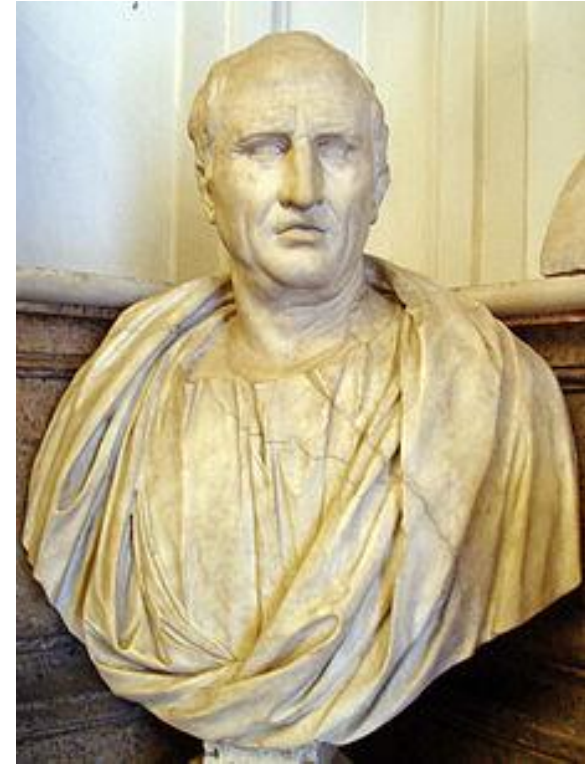
Povijest



Herodot
(c. 484.–c. 425. p.n.e.)



Tukudid
(c. 460.–396.(?) p.n.e.)

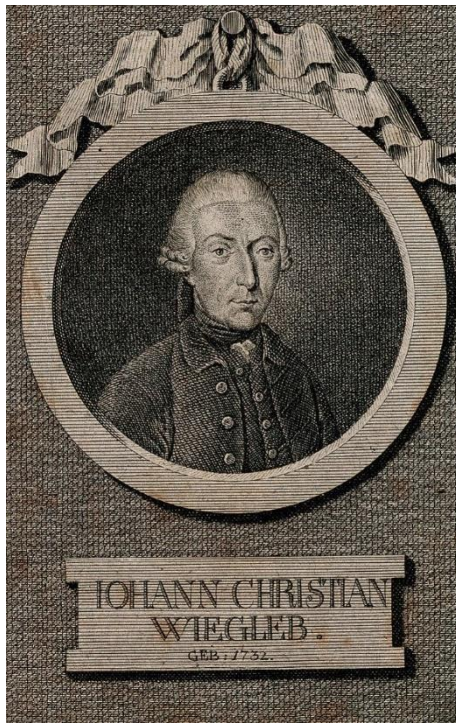


Historia vero testis temporum, lux veritatis, vita memoriae, magistra vitae, nuntia vetustatis, qua voce alia nisi oratoris immortalitati commendatur?
(M. Tulijs Ciceron, 106.–43. p.n.e.)

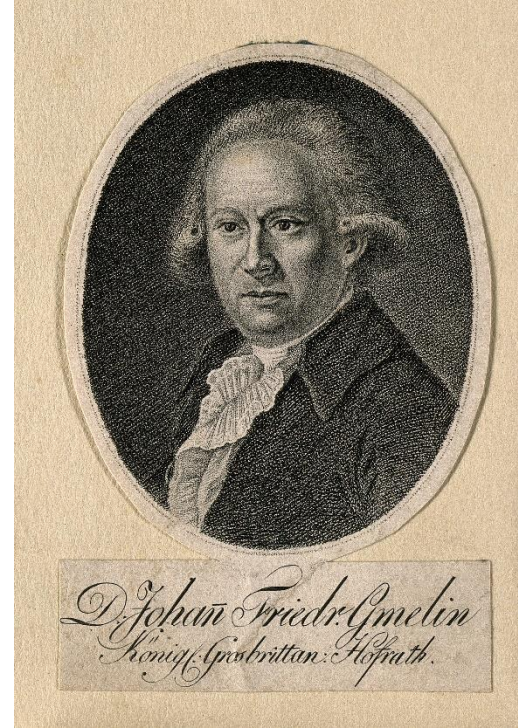
Povijest kemije



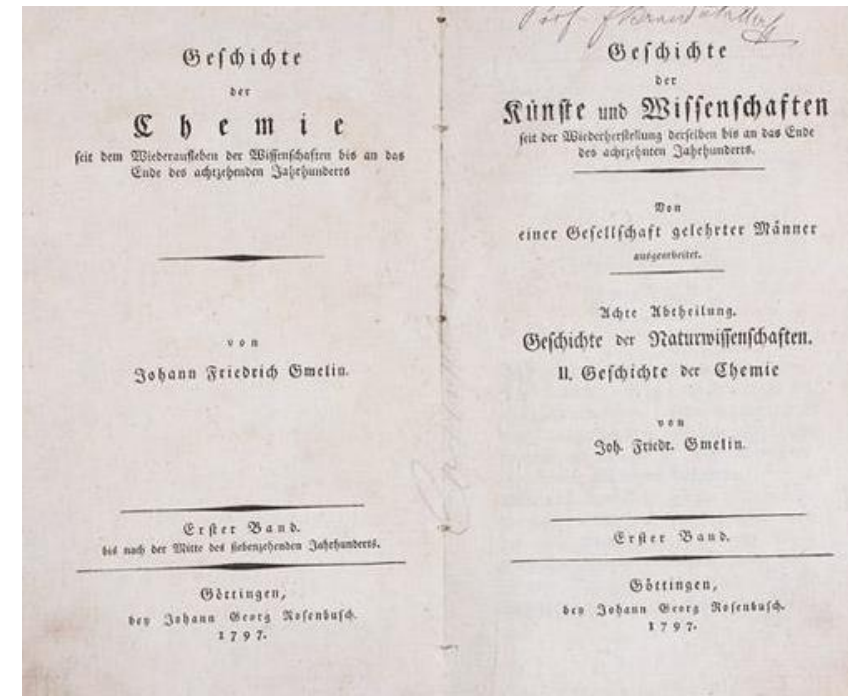
Torbern Olaf (Olof)
Bergman (1735.–1784.)

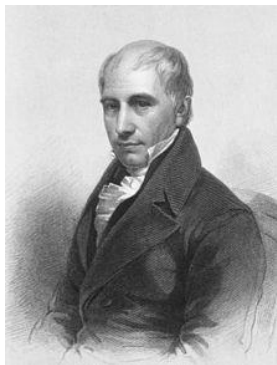


Johann Christian Wiegleb
(1732.–1800.)

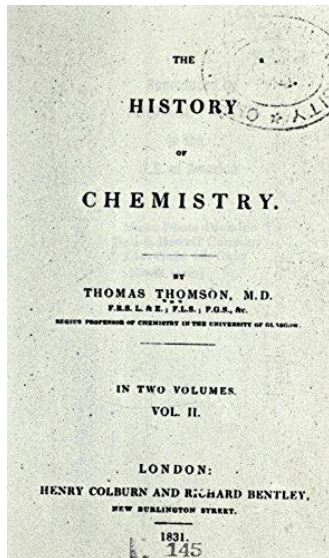


Johann Friedrich Gmelin
(1748.–1804.)

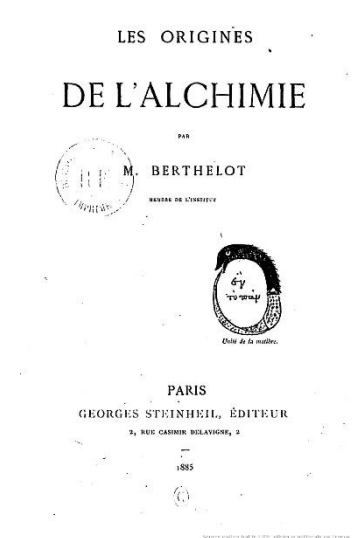
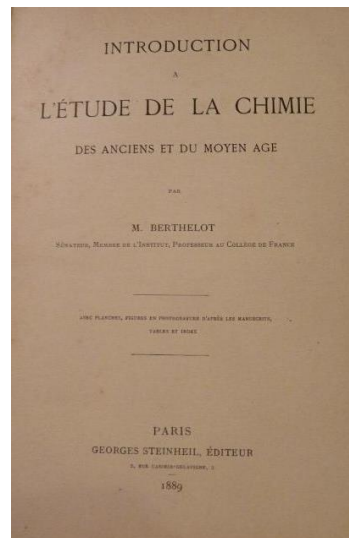




Thomas Thomson
(1773.–1852.)



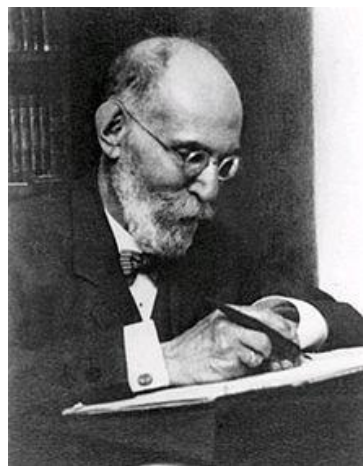
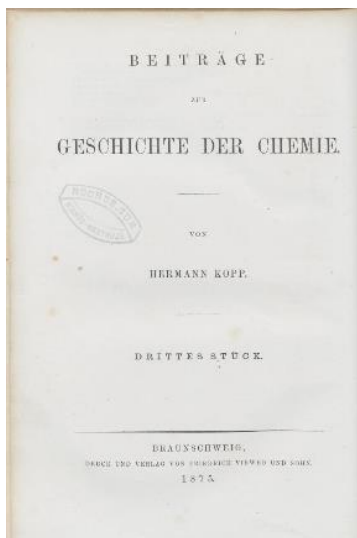
**Pierre Eugène
Marcellin Berthelot**
(1827.–1907.)



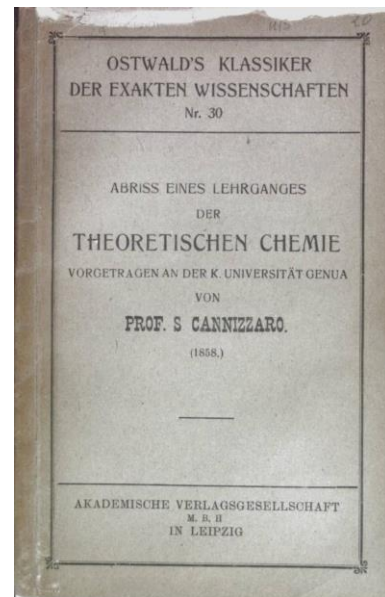
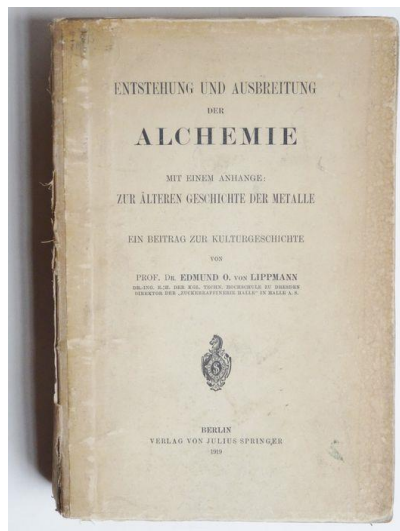
**Ernst Sigismund
Christian von Meyer**
(1847.–1916.)



**Hermann Franz
Moritz Kopp**
(1817.–1892.)



**Edmund Oscar
von Lippmann**
(1857.–1940.)



Ostwalds Klassiker

Filozofija

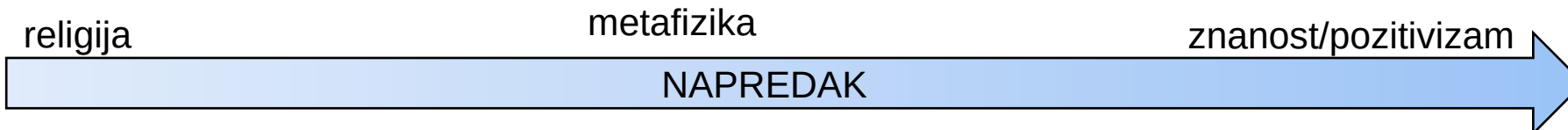
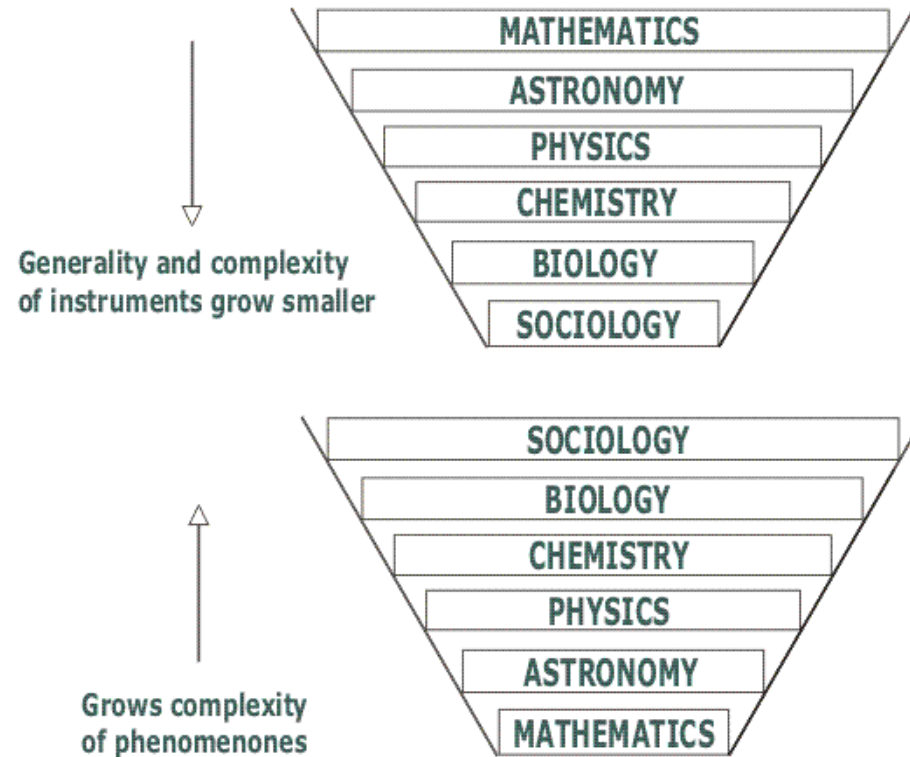




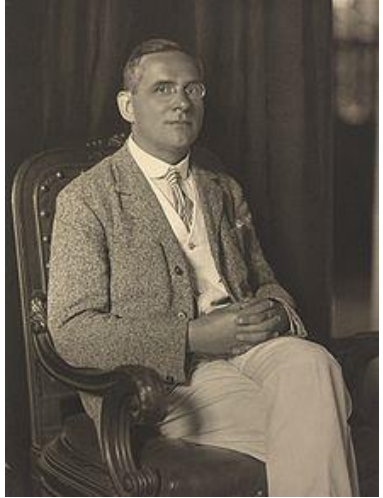
Filozofija znanosti



Isidore Marie **Auguste** François
Xavier **Comte** (1798.–1857.)



Filozofija znanosti – *Wiener Kreis*



Friedrich Albert **Moritz Schlick** (1882.–1936.)



Hans Reichenbach (1891.–1953.)



Rudolf Carnap (1891.–1970.)

Tractatus Logico-Philosophicus

By
LUDWIG WITTGENSTEIN

With an Introduction by
BERTRAND RUSSELL, F.R.S.



NEW YORK
HARCOURT, BRACE & COMPANY, INC.
LONDON: KEGAN PAUL, TRENCH, TRUBNER & CO., LTD.
1922

Welche Thiere gleichen ein-
ander am meisten?



Kaninchen und Ente.



**Ludwig Josef
Johann Wittgenstein** (1889.–1951.)



Kurt Friedrich Gödel (1906.–1978.)

Filozofija kemije



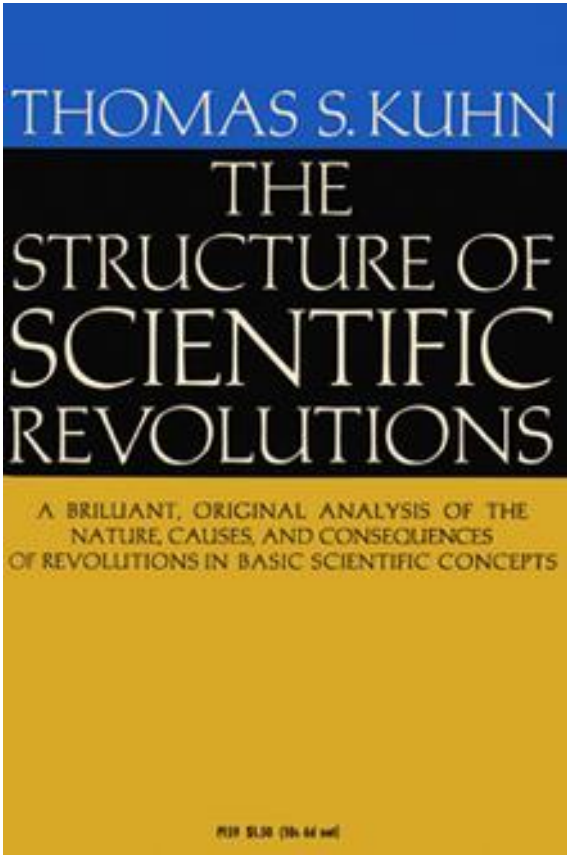
Friedrich **Wilhelm Ostwald**
(1853.–1932.)



Pierre Maurice Marie Duhem
(1861.–1916.)

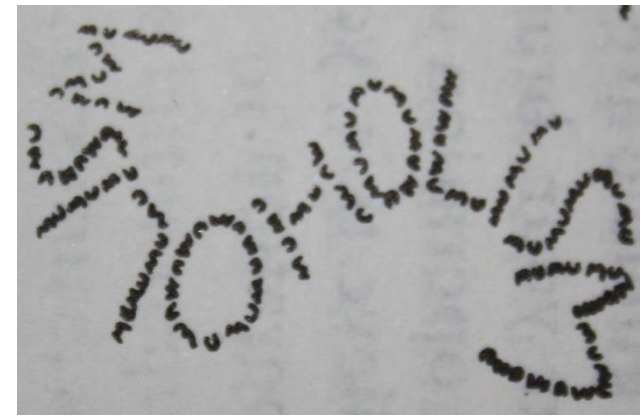


Thomas Samuel Kuhn
(1922.–1996.)



Je li kemija *samosvojna* znanost?

redukcionizam vs. holizam



Složenost sustava - emergencija

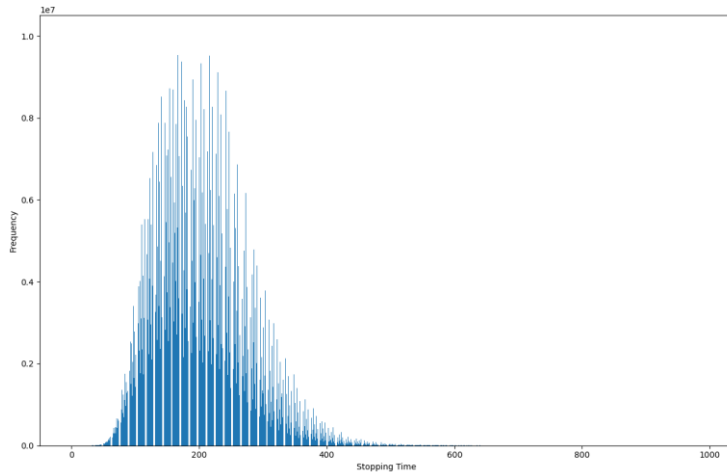
Na višim razinama kompleksnosti sustava pojavljuju se svojstva koja je nemoguće predvidjeti poznajući samo niže razine

Svaka razina kompleksnosti je 'izolirana' od većine drugih razina (osim onih najbližih).

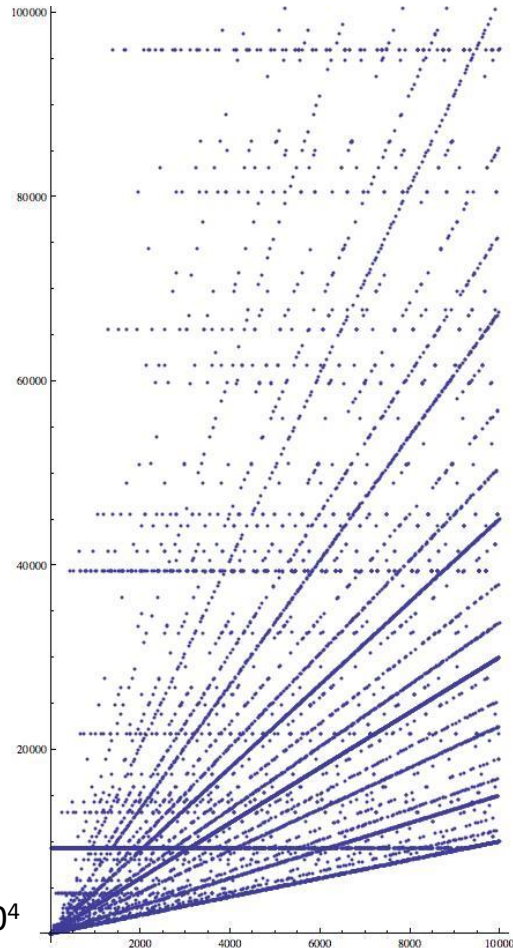
Jednostavan primjer: Collatzovi nizovi

$$f(n) = \begin{cases} n/2 & \text{ako je } n \text{ paran} \\ 3n + 1 & \text{ako je } n \text{ neparan} \end{cases}$$

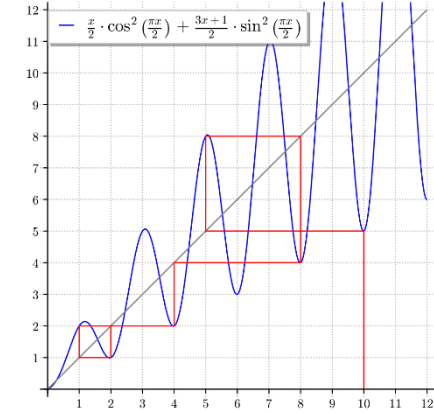
$$a_i = \begin{cases} n & \text{za } i = 0, \\ f(a_{i-1}) & \text{za } i > 0 \end{cases}$$



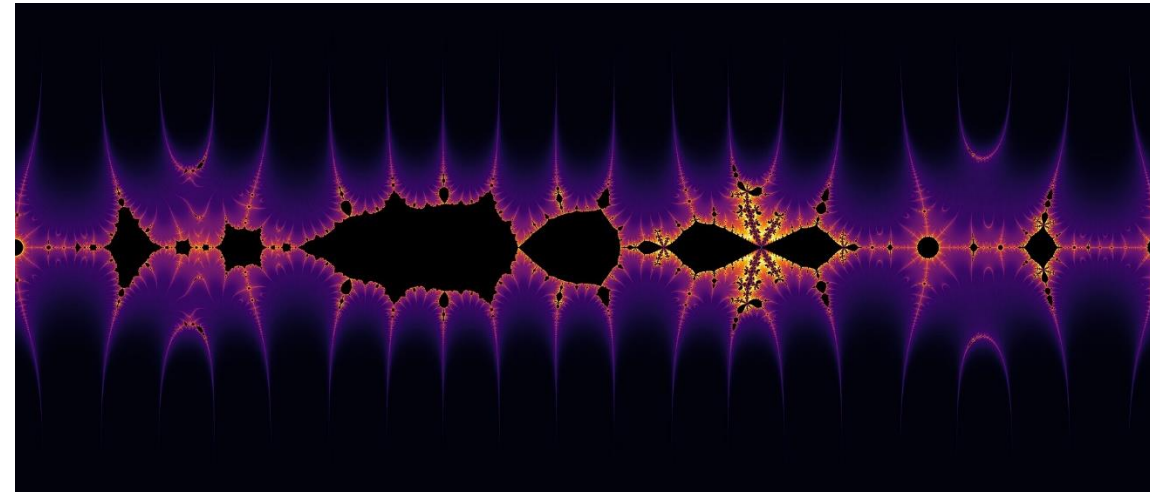
Učestalost broja članova niza za brojeve 1 to 10^9



Najveći član u nizu za za brojeve 1 to 10^4



Poopćenje u R



Poopćenje u C

Znanost



Što je znanost?

Znanost (grč. *episteme*: razumijevanje, spoznanje, studija; lat. *scientia*, eng. i fr. *science*, njem. *Wissenschaft*) organiziran je sustav sveukupnog ljudskog znanja stečenog opažanjem procesa i pojava u prirodi i društvu, a obrađenog racionalnim, znanstveno prihvatljivim metodama.

Wikipedia, hr

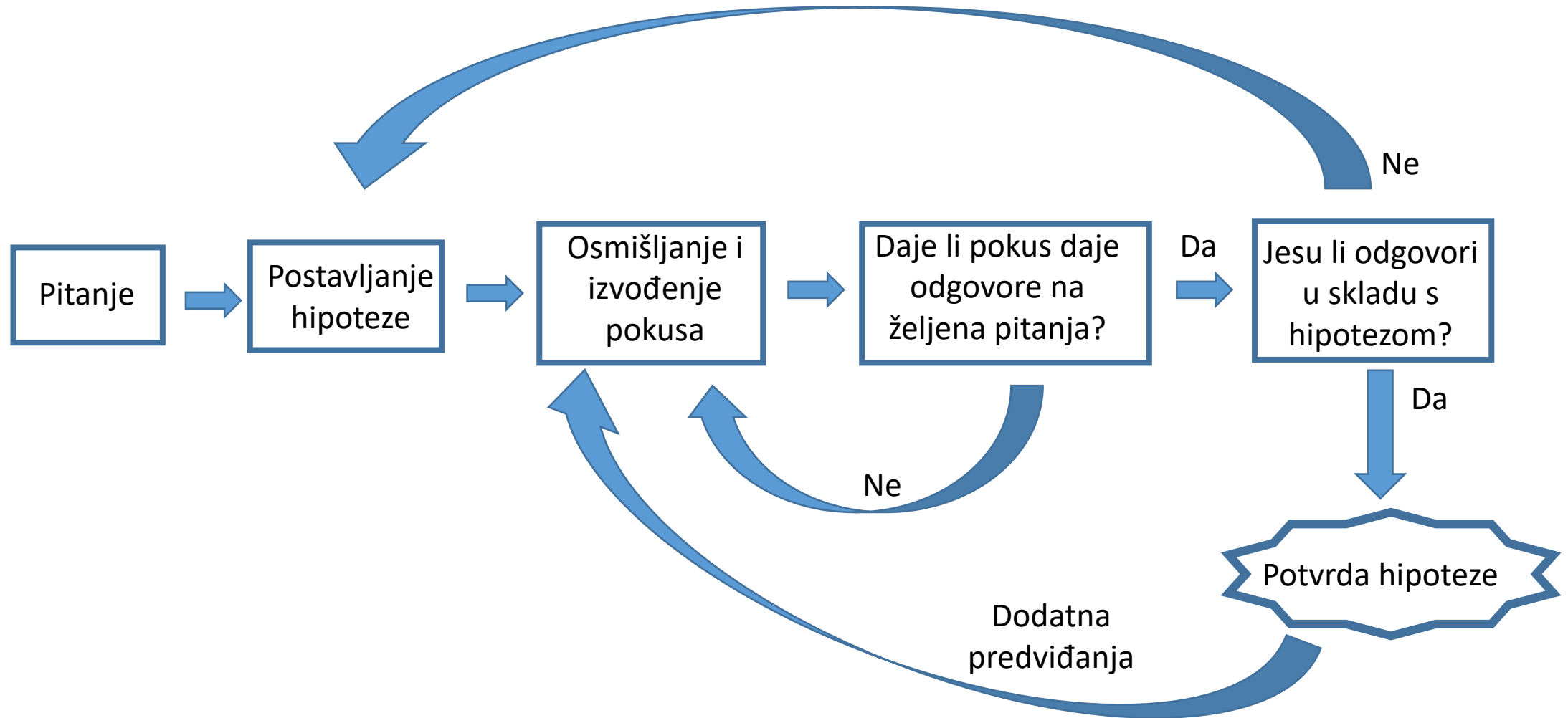
Science is a rigorous, systematic endeavor that builds and organizes knowledge in the form of testable explanations and predictions about the world.

Wikipedia, eng

Znanost = metoda za izučavanje svijeta, ne skup znanja o svijetu

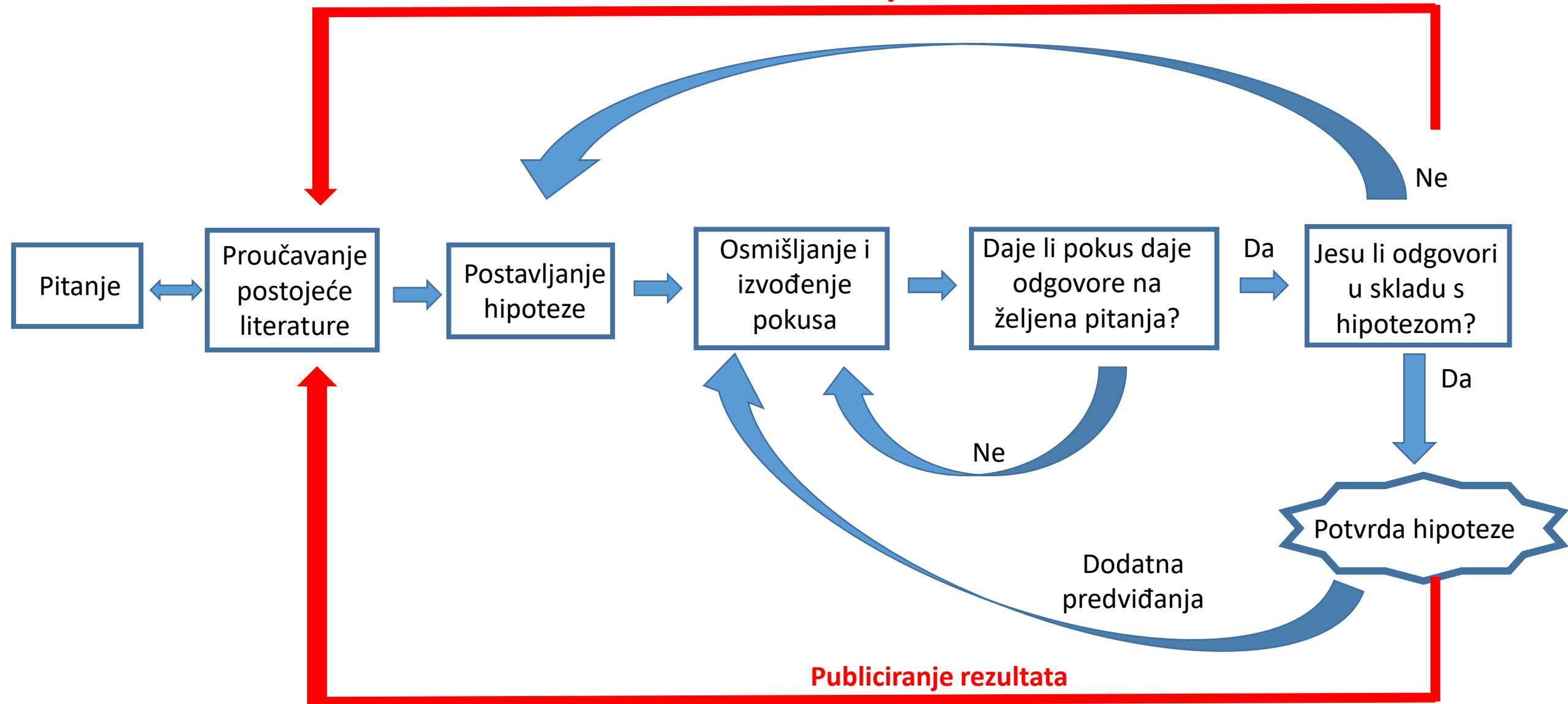
Igra koju jedan ili više igrača igraju sa svemirom prema zadanim pravilima. Taj se skup pravila zova **znanstvena metoda**

Pravila igre – znanstvena metoda



Pravila igre – znanstvena metoda

Publiciranje rezultata



Zašto nam znanstvena metoda treba?



Zašto nam znanstvena metoda treba?

1. Skloni smo uočavati pravilnosti gdje ih nema i povezivati pojave koje zapravo nisu povezane.
2. Mali broj ponovljenih opažanja nas može uvjeriti u postojanje općeg pravila.
3. Neskloni smo napuštati jednom stečena mišljenja/vjerovanja/uvjerenja

Ljudski mozak nije evoluirao za racionalno i objektivno sagledavanje okolnog svijeta!

Nesklonost napuštanja uvjerenja – primjer 1

Spiritizam

1853. M. Faraday – ideomotorni efekt

1866. W. Crookes – vakumirane cijevi pod visokim naponom za detekciju prisutnosti duhova

1920.-1926. H. Houdini – sve spiritističke pojave i sposobnosti ‘medija’ mogu se objasniti kao mađioničarski trikovi

1926.-1936. B. Houdini pokušava kontaktirati Harryja (bezuspješno)



Houdini (desno) demonstrira pojavu ‘fantomske zvonjave’ tijekom seanse.

Nesklonost napuštanja uvjerenja – primjer 2

Bioenergija i liječenje dodirom

1970. Dora Kunz i Dolores Krieger – polaganjem ruku na pacijenta (ili blizu pacijenta) iscjelitelj manipulira pacijentovim energijskim poljem. Iscjelitelj osjeća ljudsko energijsko polje "*warm as Jell-O*" and "*tactile as taffy*"

1996.-7. Emily Rosa – iscjelitelj ne osjeti ljudsko energijsko polje ako ne vidi da je pacijent pred njim!



Emily Rosa
(1987.-)

Čemu znanost služi?

Glavna je **svrha znanosti** stvoriti znanstveni i tehnologijski sustav koji će biti jedan od ključnih čimbenika društvenog i gospodarskog razvoja Hrvatske.

<https://mzo.gov.hr/znanost/99>

The real and legitimate **goal of sciences** is the endowment of human life with new inventions and riches

Francis Bacon

Science aims to explain and understand. [...] Classically, **science's main goal** has been building knowledge and understanding, **regardless of its potential applications** [...]. However, increasingly, scientific research is undertaken with the explicit goal of solving a problem or developing a technology.

(uvod u studij znanostî na Sveučilištu Berkeley)

Koja je korist od znanosti?

Imaju li neznanstvenici koristi od toga što se znanstvenici bave znanošću?

Napredak u spoznaji dovodi do mogućnosti primjene – otkrića koja pružaju detaljnije poznavanje funkcioniranja pojedinih aspekata prirodnog svijeta omogućavaju razvijanje izuma koji temeljem tih otkrića poboljšavaju/olakšavaju život svim članovima društva.

Ali, što je s ‘fundametnalnim’ (‘temeljnim’) istraživanjima?

Primjer 1 – tekući kristali

1888. Friedrich Reinitzer – kolesteril-benzoat ima dva tališta, 'međufaza' reflektira cirkularno polariziranu svjetlost i zakreće linearno polariziranu svjetlost.

Otto Lehman – u 'međufazi' se vide kristaliti

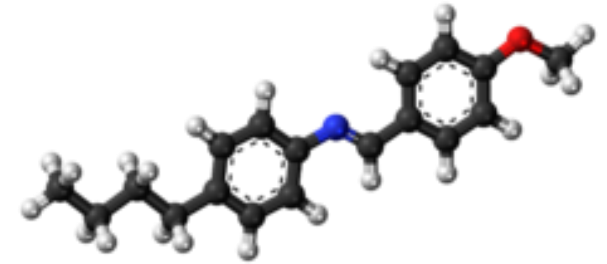
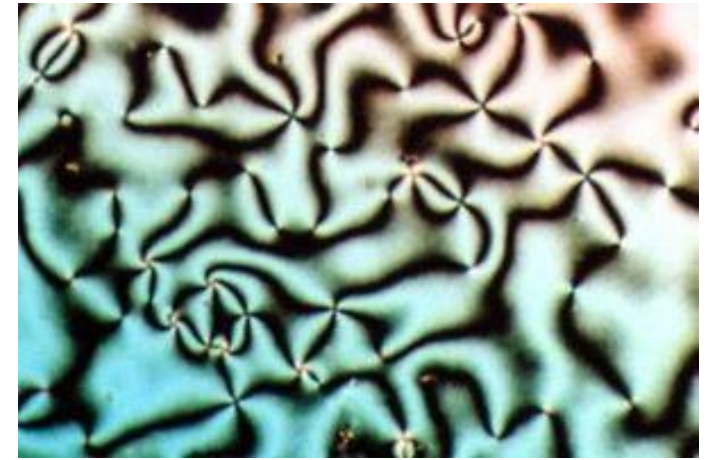
1904. Lehman uvodi pojam 'tekući kristal'

[...]

1962. George H. Heilmeyer – prvi prototip LCD-a (radna temperatura 125 °C)

1969. Hans Kelker – prvi (primjenjivi) tekući kristal pri sobnoj temperaturi

1972. Prvi komercijalno dostupni LCD (na ručnom satu) pušten u prodaju



Primjer 2 – lijek za tuberkulozu

Do 1900. uzrok smrti oko 25% svjetske populacije

Ca 1850.-1950. liječenje u sanatorijima i uklanjanjem zahvaćenog dijela pluća (smrtnost ca 50%)

1943. Waksman i Shatz izolirali streptomycin iz *Streptomyces griseus*.

Do 1950. Waksman i suradnici izolirali 20-ak antibiotikâ

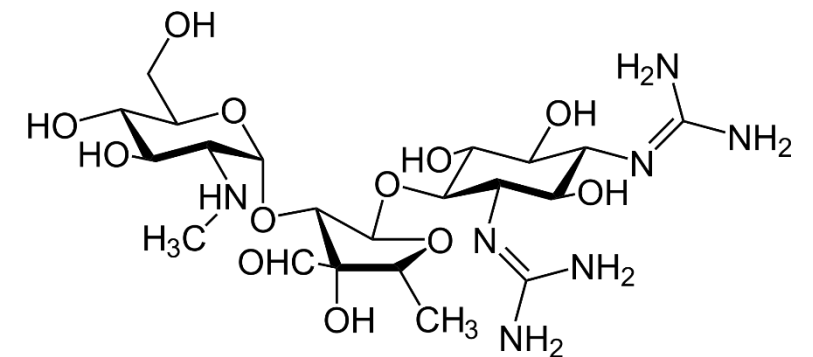
[1947. Waksman uvodi pojam ‘antibiotik’]

Do 1970. učestalost tuberkuloze u Europi i Sj. Americi spala ispod 1 u 10 000.

Waksman se bavio mikrobiologijom tla!



Selman Abraham Waksman
(1888.–1973.)



streptomycin

Kako je znanost započela?

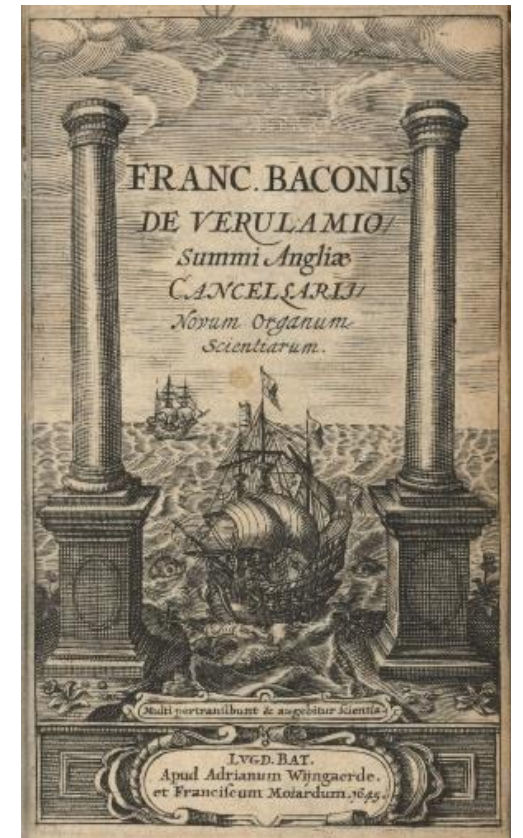
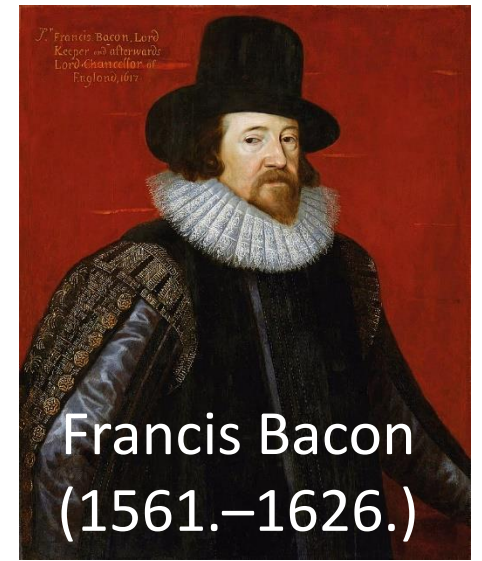
Do ca 1600. – sporadične spontane pojave znanstvene metode (Aristotel iz Stagire, Teodorik iz Freiberga, Roger Bacon, Nikola Kuzanski, William Gilbert...)

1400.-1600. – sve više učenih manjkavosti u ‘klasičnom znanju’.

1620. Francis Bacon – *Novum organum*: metoda eliminativne indukcije: postavljene alternativne teorije se eliminiraju temeljem eksperimentalnih opažanja dok ne ostane samo jedna.

1637. René Descartes – *Discours de la Méthode Pour bien conduire sa raison, et chercher la vérité dans les science*

1638. Galileo Galilei – *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*



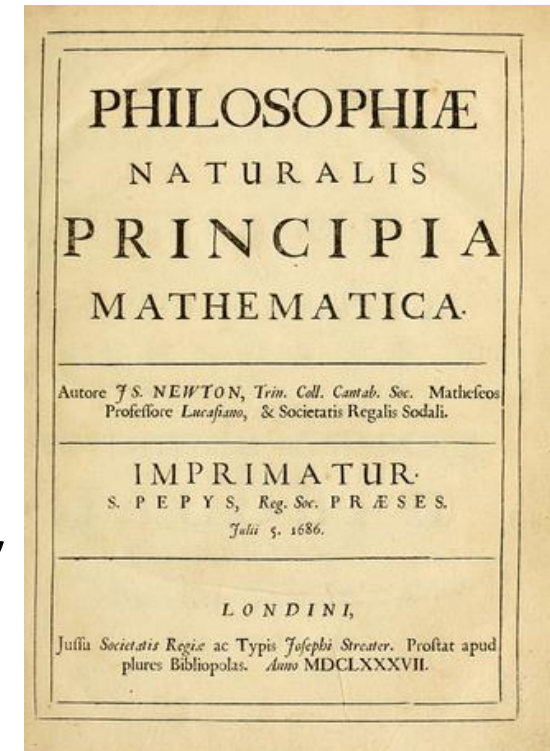
1650. – osnovano Kraljevsko društvo u Londonu

1665. – počinju izlaziti časopisi *Philosophical Transaction* i *Le Journal Des Sçavans*.

1675. Henry Oldenburg – članci objavljivani u znanstvenim časopisima moraju prethodno proći recenziju drugih znanstvenikâ.

1687. Isaac Newton – *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, 'rules of reasoning':

1. *We are to admit no more causes of natural things than such as are both true and sufficient to explain their appearances.*
2. *Therefore to the same natural effects we must, as far as possible, assign the same causes.*
3. *The qualities of bodies, which admit neither intension nor remission of degrees, and which are found to belong to all bodies within the reach of our experiments, are to be esteemed the universal qualities of all bodies whatsoever.*
4. *In experimental philosophy we are to look upon propositions collected by general induction from phænomena as accurately or very nearly true, notwithstanding any contrary hypotheses that may be imagined, until such time as other phænomena occur, by which they may either be made more accurate, or liable to exceptions*



Prije znanosti bijaše logika

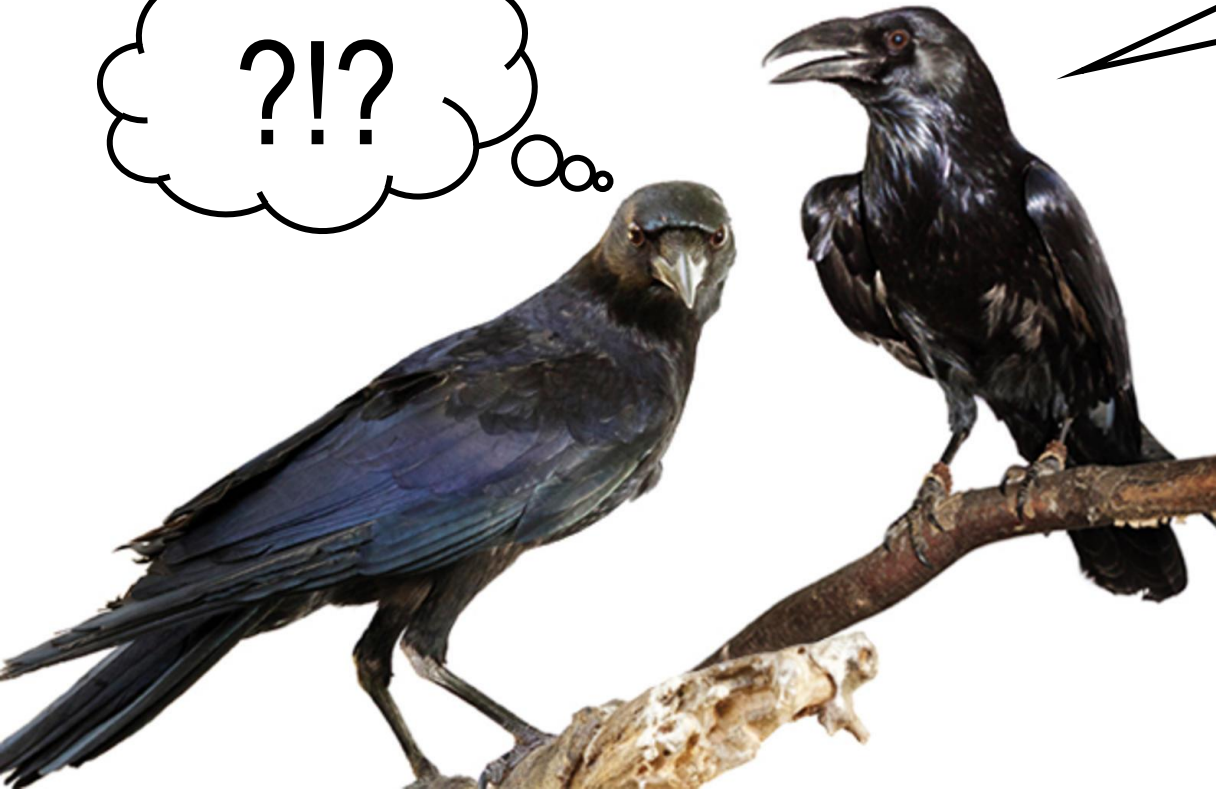


Deduktivna metoda, ca. 4. st. p.n.e.

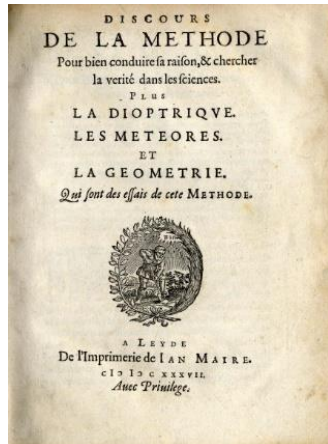
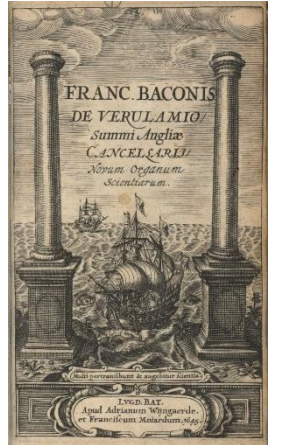


Sve mačke imaju četiri noge.
Moj pas ima četiri noge –
ergo, moja mačka je pas!

Induktivna metoda, XVII. st. (ca. 2 kilogodine kasnije)



Ja sam ptica i crna sam,
ti si ptica i crna si –
ergo, sve ptice su crne!



Aduktivna metoda, XIX. st.

Ti si se spustio kroz dimnjak i sav si crn,
ja sam se spustio kroz dimnjak i sav sam crn,
ergo, netko je ulio crnu farbu u dimnjak!



Problem indukcije

Kad god netko umre, to nikad nisam ja. Slijedi, ja sam besmrtnan.



Münchhausenova trilema

Svaki se dokaz u konačnici svodi na

1. cirkularni argument (pretpostavka ili pretpostavka pretpostavke je dokaz pretpostavke),
2. regresivni argument (svaki dokaz zahtijeva dodatni dokaz, *ad infinitum*) ili
3. dogmatski argument, (dokazi počivaju na temeljnim aksiomima koji se ne dokazuju)

1739. – David Hume: problem indukcije nije moguće riješiti

1877. – Charles Sanders Pierce: rješenje problema = statistika

Sve generalizacije vrijede samo u granicama statističke vjerojatnosti

Korelacija:

„Koliko god dugo da čekam tramvaj, on dođe čim zapalim cigaretu”

Između događaja A i B postoji (pozitivna) korelacija akko za učestalost zajedničkog javljanja događaja A i B ($F(AB)$) vrijedi

$$F(AB) > P(AB) = P(A)P(B) \approx F(A)F(B)$$

tako da je razlika između učestalosti i vjerojatnosti ($F(AB)$) veća od statističke pogreške

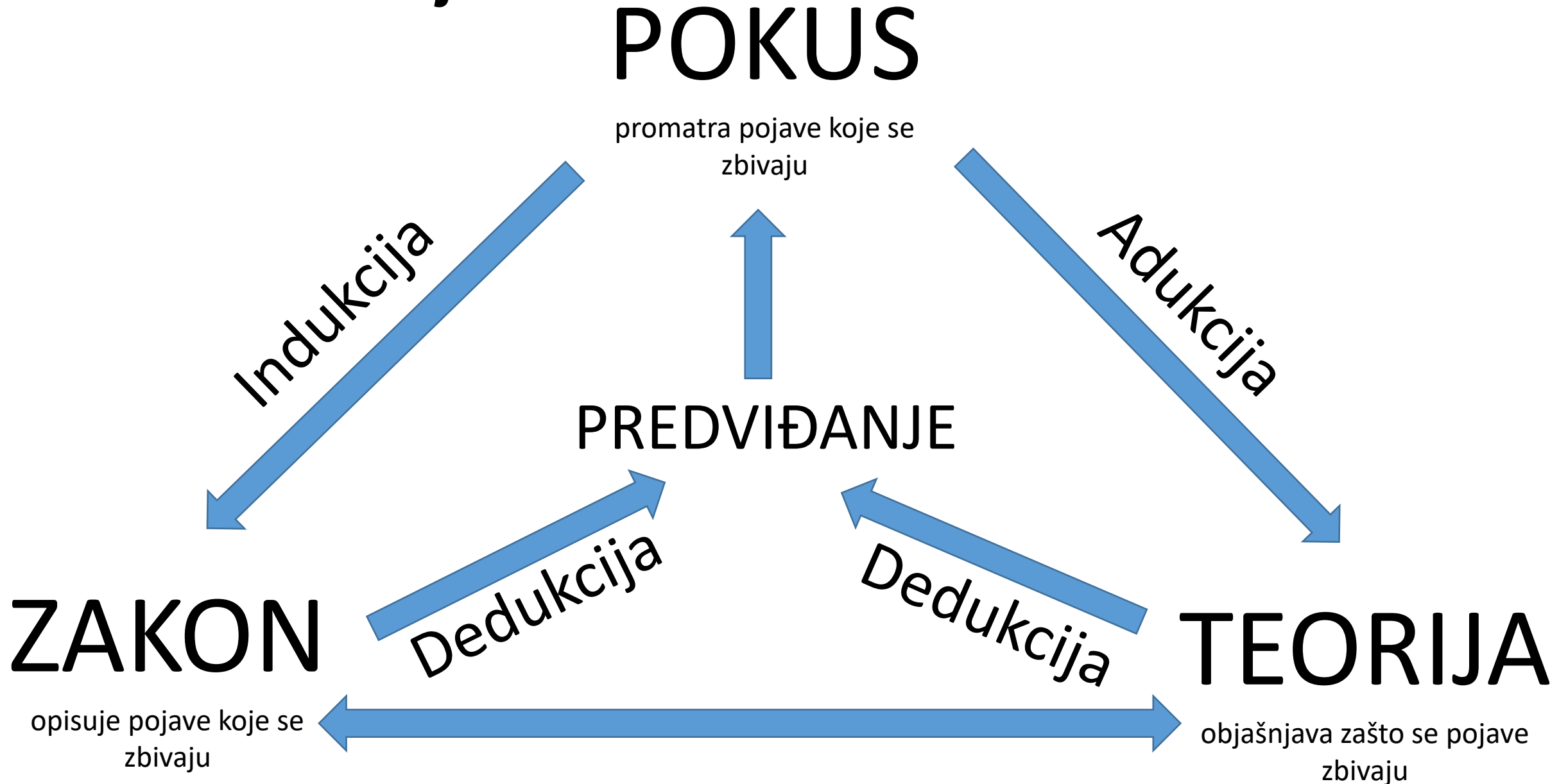
Uzročnost:

Post hoc ergo propter hoc („7 jabuka, svaka pojedena jedno jutro, liječi gripu”)

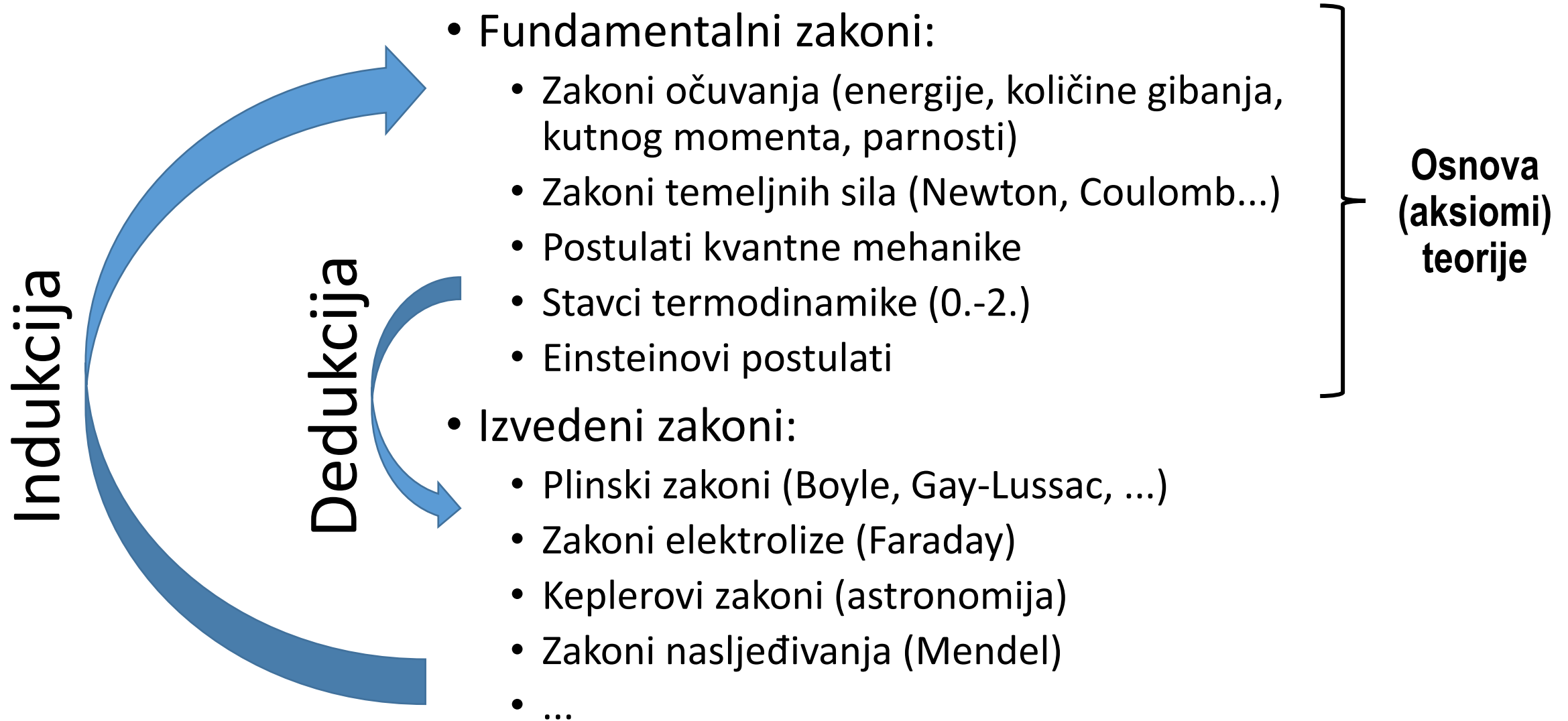
Kochovi postulati (za određivanje uzročnika bolesti), 1884.:

1. Mikroorganizam mora biti prisutan u svim organizmima koji boluju od dane bolesti, ali ne u zdravim organizmima.
2. Mikroorganizam treba izolirati iz bolesnog organizma i uzgojiti kao čistu kulturu.
3. Uzgojeni mikroorganizam uzrokuje istu bolest kada ga se unese u zdrav organizam.
- (4. Mikroorganizam treba izolirati iz umjetno zaraženog organizma i identificirati da je identičan onome koji je unesen u organizam.)

Zakoni i teorije



Zakoni – fundamentalni i izvedeni



Teorije

PUNCH'S ALMANACK FOR 1882.

[December 6, 1881.]



„Teorija evolucije je samo teorija, ne činjenica”

Što znači riječ ‘teorija’?

Teorije – teorija vs. hipoteza

Hipoteza = pretpostavka (nešto što se ima dokazivati)

Teorija = sklop fundamentalnih (aksiomi) i izvedenih (teoremi) zakonitosti koji je konzistentan unutar sebe* i s dijelom svijeta koji opisuju.

= dobro obrazloženo objašnjenje nekog aspekta prirodnog svijeta, temeljeno na mnoštvu činjenica koje su opetovano potvrđivane opažanjima i eksperimentima.

* Nije moguće iz zadanih fundamentalnih zakonitosti (aksioma) logičkim putem mogu izvesti tvrdnju i njezinu negaciju

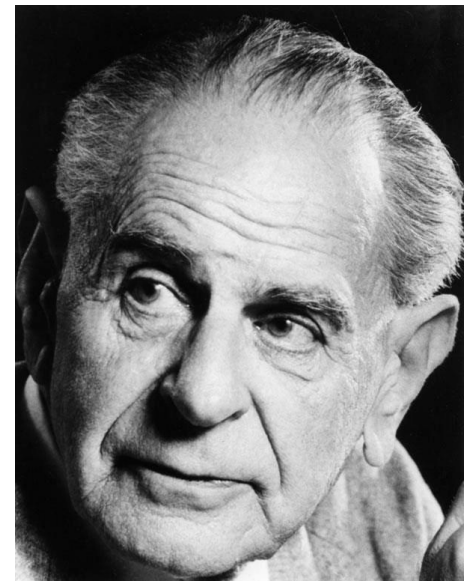
Znanstvenost teorije

- Znanstvena teorija ne smije biti *tautologija*.

Mora postojati izjava/predviđanje koja se može konstruirati unutar teorije, a čije će opažanje automatski opovrgnuti teoriju.

Teorija je to bolja što je lakše konstruirati takvu izjavu.

Posao je znanstvenika da ciljano osmišljavaju upravo takve pokuse koji mogu opovrgnuti teoriju!



Sir Karl Raimund Popper,
CH FBA FRS (1902.-1994.)

Primjer:

Th. 1.: Drveće je neintelligentno

vs.

Th. 2.: Drveće je intelligentno, toliko intelligentnije od nas da lako skriva svoju inteligenciju od nas.

Ispravnost teorije

- Teorija je ispravna ako/dok
 1. Objašnjava opažene pojave.
 2. Predviđanja napravljena temeljem teorije bivaju potvrđena

Kada se naiđe na opažanja koja nisu u skladu s teorijom to može ukazivati na skrivene varijable, nepotpunost teorije ili njezinu nevaljanost.

Primjer:

Newtnova gravitacija i

1. nepravilnosti u orbiti Urana,
2. nepravilnosti u orbiti Merkura
3. brzina rotacije galaksija (cetrifugalna vs. gravitacijska sila) – **tamna tvar**

Korisnost teorije

- Teorija je koristna ako

Omogućava mnoštvo različitih predviđanja čime omogućava daljnji razvoj područja (čak i ako taj razvoj u konačnici sruši samu teoriju)

Primjer:

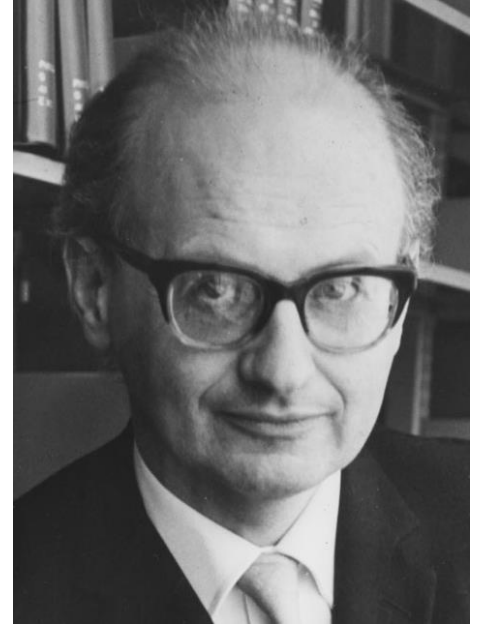
Flogiston

Zamjena stare teorije novom

- Da bi se općeprihvaćena teorija zamijenila novom, nova teorija mora biti
 1. Znanstvena
 2. Ispravna/ispravnija od stare – mora objašnjavati **sve** što objašnjava stara kao i dotane pojave/opažanja
 3. Korisna – mora omogućavati daljnji razvoj područja
 4. Mora se svoditi na oblik stare teorije u posebnim slučajevima (npr. kvantna mehanika postaje klasična za $\hbar \gg \lambda$, relativnost pri $v \ll c$...)
 - (5. Često je također potrebna i smjena generacija...)

Otpor teorija prema promjeni

- Skupine teorije zajedno čine znanstvene programe – centralne (općenite) teorije + specifične (pomoćne) hipoteze
- Pomoćne hipoteze 'brane' centralnu teoriju od 'pada' na Popperovom testu – pomoćne hipoteze se mogu mijenjati, centralna teorije se napušta samo ako se napušta cijeli program (promjena paradigme -> revolucija)



Imre Lakatos (Avrum Lipsitz)
(1922.-1974.)

Znanstvenost teorije:

"A given fact is explained scientifically only if a new fact is predicted with it... The idea of growth and the concept of empirical character are soldered into one."

The Methodology of Scientific Research Programmes, 1978.

Znanstvena revolucija

Promjena temeljne paradigme:

Znanost se razvija *skokovito* kroz 4 faze:

1. *normalna znanost* – aktivna dominantna paradigma (skup teorija i ideja koje definiraju što je smisleno i izvedivo te definiraju načine kako pristupiti istraživanju)
2. *izvanredno istraživanje* – vremenom se nakupljaju anomalije koje se ne uklapaju u dominantnu paradigmu koje dovode do krize u disciplini: istraživanje postaje 'izvanredno' (*extraordinary*) – istražuju se nove teorije, proširuju se granice spoznaje “...*proliferation of competing articulations, the willingness to try anything, the expression of explicit discontent, the recourse to philosophy and to debate over fundamentals...*”
3. prihvaćanje nove paradigme – kroz istraživanje uspostavi se nova paradigma
4. nova paradigma postaje dominantna u području, nastavlja se *normalna znanost*. Udžbenički tekstovi temeljeni na novoj paradigmi prikrivaju njezinu revolucionarnost i predstavljaju je kao standardnu.

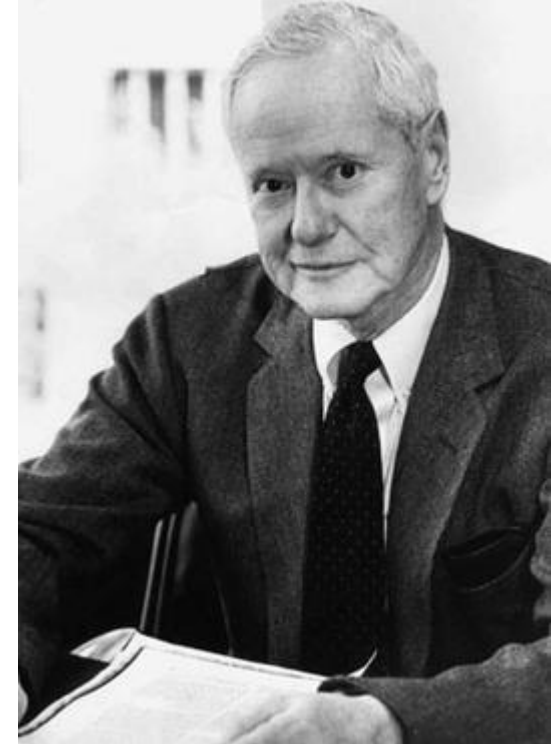


Thomas Samuel Kuhn
(1922.–1996.)

Znanostveni etos – Mertonove norme

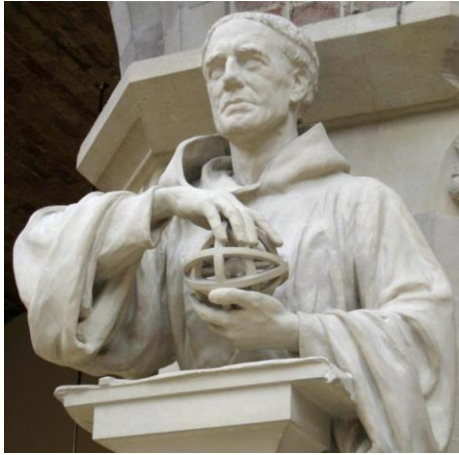
CUDOS:

- **C**ommunism,
- **U**niversalism,
- **D**isinterestedness,
- **O**rganized **S**kepticism



Robert King Merton
(Meyer Robert Schkolnick)
(1910.-2003.)

Izvori pogrešaka



Roger Bacon, OFM
(c. 1219/20–c. 1292)



Francis Bacon, 1. Vikont St. Alban,
PC, QC, 1561.–1626.)



Joseph Jastrow
(1863.–1944.)

QUATUOR OFFENDICULA

1. Težina autoriteta
2. Robovanja običajima
3. Vlast javnog mnijenja
4. Neznanje skriveno pod krinkom hinjene mudrosti

QUATUOR IDOLA

1. Idol plemena (off.3)
2. Idol kolibe (osobne i klasne predrasude)
3. Idol tržnice (neprecizna komunikacija)
4. Idol kazališta (off.1+4)

SUBJEKTIVNI i OBJEKTIVNI

- | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Ego (projekcija sebe na okolinu) | 1. Masa (<i>off.3</i>) |
| 2. Emocija | 2. Shvaćanje (<i>idol 2</i>) |
| 3. Fantazija | 3. Kult (<i>off. 1+2; idol 4</i>) |

Razdvajanje žita od kukolja

– prepoznavanje *sumnjivih* teorija (i hipoteza)

- Je li teorija u skladu s osnovnim znanstvenim principima?
- Koliko ima slobodnih parametara u teoriji?
- Koliko teorija objašnjava – objašnjava li dovoljno ili pak tvrdi da objašnjava previše?
- Rabi li valjanu logiku i na kojoj je logika razini?
- Rabi li se valjano statistika?
- Rabi li se valjano specifična metodologija danog područja
- Je li u skladu sa zdravim razumom?
- Predstavlja li *najjednostavnije* rješenje problema?

Dico ergo ad qñem q
qz pluralitas
non est ponenda sine necessitate ⁊ non
ē necessitas quare debeat poni tñus dī
secretum mensurās motum angeli. naz



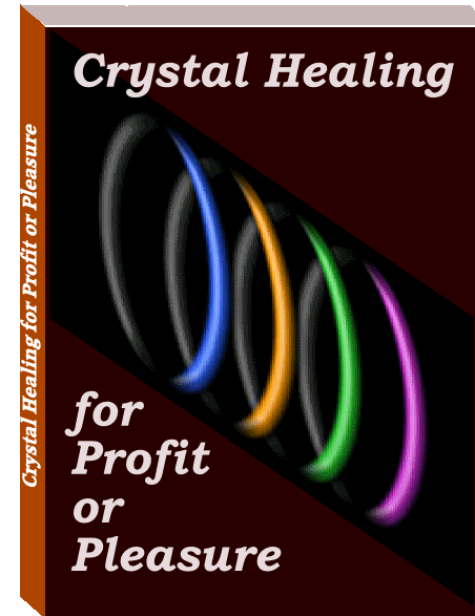
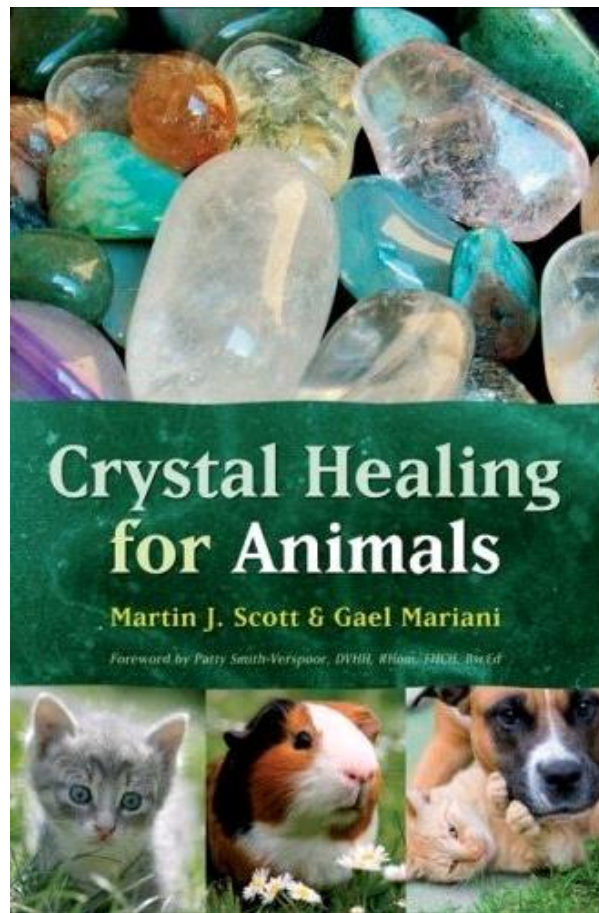
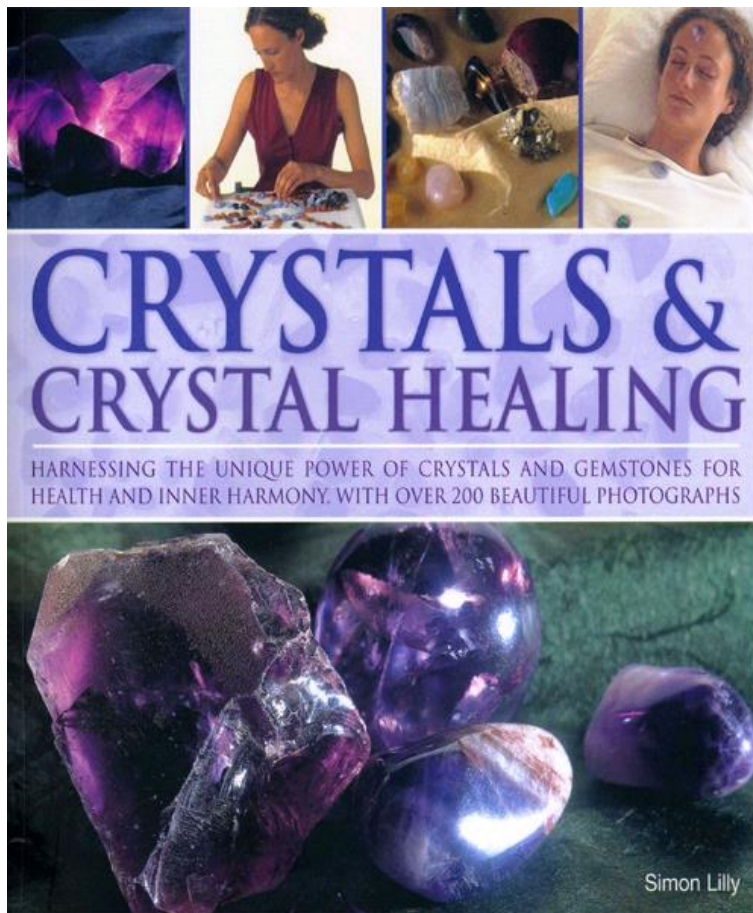
Razdvajanje žita od kukolja

– o zagovornicima teorijâ (i hipoteza)

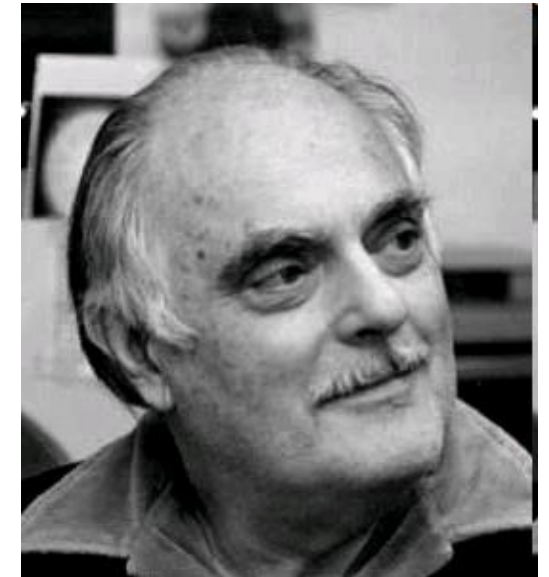
- Tko je postavio teoriju (je li predlagač kvalificiran za iznošenje teorije u dotičnom području)?
- Koliko je predlagač (ili njegovi pobornici) emotivno vezan za svoju teoriju?
- Koliko i kako se referenciraju na istraživanja/rezultate drugih istraživača?
- Ima li zagovarač kakav politički/vjerski/financijski program koji slijedi?

Pseudoznanost

- Skup tvrdnji, vjerovanja i postupaka koji su prividno znanstveni i temeljeni na činjenicama, ali se ne pridržavaju znanstvene metode (npr. hipoteze se zadržavaju i nakon što su eksperimentalno opovrgnute) i Mertonovih normi
- Često uključuje kontradiktorne i pretjerane tvrdnje koje se potvrđuju navođenjem probranih opažanja koja su u skladu s tvrdnjom (zanemarujući ona koja nisu)
- Bez sustavne metodologije provjere hipoteza
- Neotvorena prema evaluaciji (neovisnih) stručnjaka
- Koristi (prividno) stručni jezik – znanstveni termini, upotrijebljeni u značenju različitom od striktnog (znanstvenog), ali na način da to ne bude očito, te neprecizno i metaforičko izražavanje koje često u (površnog) slušatelja pobuđuje dojam dubokoumnosti.



"The crystal is a neutral object whose inner structure exhibits a state of perfection and balance. When it's cut to the proper form and when the human mind enters into relationship with its structural perfection, the crystal emits a vibration which extends and amplifies the power of the user's mind. Like a laser, it radiates energy in a coherent, highly concentrated form, and this energy may be transmitted into objects or people at will."



Marcel Vogel

Od sljedeće dvije rečenice, jedna je izjava *new-age* gurua, a druga je računalno generirani nasumični niz riječi.

Koja je koja?

1) „Skriveno značenje transformira neusporedivu apstraktnu ljepotu.”

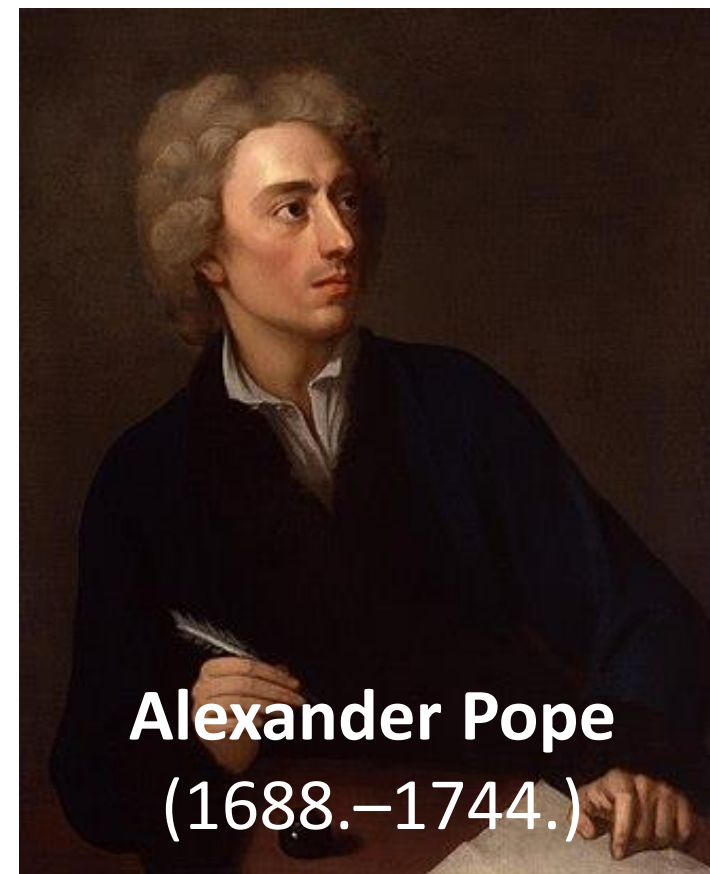
(izv. “Hidden meaning transforms unparalleled abstract beauty.”)

2) „Pažnja i namjera su mehanika manifestacije.”

(izv. “Attention and intention are the mechanics of manifestation.”)

Misao za kraj – opasnost od malo znanja.

*A little learning is a dangerous thing;
Drink deep, or taste not the Pierian spring:
There shallow draughts intoxicate the brain,
And drinking largely sobers us again.*



Alexander Pope
(1688.–1744.)

Izvori (dez)informacija sveprisutni i opće dostupni – lako je upasti u zabludu da smo informirani i da je naše subjektivno uvjerenje zapravo (objektivno) mišljenje temeljeno na činjenicama.