

# Povijest i filozofija kemije

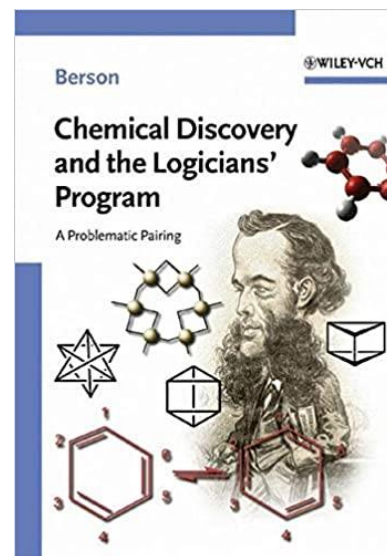
# Predgovor: O nastavi, literaturi i ostalome



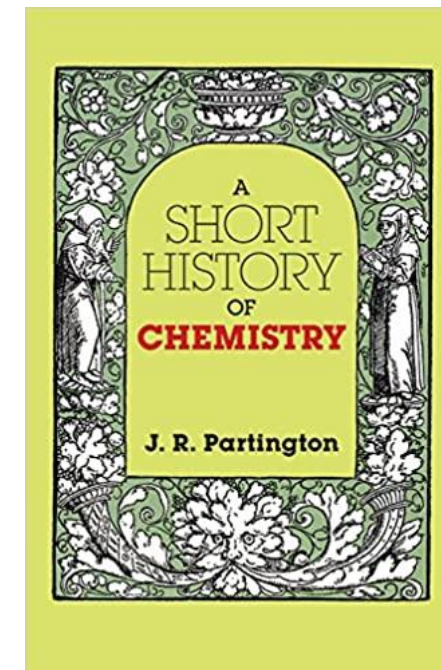
D. Grdenić, *Povijest kemije*, ŠK, Novi Liber, ZG, 2001.



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)

# kroz semestar

- Tijekom semestra studenti će (uz predavanja) dobiti i niz (10-ak) članaka koji se bave detaljno nekim aspektima povijesti kemije kao obaveznu *Lektiru*. Dotične su dužni pročitati (s razumijevanjem). Članci, kao i prezentacije s predavanja, nalazit će se u Repozitoriju na mrežnoj stranici kolegija

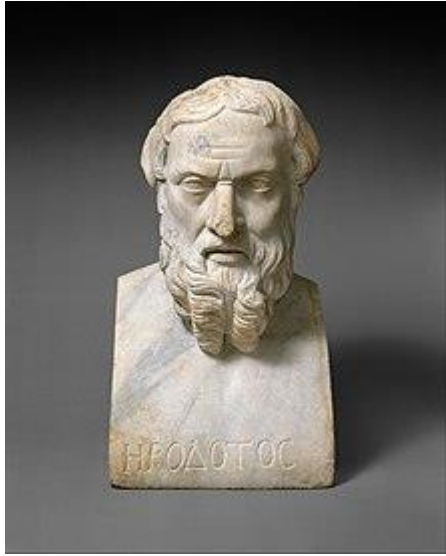
[https://www.pmf.unizg.hr/chem/predmet/pfk\\_c](https://www.pmf.unizg.hr/chem/predmet/pfk_c)

# ispit

- Usmeni ispit koji se sastoji od studentovog 'referata' o jednome od članaka iz *Lektire* za kolegij (po vlastitom izboru) te daljnjeg razgovora o odabranome članku i općenito o gradivu kolegija.

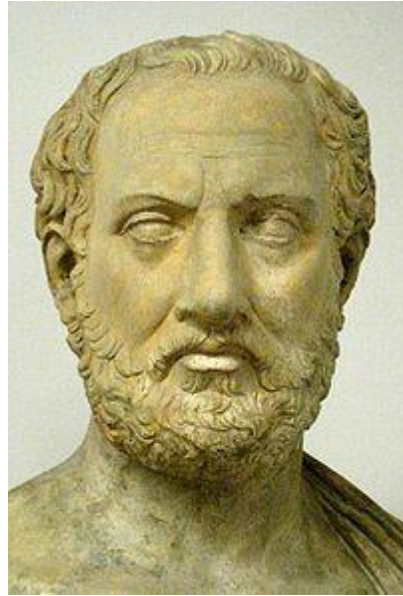
0. Povijest, filozofija, znanost

# Povijest



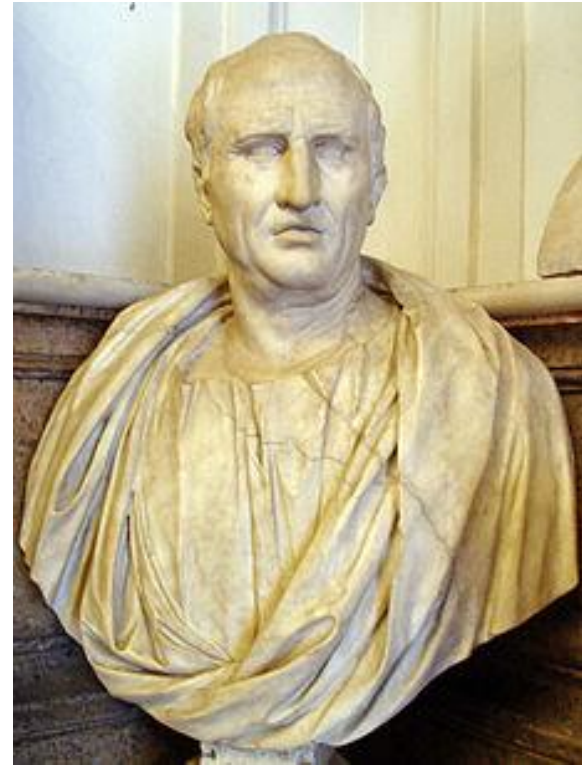
**Herodot**

(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. Tulije Ciceron, 106.–43. p.n.e.)



# Filozofija

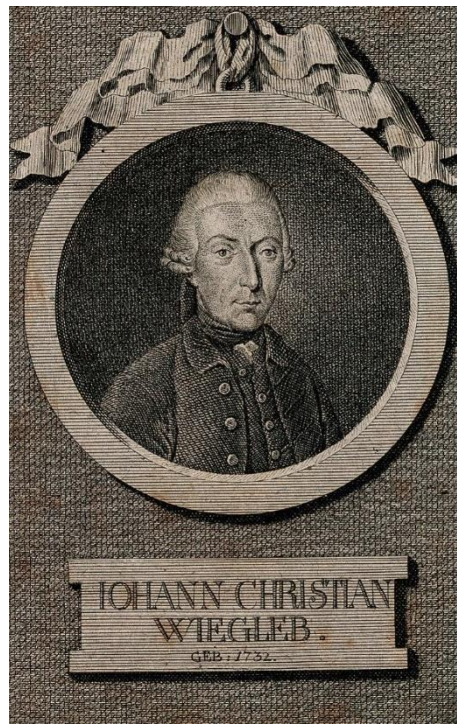




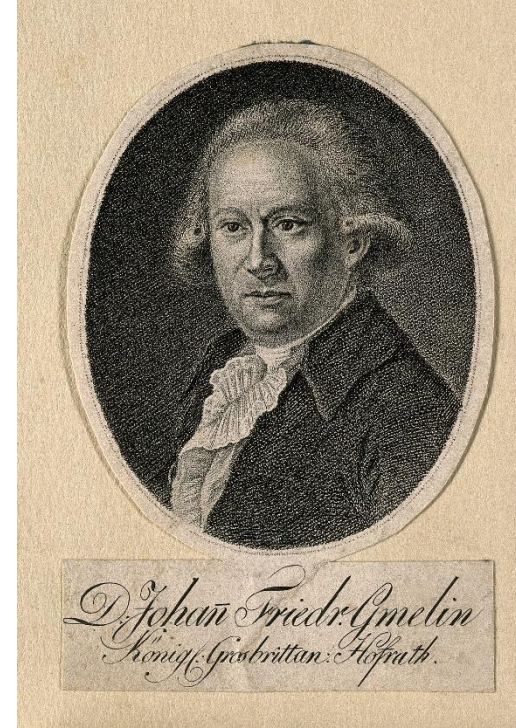




# Povijest kemije



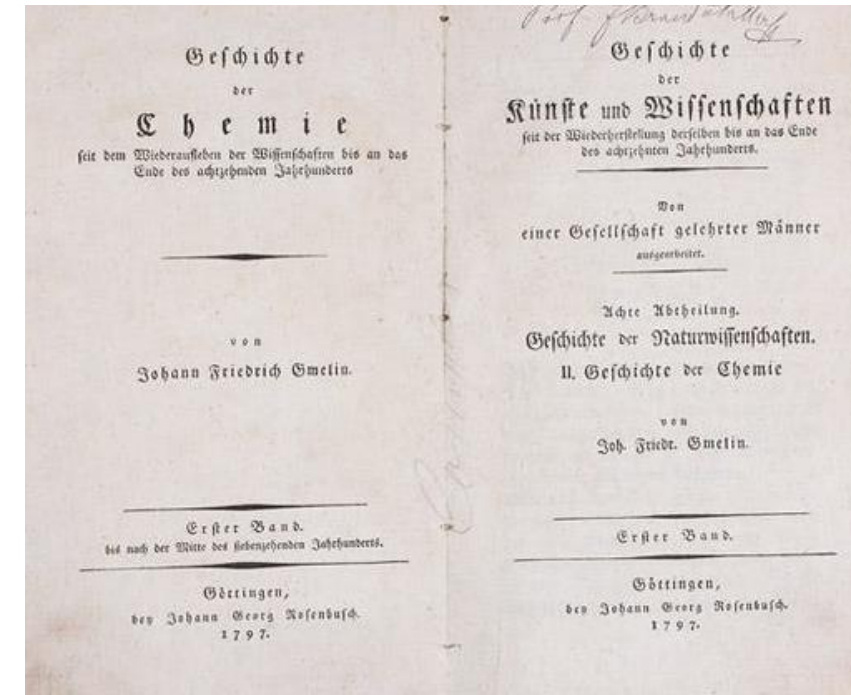
Johann Christian Wiegleb  
(1732.–1800.)



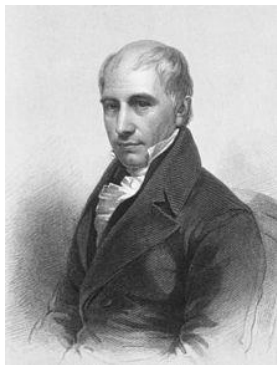
Johann Friedrich Gmelin  
(1748.–1804.)



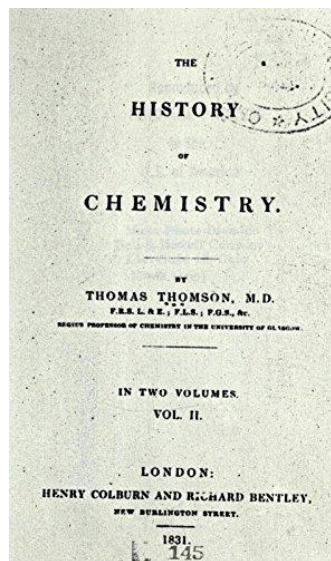
Torbern Olaf (Olof)  
Bergman (1735.–1784.)



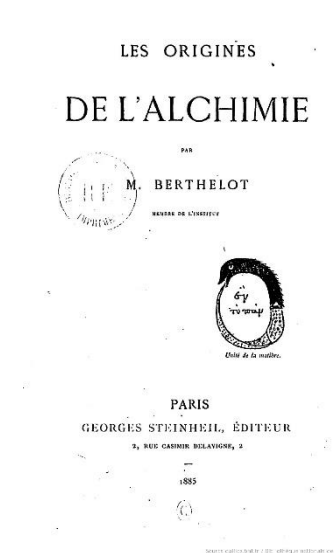
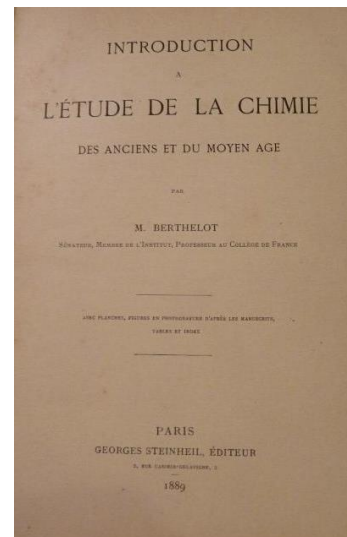




**Thomas Thomson**  
(1773.–1852.)



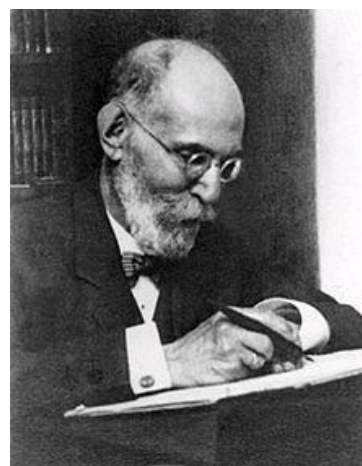
**Pierre Eugène  
Marcellin Berthelot**  
(1827.–1907.)



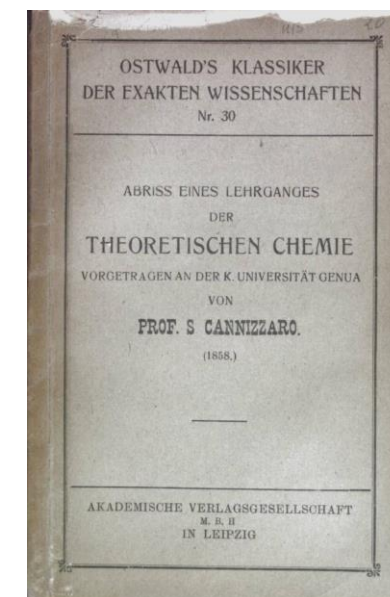
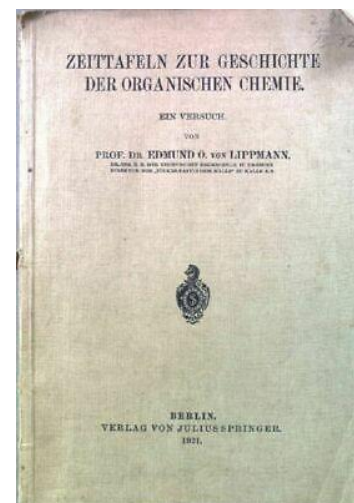
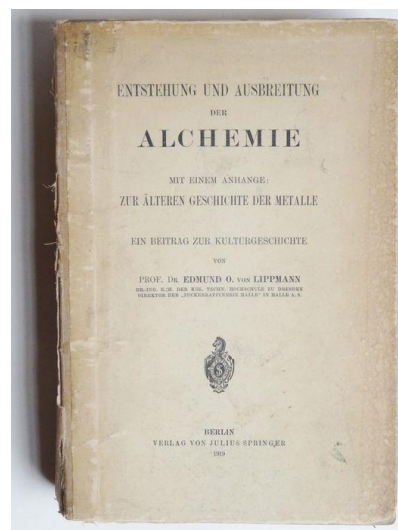
**Ernst Sigmund  
Christian von Meyer**  
(1847.–1916.)



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



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

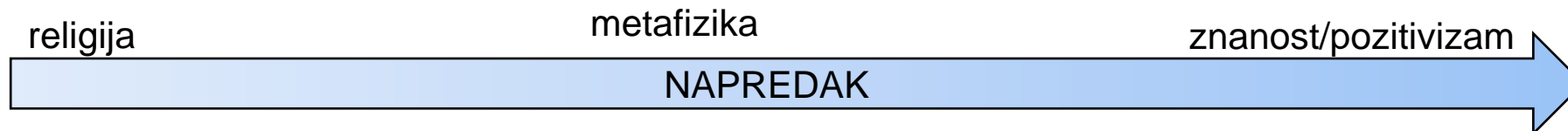
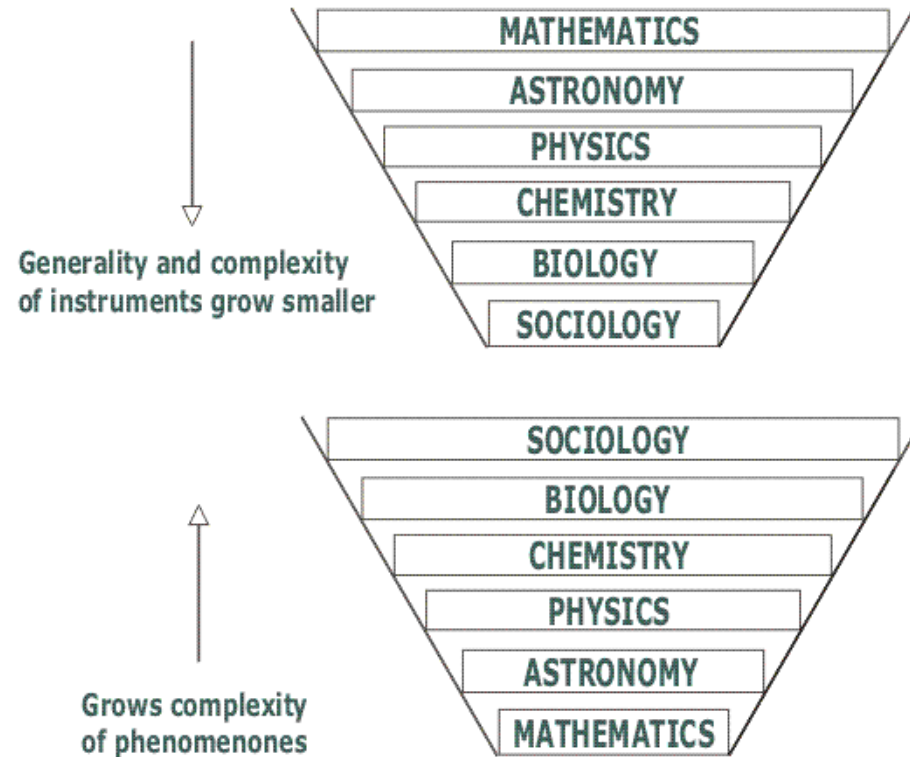


**Ostwalds Klassiker**

# Filozofija znanosti

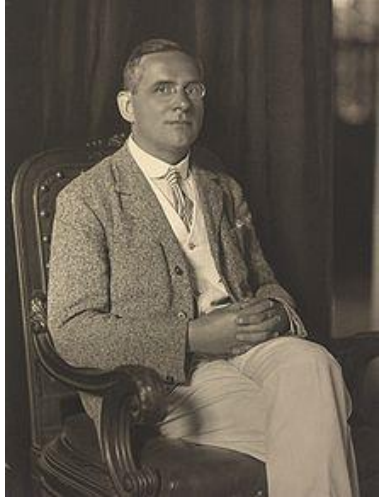


Isidore Marie **Auguste** François  
Xavier **Comte** (1798.–1857.)





# 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.

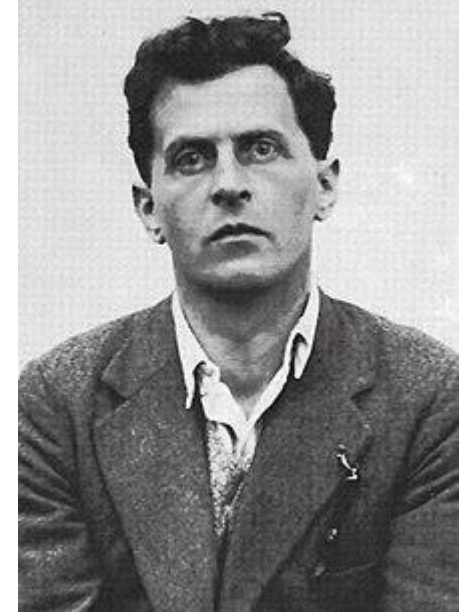


NEW YORK  
HARCOURT, BRACE & COMPANY, INC.  
LONDON: KEGAN PAUL, TRENCH TRUBNER & CO., LTD.  
1922

Welche Thiere gleichen ein-  
ander am meisten?



Kaninchen und Ente.



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



**Kurt Friedrich Gödel** (1906.–1978.)

# Filozofija kemije



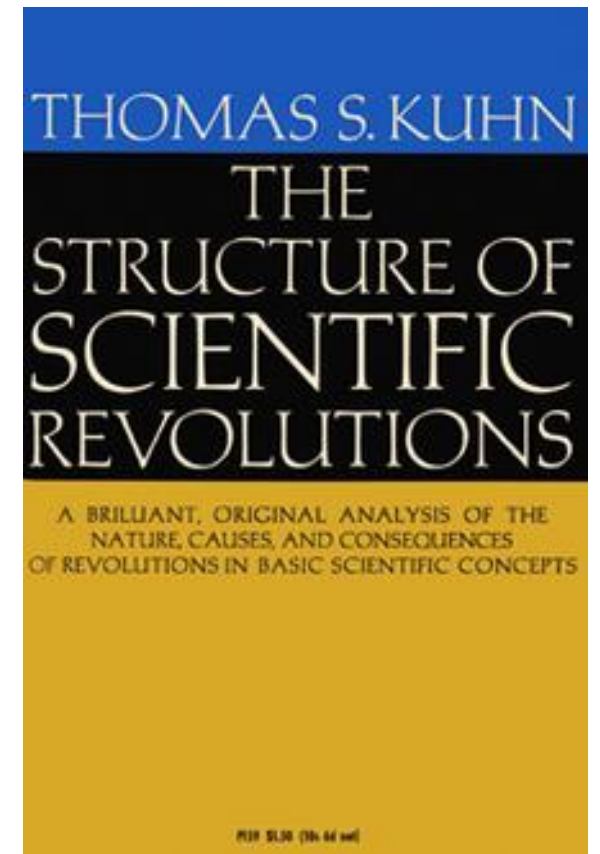
Friedrich **Wilhelm Ostwald**  
(1853.–1932.)



**Pierre Maurice Marie Duhem**  
(1861.–1916.)



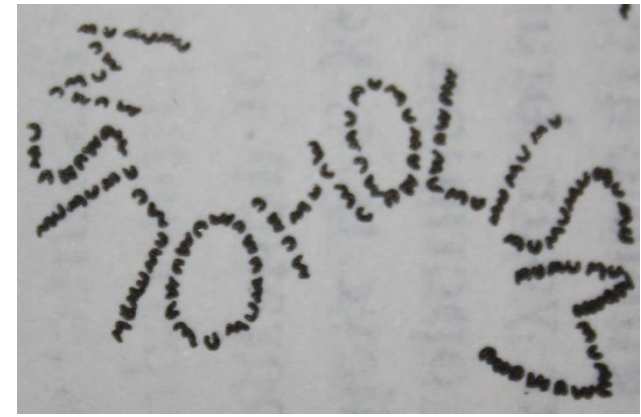
**Thomas Samuel Kuhn**  
(1922.–1996.)





# 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

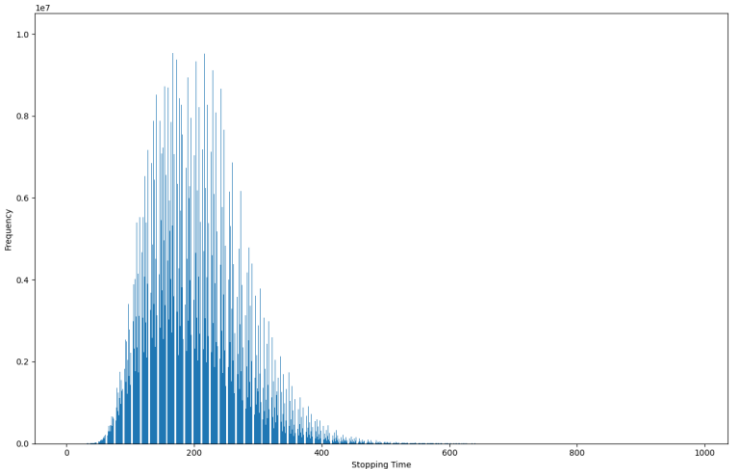
Svaka razina kompleksnosti je 'izolirana' od većine drugih razina (osim onih najbližih).



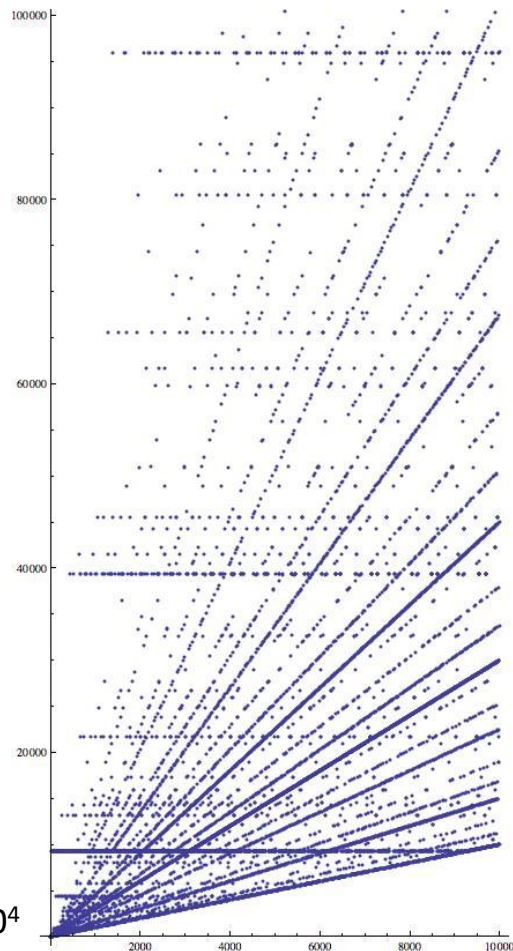
# Jednostavan primjer: Collatzovi nizovi

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

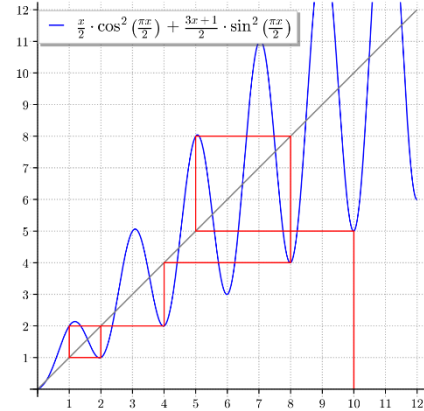
$$a_i = \begin{cases} n & \text{za } i = 0, \\ f(a_{i-1}) & \text{za } i > 0 \end{cases}$$



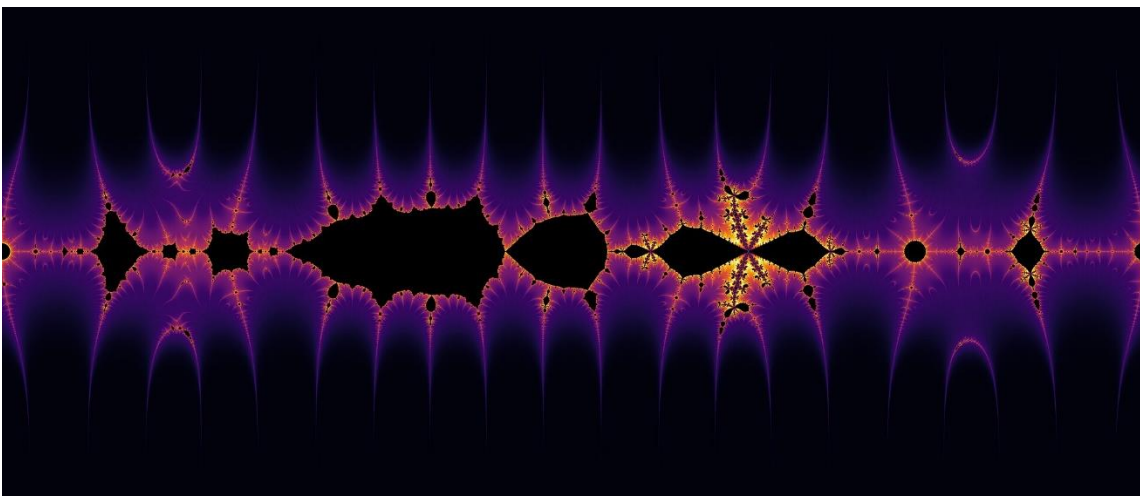
Učestalost broja članova niza za brojeve 1 to  $10^9$



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



Poopćenje u R



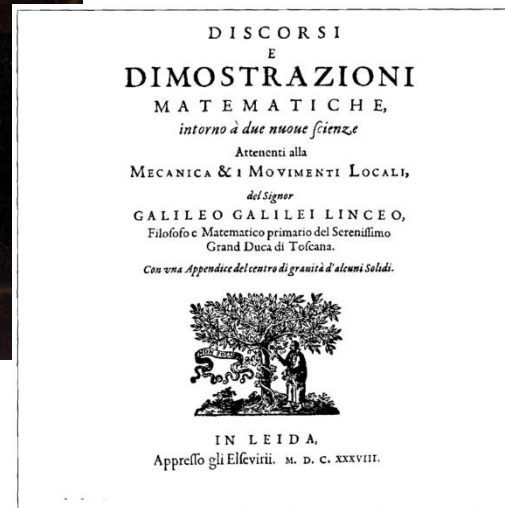
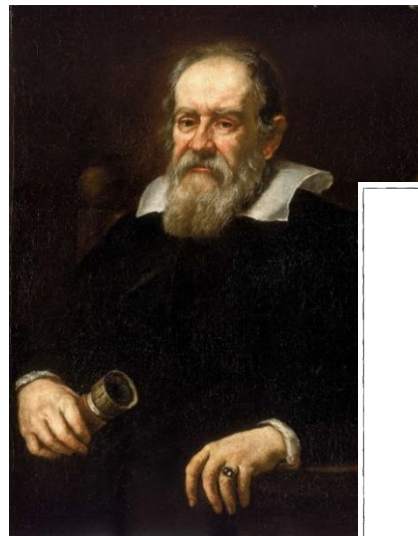
Poopćenje u C

# Znanost



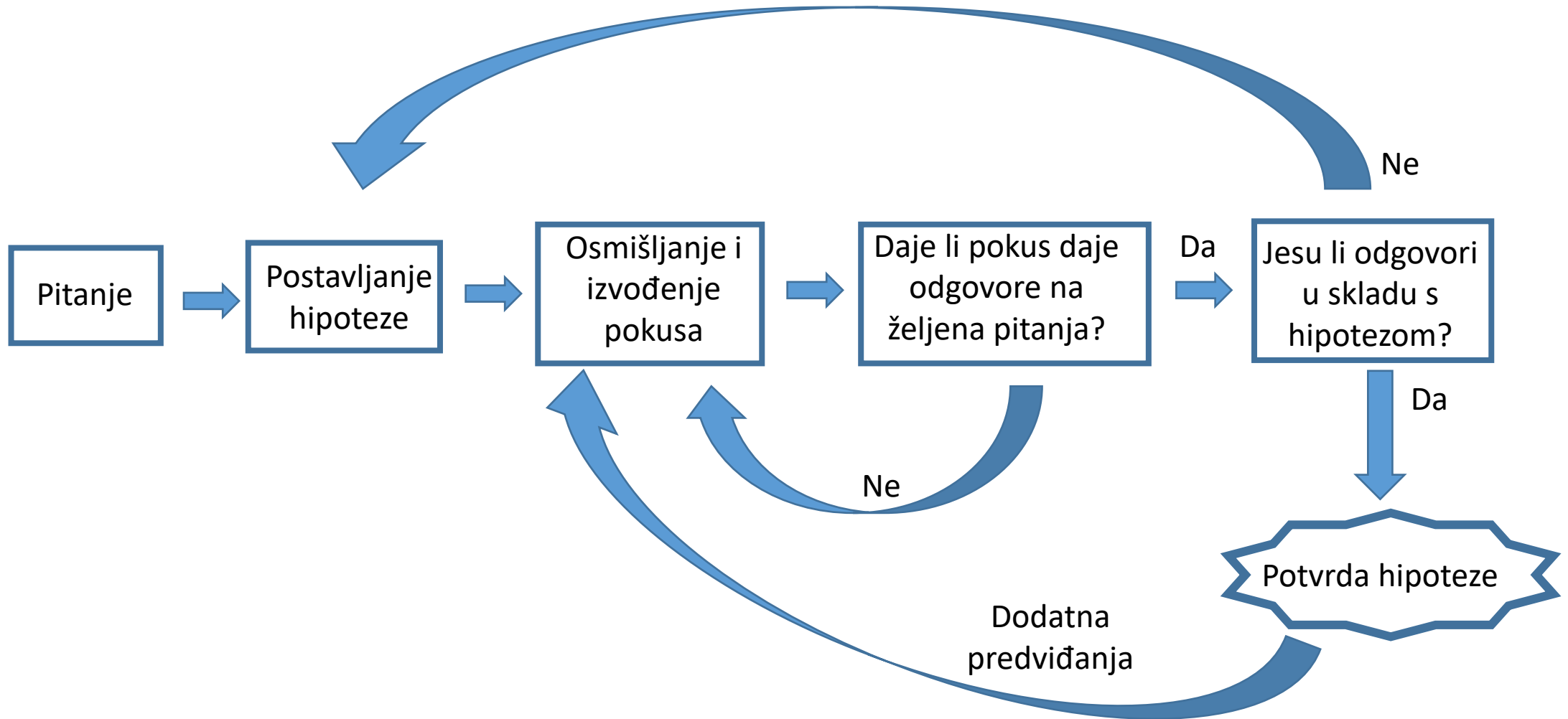
Znanost = igra koju jedan ili više igrača igraju sa svemirom prema zadanim pravilima (definiranim u XVII. st.)

Metoda za izučavanje svijeta, ne skup znanja o svijetu



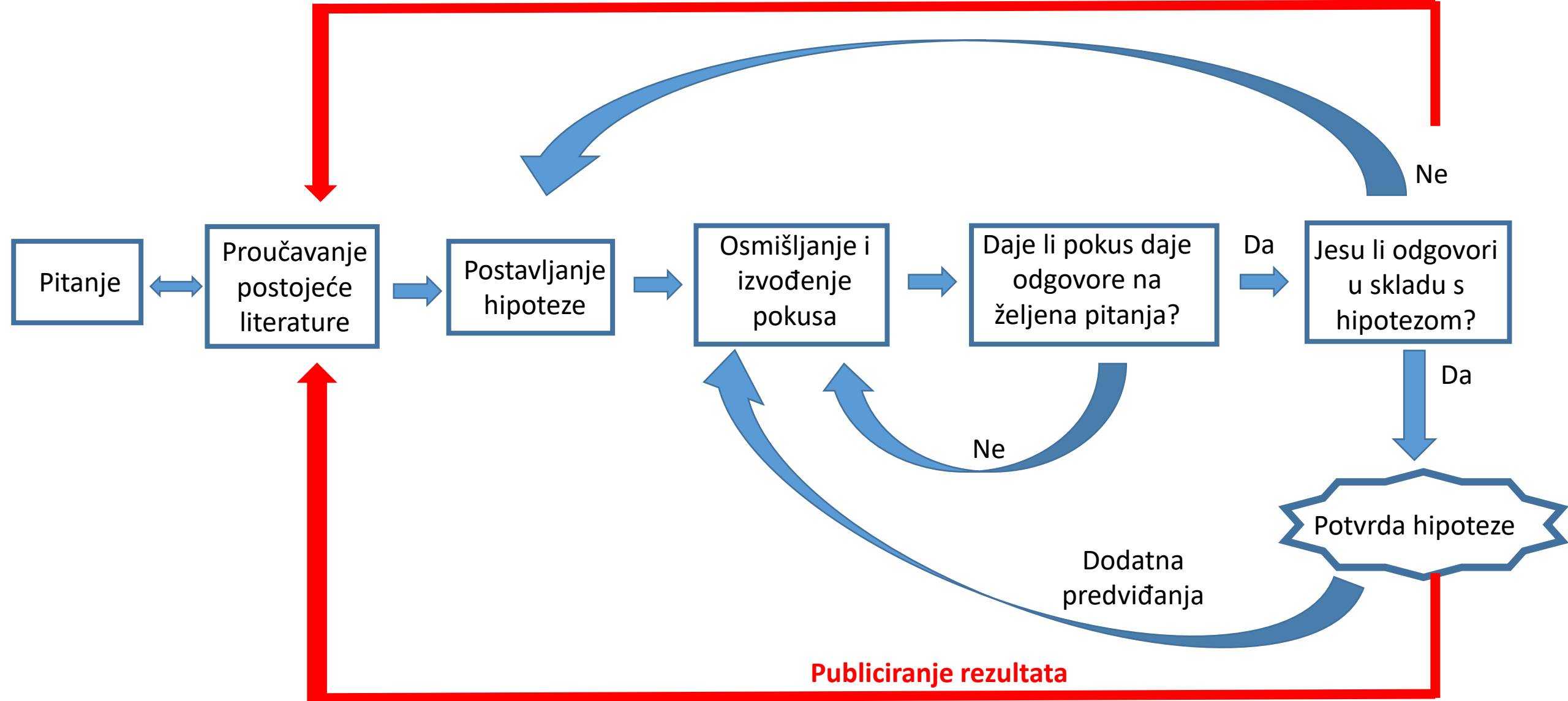


# Pravila igre – znanstvena metoda

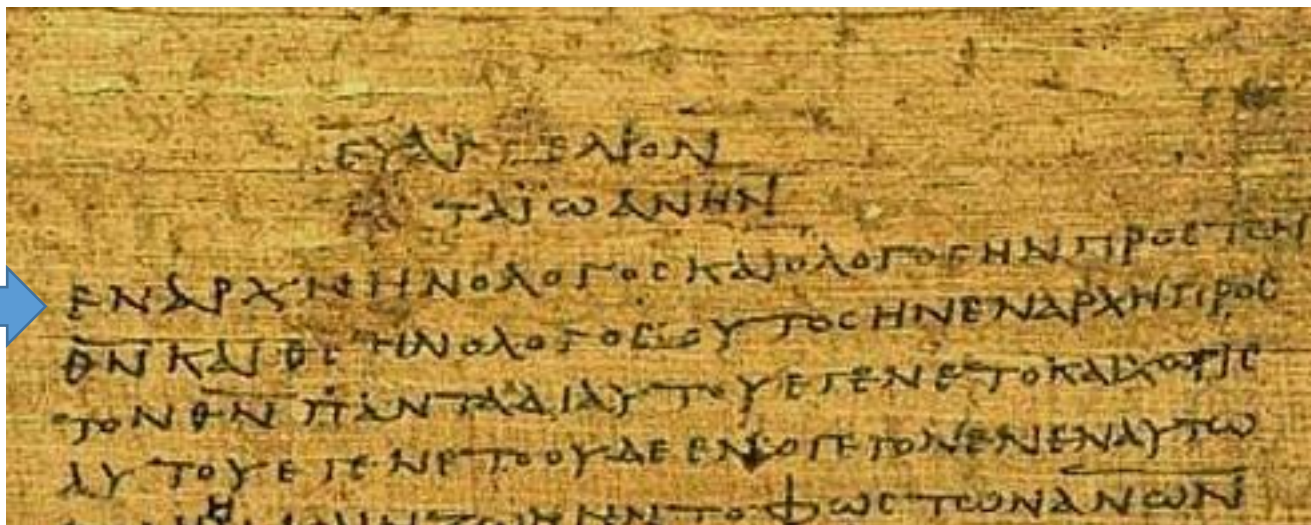


# Pravila igre – znanstvena metoda

Publiciranje rezultata



# Prije znanosti bijaše logika





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

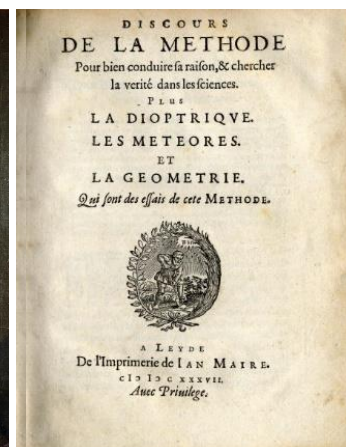
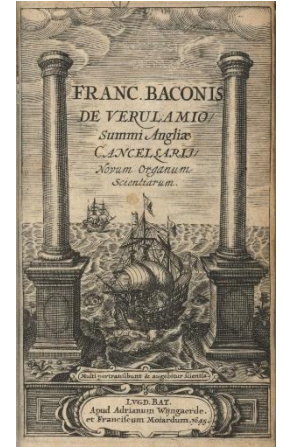
Sve mačke imaju četiri noge.  
Moj pas ima četiri noge –  
*ergo*, moja mačka je pas!



# 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.

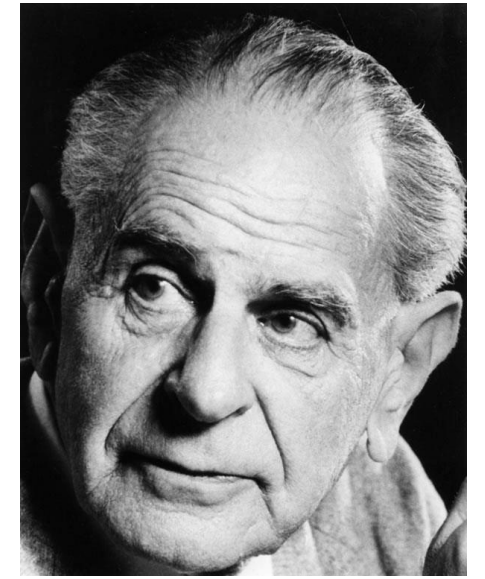
Ti si se spustio kroz dimnjak i sav si crn,  
ja sam se spustio kroz dimnjak i sav sam crn,  
*ergo*, netko je ulio crnu farbu u dimnjak!





# Indukcija ili ne?

**Problem indukcije:** *Kad god netko umre, to nikad nisam ja*



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

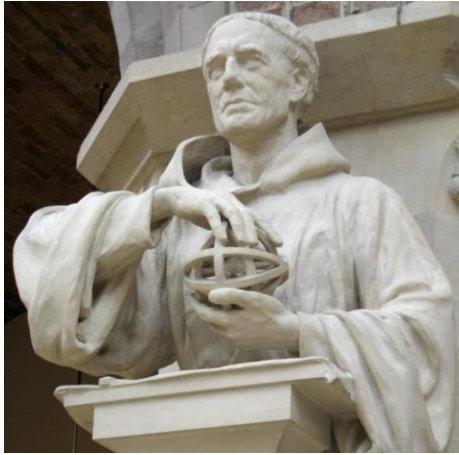


## **Münchhausenova trilema**

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)

# 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)

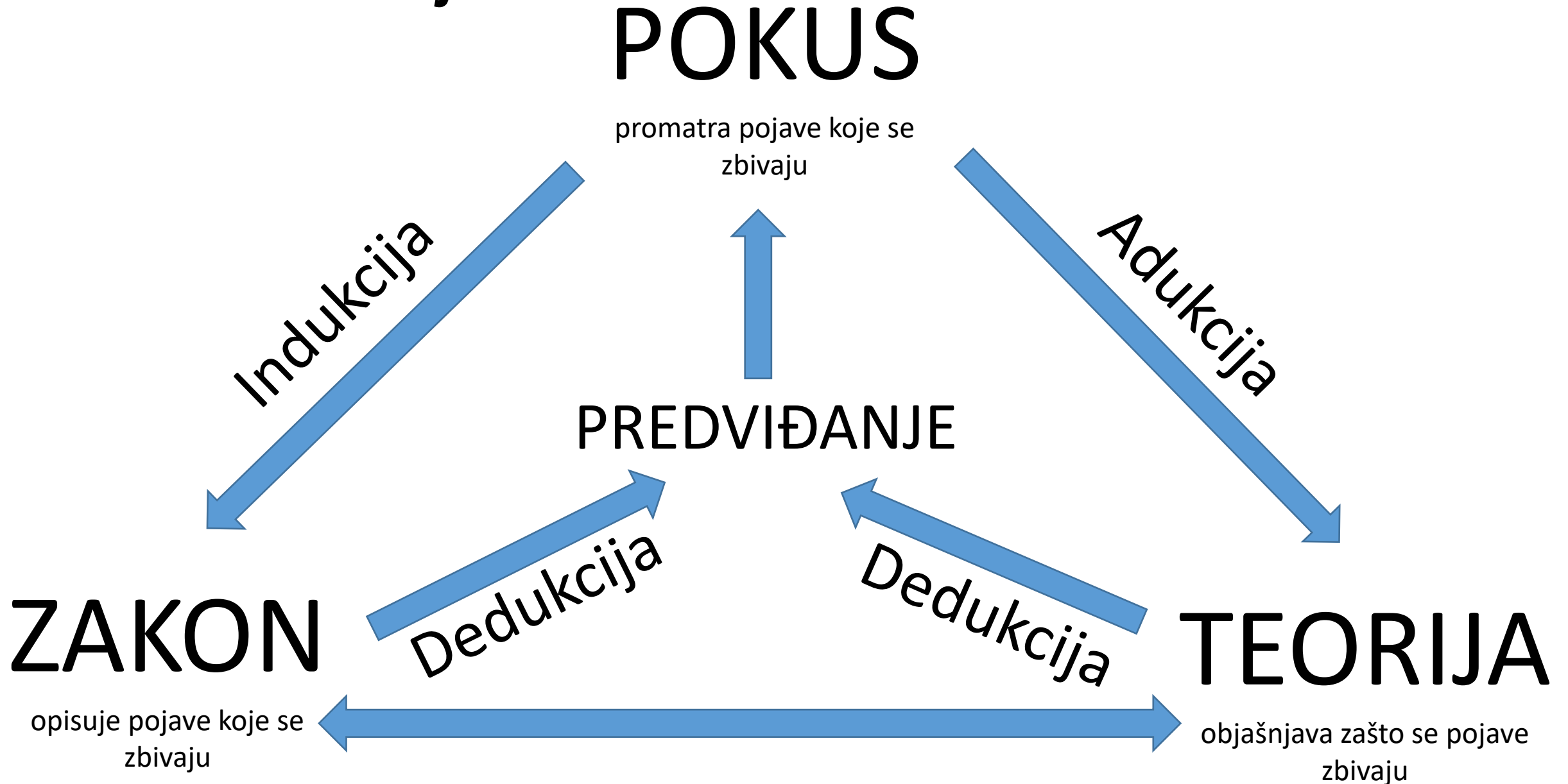
## SUBJEKTIVNI i

1. Ego (projekcija sebe na okolinu)
2. Emocija
3. Fantazija

## OBJEKTIVNI

1. Masa (*off.3*)
2. Shvaćanje (*idol 2*)
3. Kult (*off. 1+2; idol 4*)

# Zakoni i teorije





# Zakoni – fundamentalni i izvedeni

Indukcija

Dedukcija

- Fundamentalni zakoni:
  - Zakoni očuvanja (energije, količine gibanja, kutnog momenta, parnosti)
  - Zakoni temeljnih sila (Newton, Coulomb...)
  - Postulati kvantne mehanike
  - Stavci termodinamike (0.-2.)
  - Einsteinovi postulati
- Izvedeni zakoni:
  - Plinski zakoni (Boyle, Gay-Lussac, ...)
  - Zakoni elektrolize (Faraday)
  - Keplerovi zakoni (astronomija)
  - Zakoni nasljeđivanja (Mendel)
  - ...

Osnova  
(aksiomi)  
teorije

# 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.

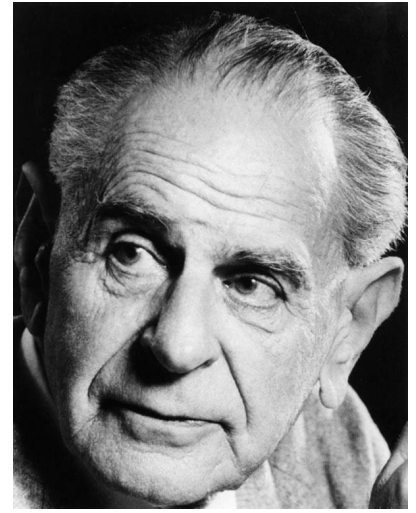
Teorija je to bolja što je lakše konstruirati takvu izjavu.

## Primjer:

**Th. 1.:** Drveće je neinteligentno

vs.

**Th. 2.:** Drveće je inteligentno, toliko inteligentnije 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

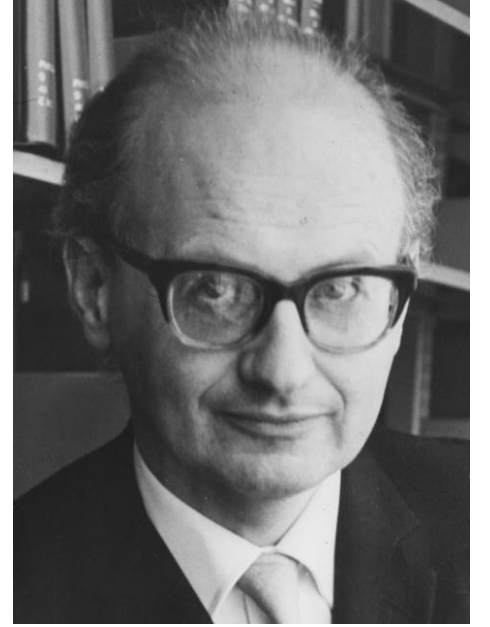


# Zamjena stare teorije novom

- 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  $l \gg \lambda$ , 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.

# 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?

**D**ico 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

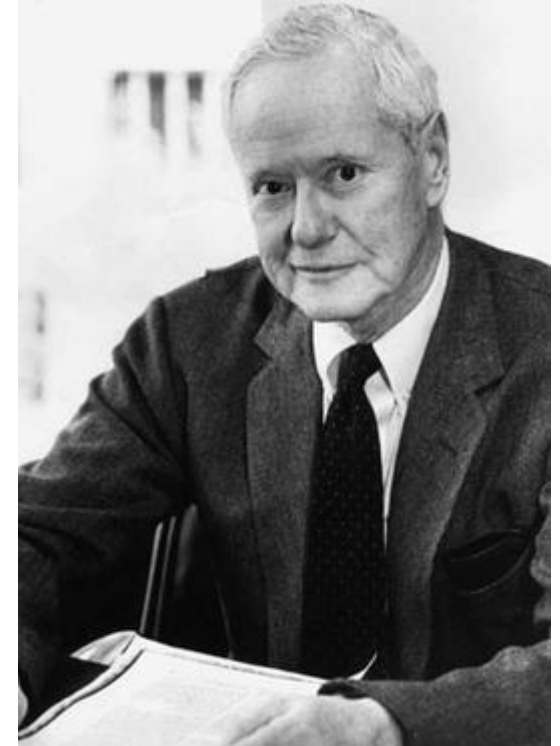
## – o zagovornicima teorijâ (i hipoteza)

- 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?

# Znanstveni etos

## **CUDOS:**

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



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

# 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.



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.”)