

# VELIKA OTKRIĆA

STO NAUČNIKA KOJI SU PROMENILI SVET





# VELIKA

# OTKRIĆA

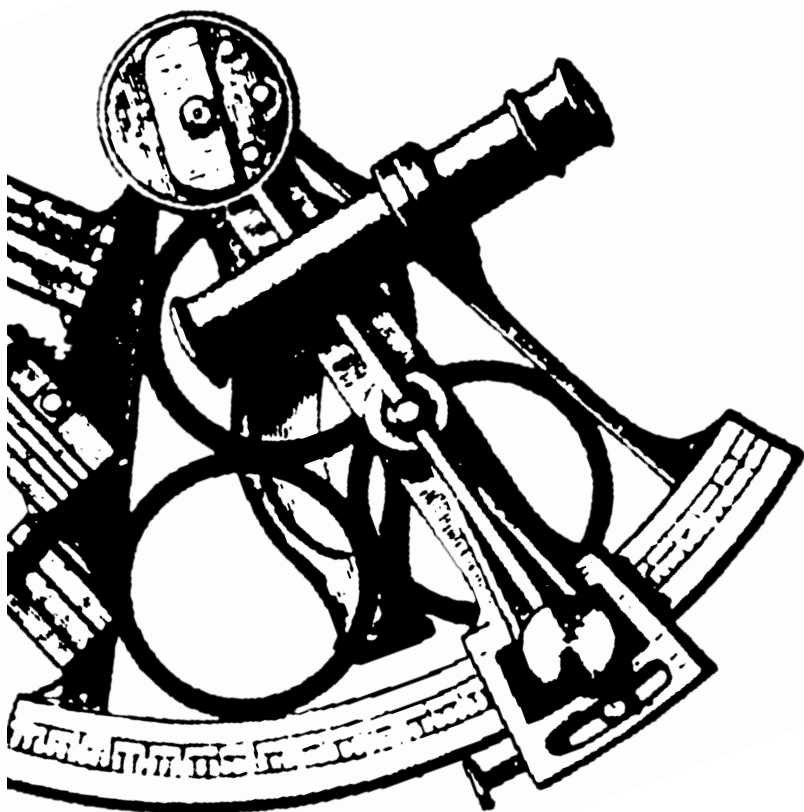
STO NAUČNIKA KOJI SU PROMENILI SVET

DŽON BALKIN

Preveli  
Dejan Ćirić i saradnici

— Laguna —

# SADRŽAJ



Naslov originala  
John Balchin  
QUANUM LEAPS: 100 SCIENTISTS WHO CHANGED THE WORLD

Copyright © Arcturus Publishing Limited 2003  
Translation copyright © 2009 za srpsko izdanje, LAGUNA

Edited by Paul Whittle • Cover and book design by Alex Ingr

Džon Balkin  
**VELIKA OTKRIĆA**  
STO NAUČNIKA KOJI SU PROMENILI SVET

Za izdavača: Dejan Papić • Stručni redaktor: Milan Ćirković • Slog i prelom:  
Aleksandar Vulović • Lektura: Vesna Smiljanić Rangelov • Korektura: Maja  
Milenković Pejović • Štampa i povez: Margo-art, Beograd  
• Izdavač: **Laguna**, Beograd; Resavska 33 • tel. 011/3347-547  
• www.laguna.rs • e-mail: info@laguna.rs

CIP - Каталогizacija u publikaciji Narodna biblioteka Srbije, Beograd

**BALKIN, Džon, 1977-**

Velika otkrića : sto naučnika koji su promenili svet / Džon Balkin ; prevod  
Dejan Ćirić i saradnici. - Beograd : Laguna, 2009 (Beograd : Margo-art). - 208  
str. : ilustr. ; 29 cm Prevod dela: Quantum Leaps / by John Balchin.- Registar.

ISBN 978-86-521-0346-1  
001.89(031)  
001:929(031)

a) Naučna otkrića - Leksikoni b) Naučnici - Biografije  
COBISS.SR-ID 172154636

## ▶ ANTIKA

Anaksimandar .....	8
Pitagora .....	10
Hipokrat sa Kosa .....	12
Demokrit iz Abdere .....	14
Platon .....	16
Aristotel .....	18
Euklid .....	20
Arhimed .....	22
Hiparh .....	24

## ▶ PRVI MILENIJUM

Džang Heng .....	26
Ptolomej .....	28
Galen iz Pergama .....	30
Al Horezmi .....	32

## ▶ PETNAESTI VEK

Johan Gutenberg .....	34
Leonardo da Vinči .....	36
Nikola Kopernik .....	38

## ▶ ŠESNAESTI VEK

Andreas Vezalijus .....	40
Vilijam Gilbert .....	42
Frensis Bekon .....	44
Galileo Galilei .....	46
Johan Kepler .....	48
Vilijam Harvi .....	50
Johan van Helmont .....	52
Rene Dekart .....	54

## ▶ SEDAMNAESTI VEK

Blez Paskal .....	56
Robert Bojl .....	58
Kristijan Hajgens .....	60
Antoan van Levenhuk .....	62
Robert Huk .....	64

---

► OSAMNAESTI VEK

Ser Isak Njutn .....	66
Edmund Halej .....	68
Tomas Njukomen .....	70
Danijel Farenhajt .....	72
Bendžamin Frenklin .....	74
Džozef Blek .....	76
Henri Kevendiš .....	78
Džozef Pristli .....	80
Džejms Vat .....	82
Šarl de Kulon .....	84
Žozef Mongolfje .....	86
Karl Vilhelm Šele .....	88
Antoan Lavoazje .....	90
Grof Alesandro Volta .....	92
Edvard Džener .....	94
Džon Dalton .....	96
Andre-Mari Amper .....	98

► DEVETNAESTI VEK

Amedeo Avogadro .....	100
Žozef Gej-Lisak .....	102
Čarls Bebidž .....	104
Majkl Faradej .....	106
Čarls Darvin .....	108
Džejms Džul .....	110
Luj Paster .....	112
Johan Gregor Mendel .....	114
Žan-Žozef Lenoa .....	116
Lord Kelvin .....	118
Džejms Klark Meksvel .....	120
Alfred Nobel .....	122
Vilhelm Gotlib Dajmler .....	124
Dmitrij Mendeljejev .....	126
Vilhelm Konrad Rendgen .....	128
Tomas Alva Edison .....	130
Aleksandar Grejam Bel .....	132
Antoan-Anri Bekerel .....	134
Pol Erlih .....	136

► DVADESETI VEK

Nikola Tesla .....	138
Ser Džon Džozef Tomson .....	140
Sigmund Frojd .....	142
Hajnrih Rudolf Herc .....	144
Maks Plank .....	146
Leo Bakelend .....	148
Tomas Hant Morgan .....	150
Marija Kiri .....	152
Ernest Raderford .....	154
Braća Rajt .....	156
Guljelmo Markoni .....	158
Frederik Sodi .....	160
Albert Ajnštajn .....	162
Aleksandar Fleming .....	164
Robert Godard .....	166
Nils Bor .....	168
Ervin Šredinger .....	170
Henri Mozli .....	172
Edvin Habl .....	174
Ser Džejms Čedvik .....	176
Frederik Banting .....	178
Luj de Brojli .....	180
Enriko Fermi .....	182
Verner Hajzenberg .....	184
Linus Karl Pauling .....	186
Robert Openhajmer .....	188
Ser Frenk Vitl .....	190
Edvard Teler .....	192
Vilijam Šokli .....	194
Alan Tjuring .....	196
Džonas Salk .....	198
Rozalind Frenklin .....	200
Džejms Džui Votson .....	202
Stiven Hoking .....	204
Tim Berners-Li .....	206
<i>Naučnici od A do Ž</i> .....	208
<i>O ilustracijama</i> .....	208

---

## Predgovor

**Z**iveti u današnje vreme znači biti suočen s dostignućima nauke. Nauka se ogleda kroz televiziju, motor sa unutrašnjim sagorevanjem, avion i kompjuter. To su samo neke tvorevine.

Ipak, potrošački proizvodi kao što su ovi, samo su jedan aspekt blagodeti koju nauka donosi čovečanstvu. Na primer, mnogo češće je oblast medicine prenebregnuta u korist mnogo „glamuroznijih“ oblasti kao što su astrofizika ili raketna tehnika.

Do XIX veka smrt od raznih bolesti bila je svakodnevna opasnost. I velike boginje i paraliza pokosile su milione dok Edvard Džener nije došao do jednostavnog, ali revolucionarnog otkrića da su mlekarice zaražene kravljim boginjama otporne na velike boginje, a Džonas Salk potom razvio vakcinu protiv paralize. Obe bolesti su nastavile da odnose žrtve i u modernom svetu, ne zbog nemoći nauke već zbog tragičnog opiranja bogatih država da njene blagodeti dele sa siromašnima.

Nauka je takođe stvorila manje korisne proizvode kao što su tenk, automatska puška, atomska bomba, ali je isto tako postigla rezultate bez obzira na to što bi se neki od njih mogli staviti pod moralnu sumnju. Nauka stoji nasuprot sujeverju, vradžbinama i religiji.

Uostalom, važno dostignuće nauke bi mogao da bude, što je verovatno još značajnije, i sam naučni metod koji polazi od empirijskog posmatranja i stiže do teorije, a zatim, uz nove dokaze, vodi do promene i razvoja te teorije.

Mi dan-danas možemo prizivati kišu, ali razumemo fizičke uzroke vremenskih prilika i, do izvesne granice, možemo na njih uticati. Mi više to ne pripisujemo delovanju nekog božanstva i ne žrtvujemo prvo-rođenu decu u nadi da će nam se bogovi smilovati.

Ovaj metod je u suprotnosti sa prethodnim načinom otkrivanja istine uz pomoć „autoriteta“, čija se mišljenja smatraju istinitim ne na osnovu toga šta tvrde već na osnovu toga ko to tvrdi.

Odbivši takvo poimanje istine, naučnici pobrojani u ovoj knjizi posmatrali su svet i predlagali teorije da bi ga objasnili, i te teorije menjali da bi koristile daljim posmatranjima.

Izlaz iz mraka sujeverja u svetlost razuma nije uvek bio lak. Kad se Vezalijus drznuo da opovrgne autoritet Galena, osuđen je kao lažljivac i ludak; tvrdnje braće Mongolfje naišle su na puku sumnjičavost. I Galileo i Kopernik su jedva izbegli lomaču sledeći ideje Đordana Bruna i predlažući heliocentričnu teoriju Sunčevog sistema nasuprot prihvaćenoj crkvenoj dogmi. Ostali su dosledni u svojim tvrdnjama, kojima su čovečanstvu osvetljavali put.

O velikim ljudima koji su ušli u ovu knjigu, Bertrand Rasel se poetično izrazio nazvavši ih „svom blistavošću zenita ljudske genijalnosti“. Koliko daleko će nas voditi baklje koje su oni upalili i koliko će nauka dalje napredovati pokazaće generacije naučnika koji će tek menjati svet.



**STO NAUČNIKA  
KOJI SU PROMENILI SVET**

# ANAKSIMANDAR

oko 611–547. g. p.n.e.



## NAPOMENA O PODACIMA

Osim činjenice da je Anaksimandar rođen verovatno negde oko **611. g. p.n.e.** u grčkom gradu Miletu na azijskoj obali Turske, njegov život nam je veoma malo poznat. Razlog je uglavnom to što je on veoma malo pisao ostavivši taj zadatak svojim učenicima. Ono što znamo došlo je do nas iz druge ruke, od kasnijih grčkih naučnika-filozofa, koji su se, prirodno, interesovali za učinke slavnog prethodnika.

**Z**amisli svet za koji svi znaju da je ravan i oslonjen na stubove u ogromnom prostoru. Široko je bilo prihvaćeno uverenje da je ovaj svet središte univerzuma nalik šatoru, na čijim su ivicama prikačene zvezde, sve podjednako udaljene od Zemlje. Sada zamisli da si obavešten da, nasuprot opšteprihvaćenom mišljenju, svet pluta, da nije oslonjen ni na šta i da zvezde, Mesec i Sunce ne sa-

mo da su na različitim udaljenostima već kruže oko trodimenzionalne zemlje. To bi bio revolucionaran koncept, potpun preobražaj prostojećeg poimanja sveta i divovski skok u naučnom razumevanju kakav je učinio Anaksimandar.

## ► TEORIJA O POČETKU

Najpoznatiji kao utemeljivač moderne astronomije, Anaksimandar je početna tačka današnjeg zapadnog koncepta univerzuma. Ovaj



## *Anaksimandar je u stvari otkrio ideju prostora – univerzum sa dubinom.*

Grk je rođen i umro u Miletu, u današnjoj Turskoj, mada se misli da je mnogo putovao dok je uobličavao svoje gledište kosmosa. Anaksimandar je bio učenik Talesa iz Mileta, koji je sam stvorio originalno delo u fizici, filozofiji, geometriji i astronomiji. Kao o Talesovom, veoma malo se zna i o Anaksimandrovom životu, a sačuvan je samo jedan pasus njegovog originalnog teksta. Ostalo što znamo potiče iz opisa kasnijih Grka, naročito Aristotela i Teofrasta. U krajnjem slučaju, oni pamte Anaksimandra više kao filozofa nego kao naučnika koji je uobličio hrabru teoriju o „početku“ ili „beskonačnosti“. Ideja je bila njegovo „prvo načelo“ svih pojava bez početka i bez kraja, ali od „nje potiče vasiona i svetovi u njoj“ (iz Teofrastovog opisa Anaksimandarovog dela). To je njegova ideja u astronomiji koja je imala dugovečan uticaj pošto je pripremila teorije koje su promenile svet.

### ► TOPOGRAFSKI UNIVERZUM

Anaksimandrov najvažniji iskorak bilo je shvatanje da Zemlja stoji potpuno slobodno u središtu univerzuma. Drugi grčki mislioci su prihvatili mišljenje da je Zemlja ravna ploča koja se održava na vodi, stubovima ili na neki drugi način. Iako Anaksimandar očigledno nije imao predstavu o sili Zemljine težje, podržavao je svoj dokaz pretpostavkom da, pošto

je Zemlja u središtu univerzuma i „na istoj razdaljini od krajnjih tačaka, ne teži da se kreće ni prema gore ni prema dole ni na stranu i, pošto je nemoguće da se kreće u oba smera istovremeno, ona neizbežno stoji tamo gde se nalazi“ (Aristotelovo objašnjenje Anaksimandrove teorije). Štaviše, pošto Zemlja slobodno stoji, to je Anaksimandru omogućilo da predloži ideju da Sunce, Mesec i zvezde obilaze ceo krug oko Zemlje. Ovo na primer objašnjava zašto Sunce zalazi na zapadu, a izlazi na istoku. Novo revolucionarno viđenje sveta pojavilo se kada se ovoj ideji doda ideja da Zemlja lebdi.

### ► PROSTOR IZMEĐU ZVEZDA

Anaksimandar je zapravo otkrio ideju „prostora“ ili univerzum sa dubinom. Radije nego da vidi Zemlju u stilu planetarijuma s nebeskim svodom, on je predložio nebeska tela (Sunce, Mesec, zvezde) koja su različito u daljena od Zemlje, s vazduhom ili prostorom između njih. Pokušao je da odredi razdaljinu ovih tela od Zemlje dok kruže oko nje, mada je pogrešno predložio da su zvezde bliže od Meseca, a da je Sunce udaljenije. Anaksimandar je možda nacrtao mapu svoje verzije univerzuma. Iako pogrešna u pojedinostima, ona je mogla biti ogromna promena u grafičkom predstavljanju kosmosa.

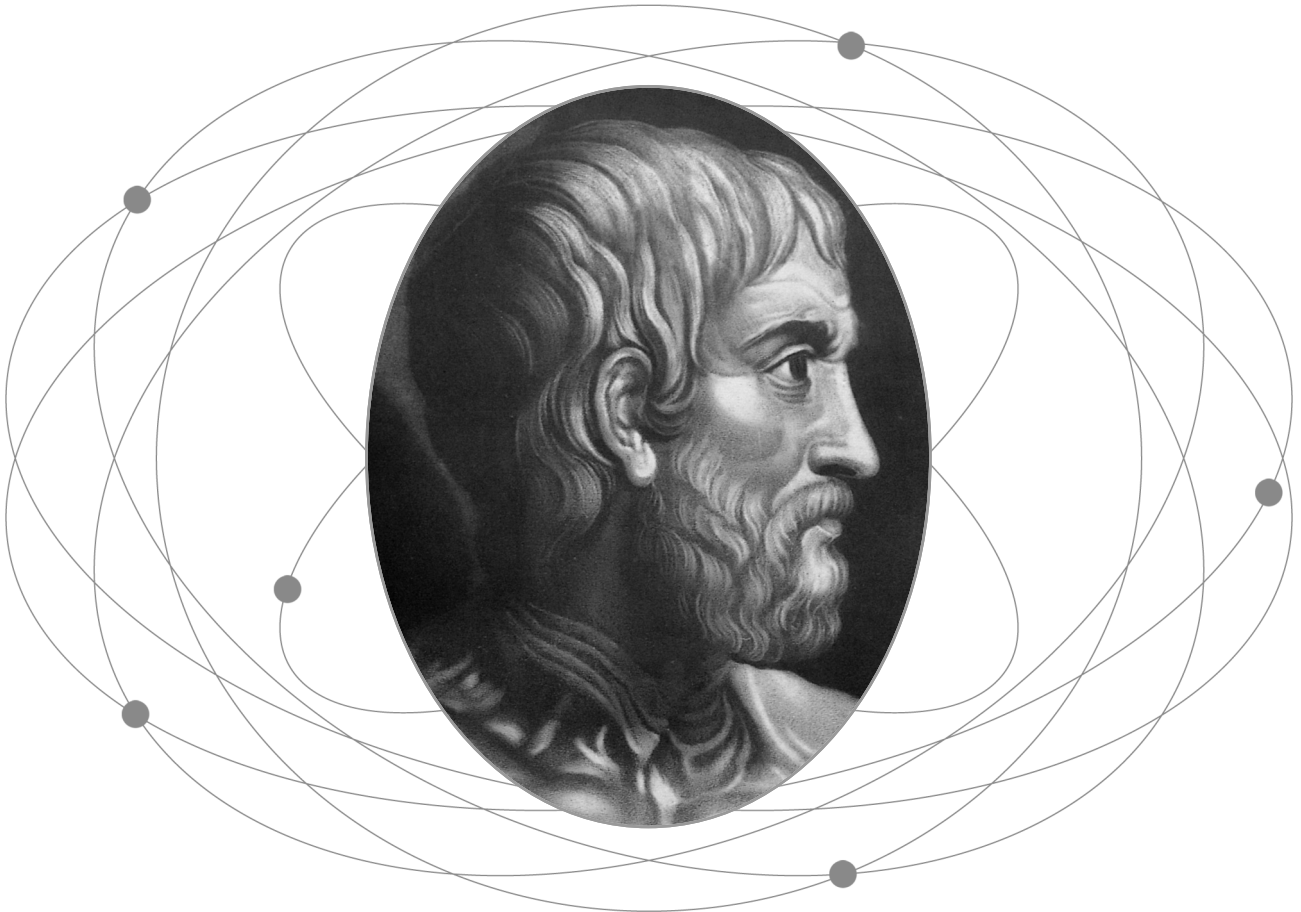
### DALJA DOSTIGNUĆA

*Anaksimandar nije bio samo astronom. Smatra se da je uveo sunčani časovnik u Grčkoj iz Vavilona upotrebljavajući ga da odredi dugodnevnicu i ravnodnevnicu. U geografiji se smatra da je nacrtao prvu mapu poznatog sveta, što je samo po sebi veliki prodor. U međuvremenu je,*

*svojim verovanjem da čovečanstvo potiče od prvobitnih životinja naseljenih na Zemlji, i nehotice nagovestio Darvinovu teoriju u biologiji. Anaksimandar je verovao da su to prvobitne vrste riba koje su preuzele nove oblike usled isparavanja vode zagrevane Suncem.*

# PITAGORA

oko 581–497. g. p.n.e.



## HRONOLOGIJA

• predpostavlja se da je u svojim četrdesetim godinama putovao u Egipat, Fenikiju, Arabiju, Judeju i Vavilon • oko **532. g. p.n.e.** dolazi u Kroton u južnoj Italiji i oko **525. g. p.n.e.** osniva školu • oko **500. g. p.n.e.** zbog narastajućih političkih previranja odlazi iz Krotona u Metapont

**M**alo toga se sa sigurnošću može reći o životu ovog grčkog matematičara i filozofa. Poteškoća je i u tome što su mnoga matematička otkrića koja su pripisana Pitagori zapravo bili otkrili njegovi sledbenici pitagorejci, članovi njegove religiozno-filozofske škole. Pored toga, sledbenici i biografi su ga kao osnivača bratstva poštovali na takav način da je danas teško razdvojiti legende od činjenica.

## ► EKSPERIMENTALNA MATEMATIKA

Ipak, sa sigurnošću znamo da je Pitagora u praksi izvodio eksperimente kojima je tražio veze između matematike i muzike. Smatra se da je kačio različite tegove o strune ili da je radio oglede sa strunama različitih dužina ispitujući matematičke odnose između proizvedenog zvuka i težine to jest, dužine kojom je definisao strunu. Otkrio je da su odnosi jednostavni, sa celobrojnim vrednostima – na primer, struna određene dužine proizvodi ton

## „Sve što je fizičke prirode, zvezde i univerzum, uređeni su matematičkim odnosima.“

koji je u harmoniji sa tonom proizvedenim na struni tačno dvostruke dužine. Na osnovu takvih zapažanja stvorene su muzičke lestvice kakvim ih i danas znamo. Ne samo da je ovo bilo značajno muzičko otkriće već je tada verovatno prvi put jedan fizički zakon dobio svoju matematičku interpretaciju. To je bio začetak matematičke fizike.

### ► SVET KAO SFERA

Mada je Pitagora imao ograničene mogućnosti kojima je mogao naučno podupreti svoja uverenja, ideja o harmoničnim odnosima među fizičkim objektima omogućila mu je da stvori koncept sveta kao sfere. Za Pitagoru i njegove sledbenike ideja o „savršenom“ matematičkom odnosu između Zemljine kugle koja ima kružnu putanju i zvezda koje imaju slično kretanje u sfernom univerzumu (kao što muzički tonovi harmonično plešu i međusobno zavise) bila je mnogo prihvatljivija od **Anaksimandrove** cilindrične Zemlje ili one u obliku diska. Ovo gledište je bilo toliko ubedljivo da je inspirisalo potonje grčke mislioce, uključujući i **Aristotela**, da tragaju i konačno pronađu fizičke i matematičke dokaze kojima su podržali teoriju o svetu kao orbiti.

### ► PITAGORA I NJEGOVA ŠKOLA

Pitagora je svoju školu osnovao u Krotonu i

Italiji. Jedan od ciljeva bio mu je da proširi istraživanja o odnosu između fizičkog sveta i matematike. Zaista, jedno od pet ključnih pitagorejskih verovanja bilo je dominantno: ideja da je sve broj. Drugačije rečeno, stvarnost je u svojoj osnovi matematička i sve što je fizičko, poput muzičkih lestvica ili sferne Zemlje i njenih pratilaca, zvezda i univerzuma, jeste u matematičkom odnosu. Ogledi pitagorejaca doveli su do brojnih otkrića poput onog da je „zbir uglova u trouglu jednak dvama pravim uglovima ( $180^\circ$ )“. I da je „zbir uglova u poligonu sa  $n$  stranica jednak  $2n - 4$  pravih uglova“. Mada sporno, njihovo najveće aritmetičko otkriće bili su iracionalni brojevi. Poteklo je od saznanja da kvadratni koren iz dva ne može da se izrazi kao savršen razlomak. To je bio najveći udarac za pitagorejsku ideju o savršenosti koji ih je po nekim ocenama doveo dotle da su pokušavali da zataškaju ovo otkriće.

### ► PITAGORINA TEOREMA

Čuvena Pitagorina teorema verovatno je bila poznata još u Vavilonu ali je moguće da je Pitagora bio prvi koji ju je matematički dokazao. „Kvadrat nad hipotenuzom jednak je zbiru kvadrata nad katetama“ može se izraziti i ovako:

$a^2 + b^2 = c^2$ , gde su  $a$  i  $b$  kraće stranice trougla a  $c$  je hipotenuza.

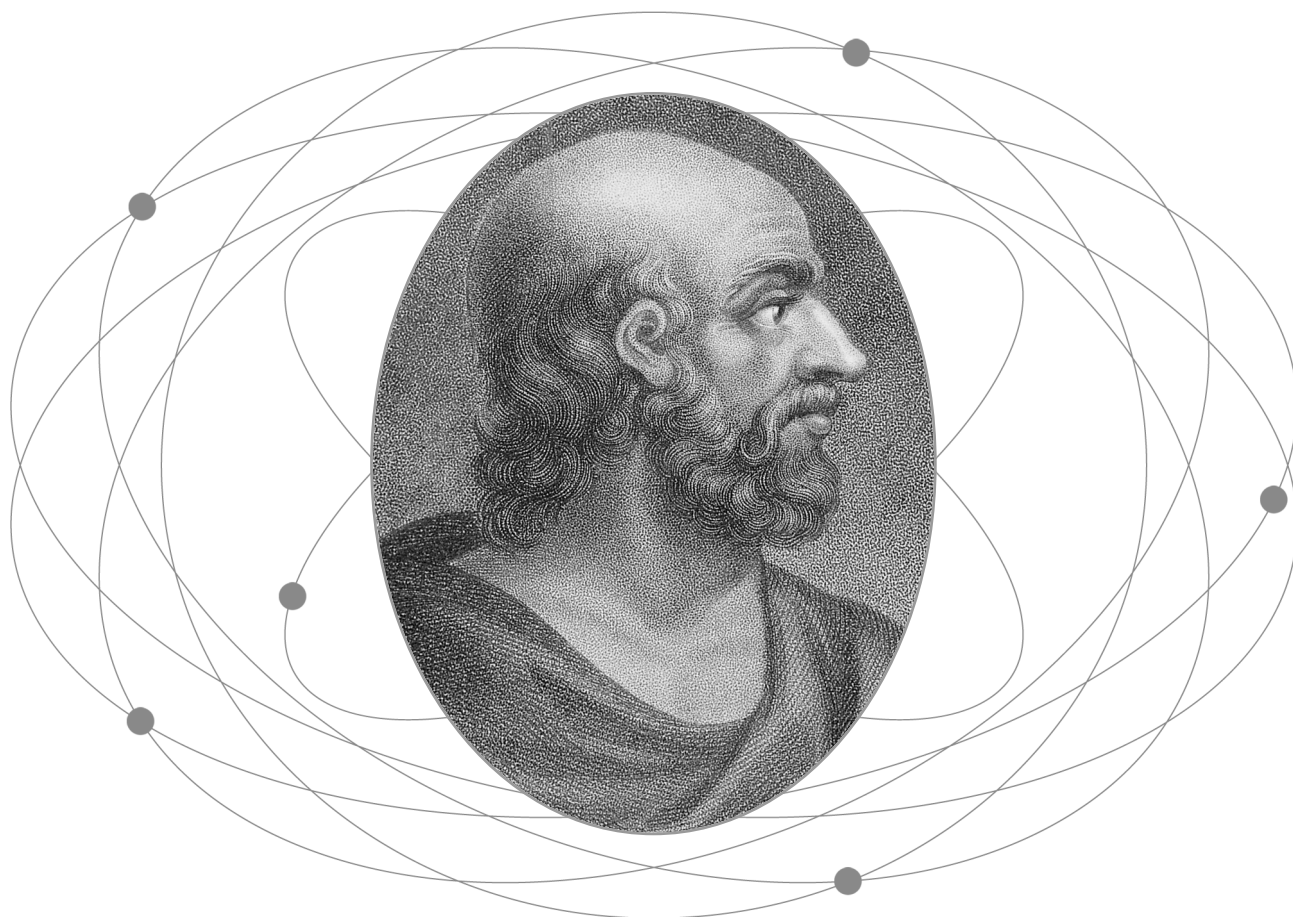
## DALJA DOSTIGNUĆA

*Ironično je to što je Pitagora poznat po svojoj Teoremi, pravilu koje je više od hiljadu godina pre njega već bilo poznato, dok su njegova originalna otkrića nedovoljno poznata. Može se reći da je Pitagora otkrićem muzičke lestvice ostavio mnogo veći uticaj na istoriju sveta od*

*jednostavne matematičke formule koju je u većem delu pozajmio od drugih. Isto kao što je nekih 2.000 godina ranije Kristoforu Kolumbu pripisana zasluga za ideju koju je predložio još Pitagora – da je svet sferičnog oblika.*

# HIPOKRAT SA KOSA

oko 460–377. g. p.n.e.



## NAPOMENA O PODACIMA

Osim činjenice da je Hipokrat rođen na Kosu, verovatno negde sredinom V veka pre nove ere, drugi podaci koje znamo, kao i o Anaksimandru, magloviti su toliko da ih nije uputno ni pominjati.

**V**eći deo onoga što se pripisuje Hipokratu sadržano je u *Hipokratovom zborniku*, nizu od šezdeset do sedamdeset medicinskih tekstova pisanih krajem V i početkom IV veka pre nove ere. Opšte je poznato da mnoga od ovih dela nije napisao Hipokrat, što njegov rad i zaoštavštinu ostavlja nejasnim. Smatra se da ova dela, pisana tokom stotinak godina i često stilski i sadržajno menjana, potiču iz biblioteke medicinske škole na Kosu, i verovatno su prikupljena u prvom redu od autora kome su kasnije pripisana.

Aristotel ga je nagradio nadimkom „veliki lekar“, ali je Hipokrat danas mnogo poznatiji

kao „otac medicine“. Bez sumnje, Hipokrata sa Kosa, uprkos ograničenim činjenicama, poznajemo kao čoveka koji je postavio temelje medicinske nauke i veoma uticao na njen razvoj čak i do danas.

## ► ZDRAVORAZUMSKI PRISTUP

Hipokrat je smatrao da bolest i njeno lečenje u potpunosti pripadaju ovome svetu. Ostavio je po strani praznoverice i usredsredio se na prirodno i pojedinačno posmatranje zapažajući i analizirajući simptome i razvoj bolesti. Za Hipokratov pristup medicini, najvažnija je prognoza bolesti i težnja da se nadalje izbegnu

## *Njegovi recepti se koriste i dalje, posle dve hiljade godina.*

okolnosti koje su izazvale problem. Razvoj dalekosežnog lečenja ili lekova, međutim, nije smatran veoma važnim. Ono što dolazi od prirode, po Hipokratu, trebalo bi da se leči prirodom. Prema tome: odmor, zdrava ishrana, vežbanje, higijena i sprečavanje bolesti. „Hodanje je najbolji lek za čoveka“, napisao je Hipokrat.

### ► TEORIJA TELESNIH SOKOVA

Telo je smatrao jedinstvenom celinom, a ključ za postizanje zdravlja po njemu jeste održavanje prirodne ravnoteže u toj celini. Smatrao je da četiri „telesna soka“ koja utiču na ovu ravnotežu jesu krv, limfa, žuta i crna žuč. Kad se nalaze u podjednanim količinama, rezultat je zdravo telo. Ako bi jedan sastojak preovladavao, onda bi bolest zauzela telo. Način da se prevaziđe problem bio bi da se preduzmu aktivnosti ili jede hrana koja bi pospešila ostale telesne sokove koji bi pokušali da spreče onaj preovladavajući, sa ciljem da se povrati ravnoteža, a samim tim i zdravlje.

Iako ovaj pristup po merilima današnje medicine deluje pomalo nenaučno, činjenica da je Hipokrat propisivao takvu prirodnu „pri-

zemnu“ mogućnost ipak je veliko postignuće. Štaviše, koncept i tretman telesnih sokova održavao se naredne dve hiljade godina, sve do XVII veka, a u nekim aspektima i do XIX veka. Preporuke za zdrav život koje je davao, kao što su dijeta i vežbanje, i danas, čak dve hiljade godina kasnije, jesu „najbolji lek“. I termini koje je uveo Hipokrat traju: isticanje crne žuči na grčkom je bila „melanholija“, dok se za one sa predominantnom limfom (*phlegm*) govorilo da su „flegmatični“.

### ► HIPOKRATOVA ZAKLETVA

Čudno, ali izgleda da Hipokrat nije napisao svoje najtrajnije zaveštanje. Hipokratovu zakletvu je verovatno formulisao jedan njegov sledbenik. To je kratak pasus, koji utvrđuje pravila kojih su svi lekari nadalje bili obavezni da se pridržavaju. Pored ostalog, ona određuje etičku odgovornost lekara prema bolesnicima i obavezu čuvanja tajne. Bio je to pokušaj da se lekari Hipokratove tradicije odvoje od praznovernih „duhovnih“ iscelitelja tog vremena. Njena dugotrajnost je tolika da je čak i današnji studenti medicine polažu kada diplomiraju.

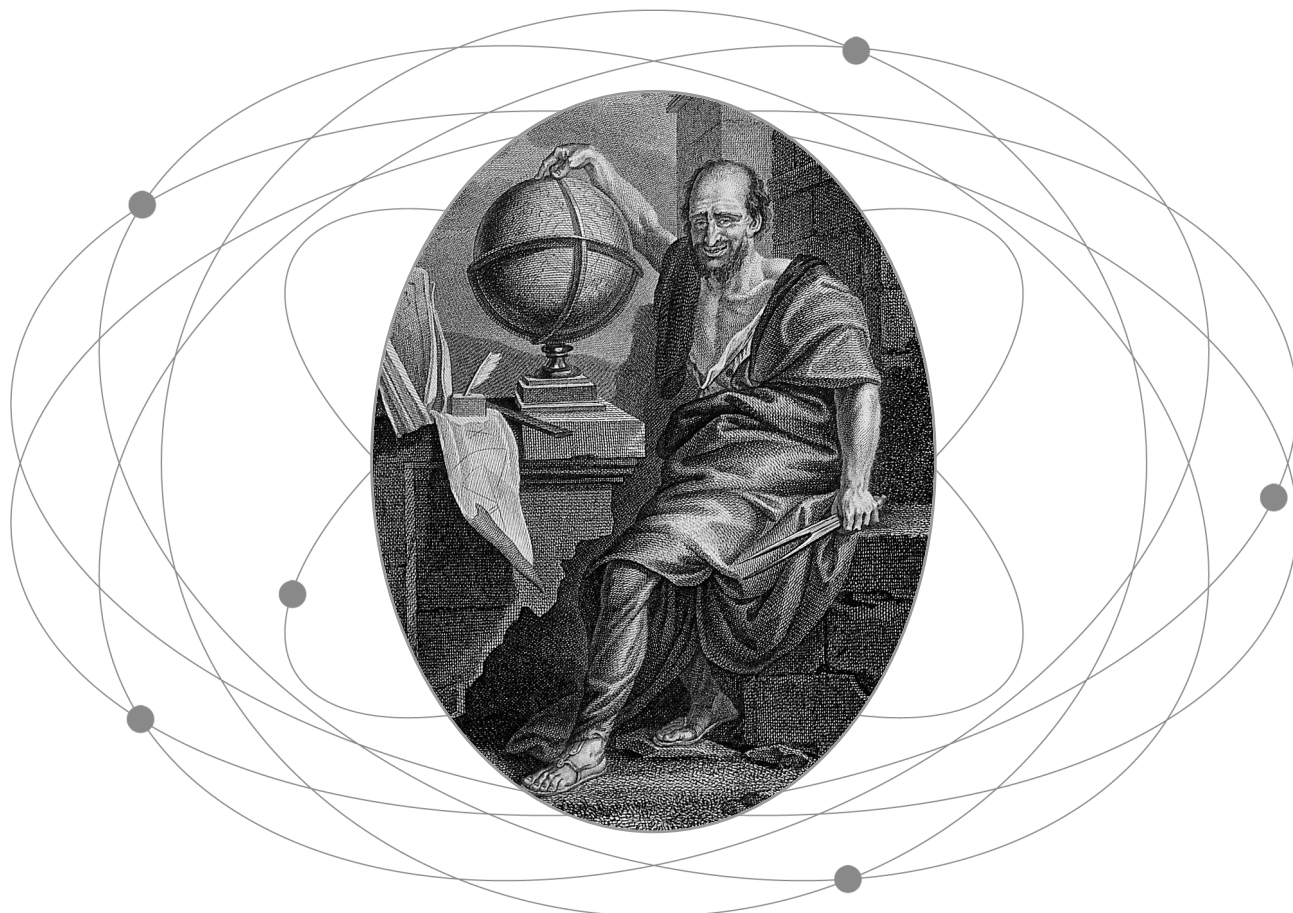
## HIPOKRATOVO NASLEĐE

*Pre Hipokratovog vremena, doslovno nije bilo nikakve nauke u oblasti lečenja. Verovalo se da su bolesti božja kazna i da uticaj dolazi ne iz prirode nego izvan nje. Prema tome, jedini tretman je takođe dolazio izvan prirode, kroz magiju, vračanje, sujeverje ili verski obred. Hipokrat je suprotstavio ovo mišljenje ubeđe-*

*njima svoga doba. Njegov pristup je umesto iracionalnosti podrazumevao racionalnost, čime je medicina zakoračila u doba razuma. „Postoje, zapravo, dve stvari“, rekao je Hipokrat sa Kosa, „nauka i uverenje: prvo rađa znanje, a drugo neznanje.“*

# DEMOKRIT IZ ABDERE

oko 460–370. g. p.n.e.



## NAPOMENA O PODACIMA

Kao i mnogi njegovi savremenici, Demokrit nije ostavio celovite pisane tragove svog rada pa su pojedini njegovog pristupa preživeli jedino kroz fragmente citirane u delima kasnijih Grka, prvenstveno Aristotela, koji im se protivio, i Epikura koji ih je odobravao. Jedini delimično pouzdan podatak je da je rođen oko 460. godine pre nove ere, premda neki stručnjaci tvrde da je to bilo 490. godine pre nove ere.

**D**žon Dalton je danas široko poznat kao otac teorije atoma, zasnovane u XIX veku, koja uči da su elementi sačinjeni od malih, nevidljivih delića. Ipak, ideja o atomu i sistematski dokazi o tome kako oni sačinjavaju fizički svet postojala je više od dve hiljade godina pre Daltona, u tumačenju Demokrita iz Abdere u Trakiji.

## ► TEORIJA ATOMA

Pojam „atom“ potiče od grčke reči *atomon* što znači „nedeljiv“. Dalton je uveo ovaj pojam dve hiljade godina kasnije upotrebivši istu reč u svojoj tezi. Ali čak ni Demokrit nije prvi. Njegov učitelj Leukip, kao i Anaksagora, upotrebljavali su ovaj pojam za nevidljive čestice. Demokrit je, međutim, bio prvi koji je ponudio sveobuhvatan dokaz za prvenstvo atoma u izgradnji čitavog univerzuma. Iako nije zasnova-

## *Demokrit je predstavio sistematičan dokaz o prvenstvu atoma.*

na naučnim dokazima, kao što Daltonova jeste, i premda je ostala jednostavna zdravorazumska pretpostavka, mnogi aspekti Demokritove teorije i dalje su aktuelni.

### ► **ATOMI: BITNI I NIŠTAVNI**

Za Demokrita su postojale samo dve stvari: prostor i atomi. Prostor se sastojao od „praznina“ izuzetno malog vakuuma s beskonačnim brojem atoma što je činilo „biće“ ili fizički svet. Atomi i prostor su oduvek postojali jer ništa ne može nastati ni iz čega. Atomi, koji su sastavni delovi svega na Zemlji, na planetama i zvezdama bili su i uvek će biti isti: čvrsti, nesalomivi, nevidljivi blokovi koji se nikada ne menjaju. Oni se jednostavno kombinuju sa drugim atomima u prostoru i čine različite pojave od stena, preko planeta do životinja. Kad životinje umru i stvari se raspadnu, struktura se dezintegriše, a atomi su slobodni da stvaraju nove oblike ponovnom kombinacijom s drugim atomima.

Demokrit je zaključio da metod po kome se atomi kombinuju zavisi od njihovih različitih oblika. Atomi u supstanci tečnosti bi trebalo da imaju glatke, zaobljene ivice tako da mogu da struje jedni pored drugih, dok oni koji sačinjavaju čvrste predmete imaju zupce, oštre ivice kojima se jedan za drugi mogu zakačiti. Kao i kod fizičkog oblika, Demokrit je predložio da drugi čuvaju različite osobine kao što je njihov ukus

koji se takođe može objasniti preko ivica atoma: sladak ukus izazivaju veći okrugli atomi, jak reski i teški atomi. Isto tako, boju stvari objašnjavao je mestom atoma u skupu što bi moglo da rezultuje tamnijim i svetlijim senkama ili odsustvom senke.

Demokritove teze su sve značajne jer one potpuno odbacuju pojam duhovnosti i religioznosti. Duša je, na primer, objašnjavana putem skupine atoma koja se brzo kreće, a zatvorena je u telu. Atomi reaguju na poremećaje drugih atoma unutar i izvan tog tela. Kretanje izaziva osetljivost koja deluje na um, koji je i sam skup atoma, i proizvodi misli i osećanja. Demokrit tvrdi da kad telo umre, duša nastavlja da živi jer je nestalo telo koje je brze atome držalo na okupu. Tako pušteni, oni se mogu razdvojiti i doći u dodir sa drugim atomima da bi obrazovali novi oblik. Ovo ne ostavlja mesta za apstraktne pojmove natprirodnog i zagrobnog života.

### ► **ODREĐENOST**

U Demokritovom modelu čak ni koncept slobode izbora ne bi mogao da postoji. Svi ljudski postupci su određeni atomima koji udaraju ljudsko telo, ali ne kao deo nekog velikog uređenja ili plana, već jednostavno usled neprstanog kretanja i sudaranja s drugim atomima u prostoru koji čine, te ljudima ne ostavljaju ni malo slobodne volje.

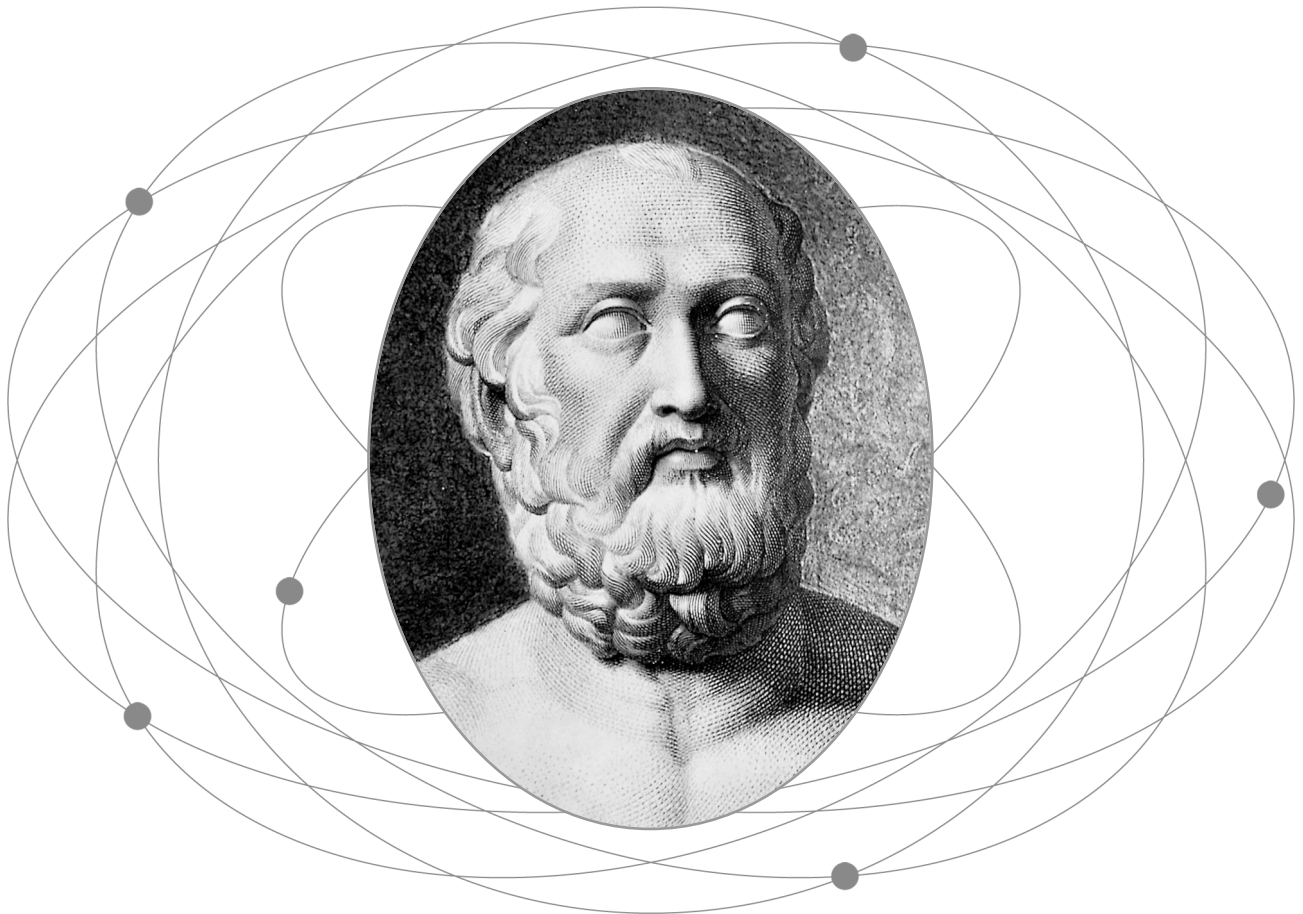
### MATEMATIČKO NASLEĐE

*Iako je moderna nauka mnoge elemente Demokritove teze često preispitivala i opovrgavala, ona ostaje kao jedan od ranih pokušaja da se s nekoliko jednostavnih fizičkih i matematičkih zakona objasni univerzum. To predstavlja jednu važnu promenu u odnosu prema datoj temi i oduvek je zaokupljalo naučnike.*

*Demokritu se takođe pripisuje i otkriće matematičkog zakona po kome je zapremina kupe jednaka trećini zapremine valjka iste osnove i visine, kao i istovetan odnos između piramide i prizme.*

# PLATON

oko 427–347. g. p.n.e.



## HRONOLOGIJA

• **427. g. p.n.e.** Platon je rođen u okolini Atine • **399. g. p.n.e.** posle pogubljenja Sokrata, Platon sa gnušanjem napušta Atinu • **387. g. p.n.e.** posle povratka u Atinu, Platon osniva svoju Akademiju, tvrđavu intelektualnih dostignuća do njenog zatvaranja po naredbi cara Justinijana **529. g. n.e.** • **389. g. p.n.e.** Platon prvi put posećuje Siciliju.

**D**a bi se razumelo kako je Platon dolazio do zaključaka koji su imali veliki uticaj na zapadnu misao, neophodno je shvatiti kakvi su uticaji bili izvršeni na njega. Rođen u Atini ili njenoj okolini u vreme kad je polis cvetao kao jedan od dominantnijih i prosvetljenijih mesta na planeti, bio je pod veoma jakim uticajem Sokrata, drugog velikog filozofa koji je takođe tamo živio. Sokratov pristup sadržao se u neprestanom traganju za jasnijim definicijama reči i ljudskom odnosu pre-

ma tim rečima, sa ciljem da se pride bliže istini koja leži često iza nerazumne i zlurade upotrebe reči. U vezi sa ovim, Platon je uveo pojam „realnosti“, pošto je ona deformisana ljudskim opažanjem, što će postati važno u njegovom pristupu nauci i posebno metafizici.

### ► SOKRATOV UTICAJ

Sokrat je pogubljen 399. g. p.n.e. zbog „kvarjenja“ atinske omladine „buntovničkim“ idejama. Reagujući na to, Platon je napustio grad-državu i započeo putovanje po mnogim



## *Nikom ko ne poznaje geometriju ovde nije mesto.*

NATPIS IZNAD ULAZA U PLATONOVU AKADEMIJU

zemljama, što je trajalo više od jedne decenije. Na svojim putovanjima susretao je skupinu ljudi, pitagorejce, koji će imati još jedan veliki uticaj na njega. Budući da ju je osnovao Pitagora, škola sledbenika u Krotonu je nastavila da podstiče njihov pristup da je „sve u broju“.

### ► TEORIJA FORMI

Kombinacija ova dva glavna uticaja na Platona uz, naravno, njegovo delo, dovela ga je do teorije formi, njegovog glavnog zaveštanja naučnoj misli. Ona se zasniva na dokazu da je priroda viđena ljudskim očima više iskvarena predstava istinite stvarnosti ili formi. U slavnoj metafori on je uporedio čovečanstvo sa stanovnicima pećine koji žive okrenuti ka zidu pećine. Ono što oni opažaju kao stvarnost su senke na zidu. Prema tome, malo toga ima da se nauči od njihovog neposrednog posmatranja. Za Platona je uvek postojala jedna večita osnovna matematička forma i red u univerzumu, a ono što ljudi vide nesavršeni su pogledi, uglavnom iskvareni njihovim neracionalnim opažanjem i predrasudama o tome kakve su pojave. Prema tome, za Platona, kao i za pitagorejce, jedini valjani pristup nauci je racionalan i matematički koji se trudi da uspostavi univerzalne istine bez obzira na ljudsko postojanje. Ovo vrednovanje numeričkog

metoda veoma je uticalo na modernu nauku, pa su sledbenici, prateći ovu tradiciju, dolazili do otkrića matematičkim predviđanjima. Na primer, aritmetički proračuni da će buduća otkrića imati određene osobine mogu se prepoznati u slučaju nepoznatih elemenata prvog periodnog sistema elemenata Dmitrija **Mendeljejeva**. To je pristup koji i danas koriste naučnici.

### ► AKADEMIJA

Osnivanjem Akademije posle povratka u Atinu 387. g. p.n.e., Platon je pomogao da se izvrši uticaj naučne misli u mnogo opipljivijem smislu. Neki autori tvrde da je ova ustanova prvi evropski univerzitet, a njena osnovna načela kao škole za sistematsko traganje za filozofskim i naučnim znanjima, zasigurno govore o takvom ustrojstvu. Platonov uticaj potpuno prožima školu. Smatra se da je postojao natpis iznad ulaza u Akademiju koji kaže: „Nikom ko ne poznaje geometriju ovde nije mesto.“ Narednih vekova, atinska Akademija je postala priznata kao vodeći autoritet u matematici, astronomiji, nauci, filozofiji i drugim oblastima. Preživela je skoro hiljadu godina sve dok je rimski car Justinijan nije zatvorio 529. godine, u doba kada je nastupio mračni srednji vek.

### PLATONOVO NASLEĐE

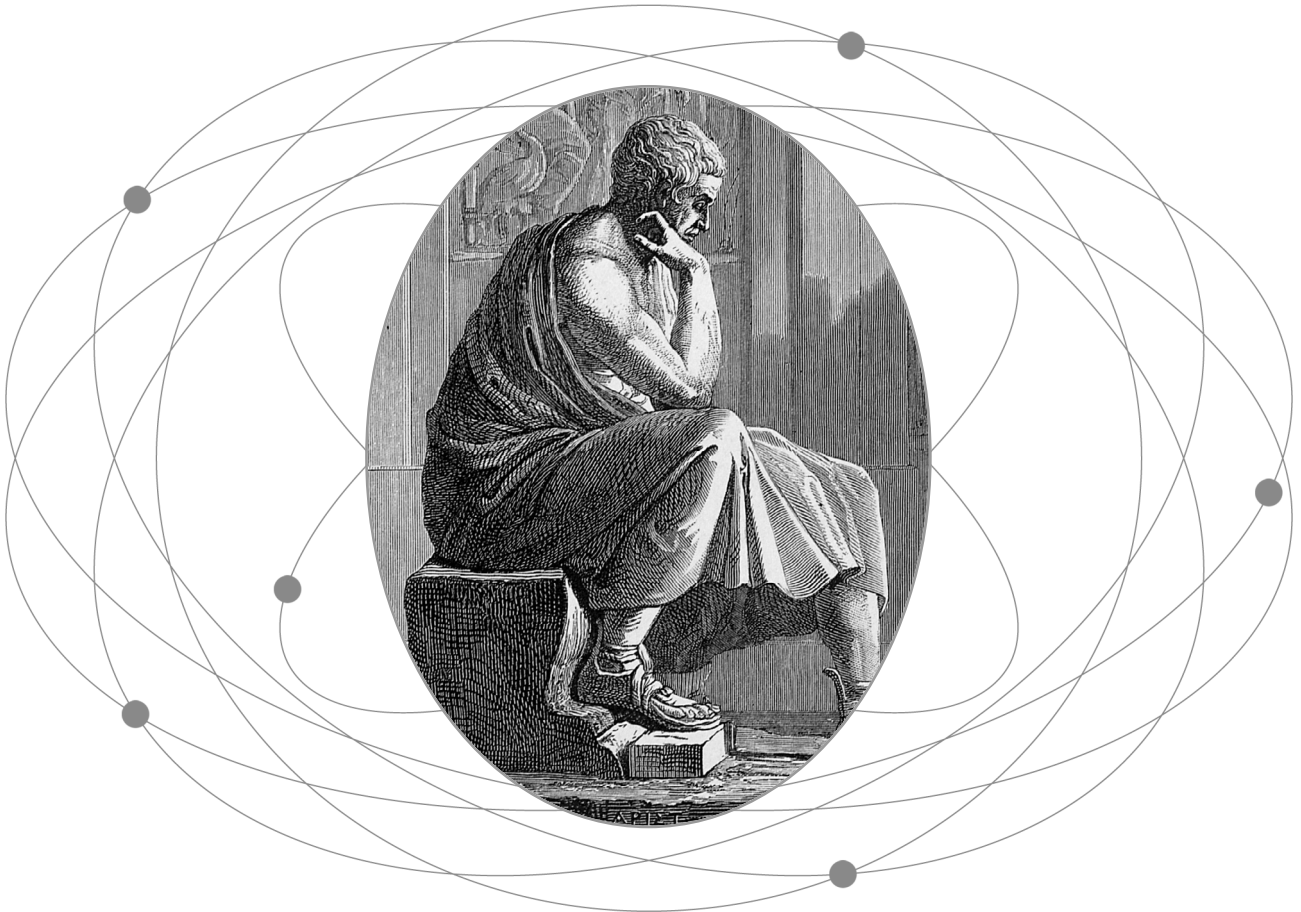
*Platon je danas poznat kao jedan od najvećih filozofa zapadne tradicije. Prema tome, njegovo mesto u knjizi o slavnim naučnicima nije tako očigledno. Ali, na potpuno isti način na koji se uticaj Platonovog dela prostire na mnoge akademske oblasti kao što su: obrazovanje, književnost, politička misao,*

*epistemologija i estetika, prostire se i na prirodne nauke.*

*Iako je Platonovo naučno i filozofsko nasleđe prošlo kroz značajne preporode i tumačenja tokom istorije, njegov logični pristup nauci ostao je uticajan i postojan svedok njegovih dalekosežnih ideja.*

# ARISTOTEL

oko 384–322. g. p.n.e.



## HRONOLOGIJA

- **367. g. p.n.e.** Aristotel stupa u Platonovu Akademiju u Atini
- **347. g. p.n.e.** posle Platonove smrti, odlazi iz Akademije na Lezbos
- **342. g. p.n.e.** u Makedoniji postaje učitelj mladog Aleksandra Velikog
- **335. g. p.n.e.** vraća se u Atinu i osniva svoju školu, Licej
- **323. g. p.n.e.** optužen je za bezbožništvo; da bi „sprečio grad da se po drugi put ogreši o filozofiju“, Aristotel se vraća u Halkis gde umire naredne godine

**A**ristotelov rad u fizici i kosmologiji dominira u zapadnoj misli sve do vremena Galileja i Njutna kad je veći deo potvrđen kao pogrešan. Počeo je od usvojenog stava da je sve sazdano od četiri elementa: zemlje, vode, vazduha i vatre.

### ► ČETIRI ELEMENTA

On je takođe prihvatio mišljenje o Zemlji u središtu vasiona, sa Mesecom, planetama i zvezdama koje sve kruže oko nje po savršenim

kružnicama. Verovao je da svi elementi uvek teže da se vrate na svoje „prirodno mesto“. Ovo je zbog toga što, na primer, kamen pada na zemlju sve dok ga neki objekat ne spreči u tome pošto su „zemljani elementi“ gušći i prirodno teže da se kreću nadole prema središtu planete. Vodeni elementi će plutati po površini, vazduh će se podizati iznad nje, a vatra će težiti da se uzdigne iznad svih njih što objašnjava pružanje vatre naviše. Po istom metodu Aristotel je mogao da objasni zašto bi kamen leteo kroz vazduh pre nego što, kako bi

## *Aristotelova naučna otkrića su u nekim vremenima bila prihvatana kao božanski autoritet.*

se očekivalo, krene nadole pošto je bačen prema tlu. To se dešava zato što vazduh teži da zatvori prazninu napravljenu kretanjem kamena i tera ga dok ne izgubi svoju vodoravnu brzinu i padne na zemlju.

### ▶ PETI ELEMENT

Međutim, Aristotel se suočio sa problemom. Mišljenje o tome da sve teži svom „prirodnom mestu“ nije bilo saglasno s njegovim viđenjem ostatka kosmosa, koji kruži u savršenom, jednoobraznom poretku bez ikakvih poremećaja ili guranja zbog mesta udruženih sa zemaljskim elementima (u suprotnom planete i zvezde bi pale na Zemlju – središte univerzuma). Da bi ovo objasnio, tradicionalnoj četvorki dodao je peti element, a to je „eter“ koji prirodno ima kružno kretanje. Sve iza Meseca regulisano je eterom što objašnjava i njegovo besprekorno kretanje i ravnotežu, dok je sve ispod predmet zakona ostala četiri elementa. Iako je objašnjenje teško prihvatljivo modernoj publici, bilo je široko prihvaćeno dve hiljade godina. Postavljajući ga, Aristotel je izvršio dugotrajan uticaj na razvoj naučne misli, iako se kasnije usporio njen napredak upravo zbog bezrezervnog usvajanja njegovih zakona.

U drugim oblastima fizike, Aristotel je bio mnogo brižljiviji u svojim ocenama. Na primer, on je ojačao stanovište koje je u početku obrazložio **Pitagora** da je Zemlja okrugla. Uočio je da je senka tokom pomračenja Meseca uvek polukružnog oblika, zbog Zemljine kugle koja je pravi na Mesecu. Tačno je primetio da kad se putuje na sever odnosno na jug, zvezde se „pomeraju“ na obzorju dok neke postepeno ne nestanu s vida. Zaključio je da je i to u skladu sa idejom o okrugloj planeti.

### ▶ PREMA BIOLOGIJI

Neki od Aristotelovih bioloških zaključaka bili su pogrešni, poput onoga da um ležu u srcu, a ne u mozgu. Međutim, dosledan svom empirijskom pristupu, on je vršio detaljna seciranja da bi razbio izvesne mitove. Na primer, da se embrion obrazuje u trenutku oplodnje i da je pol neke životinje određen njenim položajem u materici.

Aristotel je takođe bio jedan od prvih koji je pokušao metodološko razvrstavanje životinja i, na osnovu razmnožavanja, podelio ih na one koje rađaju žive mladunce i one koje legu jaja; takav sistem je prethodnica moderne taksonomije.

### ARISTOTELOVO NASLEĐE

*Nasuprot svom mentoru i učitelju Platonu, Aristotel je verovao da mnogo šta može da se nauči posmatranjem prirode. On je primenio ovaj pristup na velike oblasti postojećih znanja da bi vrednovao, odbacio ili dodao nova onome što je već bilo poznato u oblastima kao što je fizika, filozofija, astronomija i biologija. Iako je bio učenik Platonove Akademije skoro dvadeset godina, dva velika mislioca su*

*bila potpuno suprotstavljena u brojnim pitanjima, ali Aristotelove teze su postigle veliki uticaj na zapadnu misao, kao i misli njegovog učitelja.*

*U oblasti naučne misli, Aristotel je imao čak i veći uticaj, toliki da su naredni vekovi prihvatili njegova učenja kao božanske istine, neoborive autoritete, što nije uvek davalo dobre rezultate.*