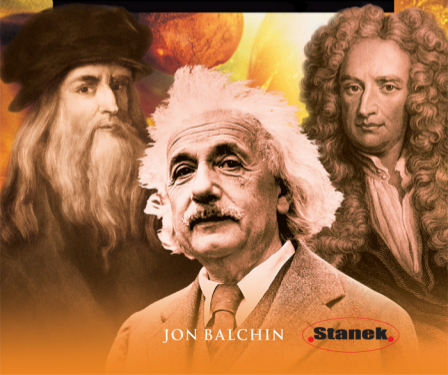


VELIKA OTKRIĆA

100 ZNANSTVENIKA KOJI
SU PROMIJENILI SVIJET



JON BALCHIN

Stanek

VELIKA OTKRIĆA

100 ZNANSTVENIKA KOJI
SU PROMIJENILI SVIJET



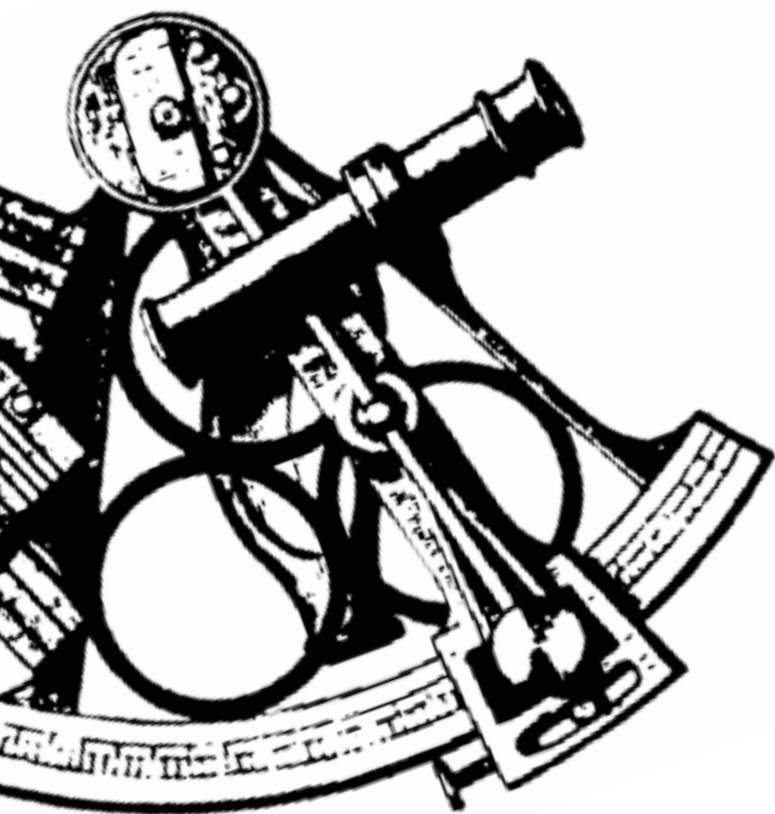


**VELIKA
OTKRIĆA**

**100 ZNANSTVENIKA
KOJI SU PROMIJENILI SVIJET**

JON BALCHIN

Sadržaj



Naslov izvornika: Jon Balchin
QUANTUM LEAPS - 100 SCIENTISTS WHO CHANGED THE WORLD
© 2003. Arcturus Publishing Limited

VELIKA OTKRICA – 100 ZNANSTVENIKA KOJI SU PROMIJENILI SVIJET
© STANEK d.o.o., Varaždin, 2017.



Kućan Marof, Marofska 45, 42000 Varaždin
Tel.: +385 (042) 207 - 151
E-mail: info@staneK.hr
www.eknjizara.hr

Sva prava pridržana. Bez pisanog dopuštenja nakladnika nijedan dio ove knjige ne smije se ni na koji način umnožavati, fotokopirati, digitalizirati, i na bilo koji način reproducirati.

ISBN 978-953-8130-03-8

Prevoditelj: Nebojša Budanovac
Lektura: Tanja Miličić - Cepernić
Korektura: Diana Greblički - Miculinić
Urednik: Josip StaneK
Za nakladnika: Nadica StaneK
Grafički urednik i priprema za tisak: Zoran StaneK

Tiskano u Hrvatskoj – travanj 2017.

CIP zapis je dostupan u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem 961535.

▶ STARI VIJEK

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

▶ PRVO TISUĆLJEĆE

Zang Heng	26
Ptolemej	28
Galen iz Pergama	30
Al-Hvarizmi	32

▶ PETNAESTO STOLJEĆE

Johannes Gutenberg	34
Leonardo da Vinci	36
Nikola Kopernik	38

▶ ŠESNAESTO STOLJEĆE

Andreas Vesalius	40
William Gilbert	42
Francis Bacon	44
Galileo Galilei	46
Johannes Kepler	48
William Harvey	50
Johann van Helmont	52
René Descartes	54

▶ SEDAMNAESTO STOLJEĆE

Blaise Pascal	56
Robert Boyle	58
Christiaan Huygens	60
Anton van Leeuwenhoek	62
Robert Hooke	64

► OSAMNAESTO STOLJEĆE

Sir Isaac Newton	66
Edmund Halley	68
Thomas Newcomen	70
Daniel Fahrenheit	72
Benjamin Franklin	74
Joseph Black	76
Henry Cavendish	78
Joseph Priestley	80
James Watt	82
Charles de Coulomb	84
Joseph Montgolfier	86
Karl Wilhelm Scheele	88
Antoine Lavoisier	90
Count Alessandro Volta	92
Edward Jenner	94
John Dalton	96
André-Marie Ampère	98

► DEVETNAESTO STOLJEĆE

Amedeo Avogadro	100
Louis Joseph Gay-Lussac	102
Charles Babbage	104
Michael Faraday	106
Charles Darwin	108
James Joule	110
Louis Pasteur	112
Johann Mendel	114
Jean-Joseph Lenoir	116
Lord Kelvin	118
James Maxwell	120
Alfred Nobel	122
Wilhelm Gottlieb Daimler	124
Dmitrij Mendeljejev	126
Wilhelm Conrad Röntgen	128
Thomas Alva Edison	130
Alexander Graham Bell	132
Antoine-Henri Becquerel	134
Paul Ehrlich	136

► DVADESETO STOLJEĆE

Nikola Tesla	138
Sir John Joseph Thomson	140
Sigmund Freud	142
Heinrich Rudolf Hertz	144
Max Planck	146
Leo Baekeland	148
Thomas Hunt Morgan	150
Marie Curie	152
Ernest Rutherford	154
Braća Wright	156
Guglielmo Marconi	158
Frederick Soddy	160
Albert Einstein	162
Alexander Fleming	164
Robert Goddard	166
Niels Bohr	168
Erwin Schrödinger	170
Henry Moseley	172
Edwin Hubble	174
Sir James Chadwick	176
Frederick Banting	178
Louis de Broglie	180
Enrico Fermi	182
Werner Heisenberg	184
Linus Pauling	186
Robert Oppenheimer	188
Sir Frank Whittle	190
Edward Teller	192
William Shockley	194
Alan Turing	196
Jonas Salk	198
Rosalind Franklin	200
James Dewey Watson	202
Stephen Hawking	204
Tim Berners-Lee	206

<i>Znanstvenici A-Z</i>	208
-------------------------	-----

Predgovor

Zivjeti u današnje vrijeme znači biti suočen s dostignućima znanosti. Televizija, stroj s unutarnjim izgaranjem, zrakoplov i kompjutor, samo su neki su od proizvoda koje nam je dala znanost. Također, ti potrošački proizvodi samo su jedan vid dobrobiti koju znanost može donijeti čovječanstvu. Primjerice, polje medicine često je zanemareno u korist nekih „glamuroznijih” područja, poput astrofizike ili raketne tehnike. Donedavno, još u prošlom stoljeću, smrt od zaraznih bolesti bila je svakodnevna prijetnja. Velike boginje i paraliza ubile su milijune ljudi prije nego što je Edward Jenner došao do jednostavnog ali presudnog otkrića da su mljekarice koje su bile zaražene kravljim boginjama imune na velike boginje, a Jonas Salk zatim razvio cjepivo protiv paralize. Te bolesti nastavile su odnositi žrtve i u modernom svijetu, a krivac za to nije znanost, već opiranje bogatih država da blagodati znanosti podijele sa siromašnima. Znanost je proizvela i neke manje korisne proizvode: tenk, automatsku pušku i atomsku bombu. Bez obzira na moralnu upitnost, rezultati znanosti jasno su vidljivi, pa ona stoji nasuprot religiji, čarobnjaštvu i praznovjerju. Proizvodi znanosti vrlo su važni, ali možda je još važnija sama znanstvena metoda koja polazi od empirijskog opažanja i vodi do teorije, a zatim opet, uz nove empirijske dokaze, do promjene i razvoja prvobitne teorije. Mi još uvijek možemo

molitvom prizivati kišu, ali sada ipak razumijemo fizikalne uzroke vremenskih promjena i donekle ih možemo predvidjeti; više ih ne pripisujemo djelovanju nekoga božanstva niti žrtvuujemo prvorodenu djecu kako bi nam se bogovi smilovali. Ta je metoda u suprotnosti s nekadašnjim načinima otkrivanja istine uz pomoć autoriteta, koji točnost nečega nisu određivali na temelju onoga što se tvrdilo, već onoga tko je to tvrdio. Znanstvenici koji su našli mjesto u ovoj knjizi promatrali su svijet oko sebe. Odbacivši pojam autoritarne istine, predlagali su teorije kojima bi objasnili svijet, i te iste teorije opet modificirali kako bi ih uskladili s daljnjim opažanjima. Nije uvijek bilo lako naći put iz tame praznovjerja prema svjetlosti razuma. Kad se Vesalius odvažio suprotstaviti Galenovu autoritetu, proglasili su ga lažljivcem i luđakom, a tvrdnje braće Montgolfier nailazile su na sumnjičavost. I Galileo i Kopernik zamalo su završili na lomači poput Giordana Bruna, predloživši heliocentrični Sunčev sustav koji je bio suprotan prihvaćenoj crkvenoj dogmi. No njih dvojica bili su ustrajni u svojim tvrdnjama i time osvijetlili put ostatku čovječanstva. Ljude koji su našli mjesto na stranicama ove knjige, Bertrand Russel pjesnički je opisao kao „zenitno blještavilo ljudske genijalnosti”. Dokle će nas dovesti svjetlost koju su ostavili i koliko daleko će još napredovati znanost, odgovorit će nam novi naraštaji znanstvenika koji će mijenjati svijet.



**100 ZNANSTVENIKA KOJI
SU PROMIJENILI SVIJET**

Anaksimandar

Oko 611. – 547. godine prije Krista



Bilješke o nadnevcima

Osim da je rođen u grčkom gradu Miletu na azijskoj obali Turske, vjerojatno oko 611. godine prije Krista, o Anaksimadrovu životu ne znamo baš mnogo. Razlog tome je činjenica da je on sam vrlo malo pisao, prepustivši taj zadatak svojim učenicima. Ono što znamo došlo je do nas iz druge ruke, od kasnijih grčkih znanstvenika-filozofa koji su se zainteresirali za rad slavnog prethodnika.

Zamislite svijet za koji svatko zna da je ravan, oslonjen na stupove, usred pustoši. Općeprihvaćena predodžba je da je taj je svijet smješten u središtu svemira nalik šatoru, a zvijezde koje su sve jednako udaljene od Zemlje, smještene su natiskane na njegovu rubu. I zamislite sada da odjednom netko kaže, suprotno prihvaćenom mišljenju, da svijet pluta, da nema oslonac, a da su Mjesec i Sunce ne samo na različitim udaljenostima, već kruže oko trodimenzionalne Zemlje.

Takav bi koncept bio revolucionaran i značio bi potpunu promjenu postojeće predodžbe o svemiru. Smatra se da je ta-kav ogroman znanstveno-spoznajni skok učinio upravo Anaksimandar.

► TEORIJA BESKONAČNOGA

Često nazvan ocem suvremene astronomije, Anaksimandar je početna točka modernog zapadnjačkog poimanja svemira. Tom Grku, koji se rodio i umro u Miletu, u današnjoj Turskoj, mnogi su pripisali brojna i daleka

Anaksimandar je zapravo prvi shvatio pojam prostora: otkrio je da svemir ima dubinu.

putovanja, za vrijeme kojih se navodno oblikovalo njegovo gledište na svemir. Anaksimandar je bio učenik Talesa iz Mileta, poznatog po originalnim doprinosima fizici, filozofiji, geometriji i astronomiji. Kao i o Talesovu, tako se i o Anaksimandrovu životu zna vrlo malo detalja, a sačuvan je samo jedan dio njegova izvornog teksta, a ni on nije potpun. Sve ostalo što znamo opisali su kasnije Grci, a najviše doznajemo od **Aristotela** i Teofrasta. Oni ga više pamte kao filozofa, a manje kao prirodoslovca i zagovornika hrabre teorije o beskonačnome ili neograničenome. Ta je ideja bila njegovo „početno načelo”, iz kojega potječu sve stvari, bez početka i kraja, mjesto odakle dolaze „sva nebesa i svjetovi u njima” (iz Teofrastova opisa Anaksimandrova djela). Njegova ideja u astronomiji imala je dalekosežan utjecaj i bila je priprema za teorije koje su promijenile svijet.

► TOPOGRAFSKI SVEMIR

Misao o Zemlji koja potpuno slobodno lebdi u središtu svemira predstavlja najvažniji Anaksimandrov iskorak. Drugi grčki mislioci su prihvatili mišljenje da je Zemlja ravna ploča koja se održava na vodi, stupovima ili na neki drugi čvrsti način. Premda Anaksimandar očito nije ništa znao o gravitaciji, svoju tvrdnju branio je pretpostavkom da Zemlja, budući da je smještena u središtu svemira, „na istim udaljenostima od njegovih krajnjih točaka, ne

teži da se giba ni prema gore, ni prema dolje, ni u stranu, a kako je nemoguće gibati se istodobno u suprotnim smjerovima, ona neizbježno ostaje tamo gdje se nalazi” (tako Aristotel objašnjava Anaksimandrovu teoriju). S obzirom da Zemlja stoji, to mu je omogućilo da predloži da Sunce, Mjesec i zvijezde obilaze krug oko Zemlje. Ovo objašnjava zašto Sunce zalazi na zapadu, a izlazi na istoku. Kada se ovoj ideji doda da Zemlja ima dubinu (premda ju je Anaksimandar još zamišljao kao valjak s ravnom plohom na vrhu, koja je samo „površina” Zemlje), pojavljuje se novo, revolucionarno viđenje svijeta.

► PRAZNINA MEĐU ZVIJEZDAMA

Anaksimandar je zapravo otkrio pojam prostora ili svemira s dubinom. Kada je odbacio ideju o Zemlji zarobljenoj u nebeskoj kupoli, nešto kao planetarij, krenuo je s tvrdnjom da se nebeska tijela (Sunce, Mjesec i zvijezde) nalaze na različitim udaljenostima od Zemlje, a između njih je praznina ili prostor ispunjen zrakom. Pokušao je odrediti udaljenost tih tijela od Zemlje, ali je pogrešno pretpostavio da su zvijezde najbliže, pa Mjesec, a najudaljenije je Sunce. Možda je Anaksimandar i nacrtao svoju verziju karte svemira. Iako je u detaljima bila pogrešna, ona je vjerojatno bila napredak u grafičkoj predodžbi o svemiru.

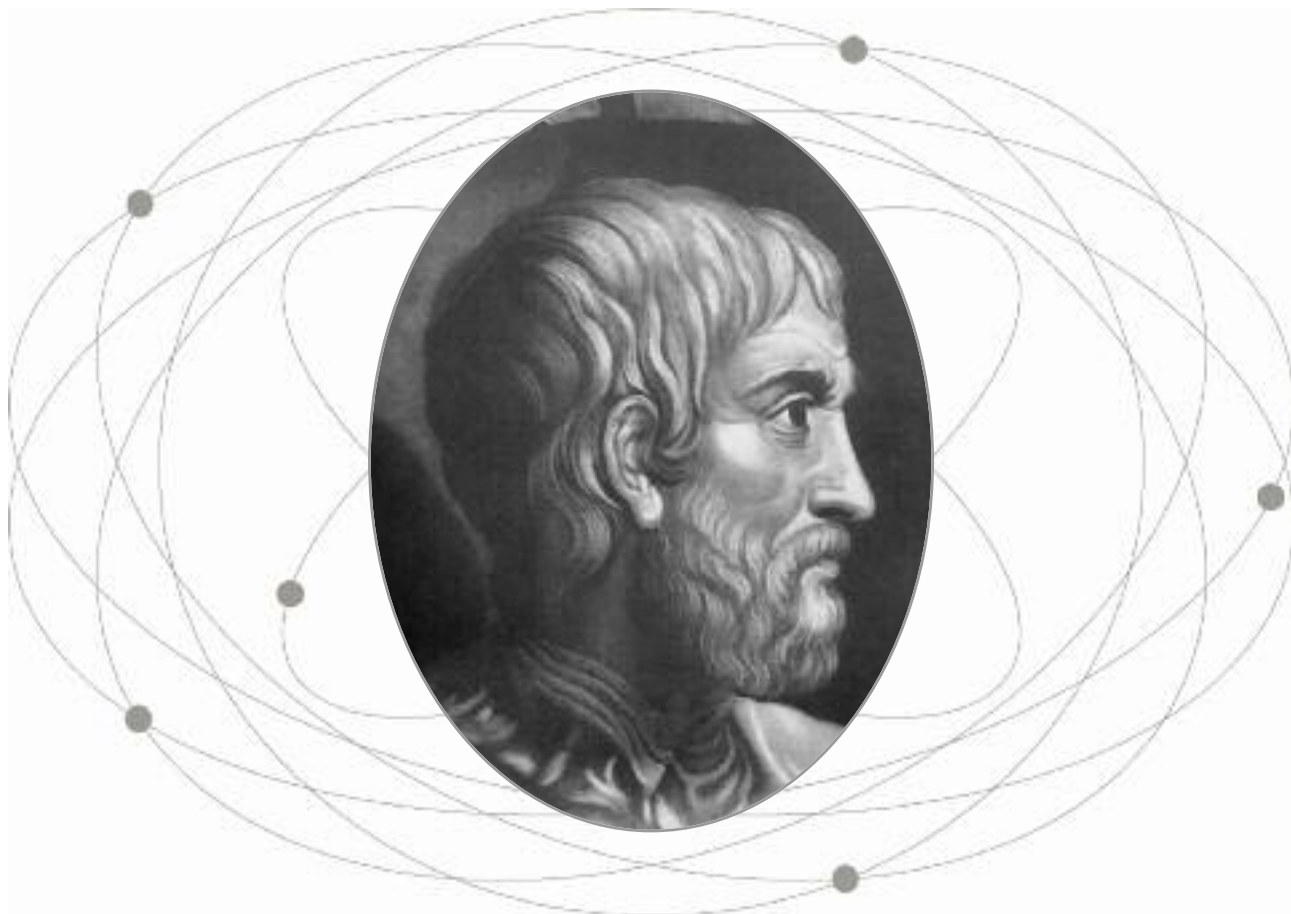
Ostala postignuća

Anaksimandar nije bio samo astronom. Navodno je prenio sunčani sat iz Babilona u Grčku i upotrebljavao ga za određivanje solsticija i ekvinocija. Isto tako, smatra se da je tvorac prve geografske karte svijeta, što je samo po sebi bio veliki skok naprijed. U biologiji ga možemo smatrati nehotičnim prethodnikom

Darwinove teorije evolucije. Naime, vjerovao je da se ljudski rod razvio iz prvobitnih životinja koje su nastanjivale Zemlju. Anaksimandar je vjerovao da su to bile primitivne ribe, koje su svoje nove oblike poprimale zbog isparavanja vode zagrijane suncem.

Pitagora

Oko 581. - 497. godine prije Krista



Kronologija

- Oko 525. godine prije Krista Pitagoru su zarobili Babilonci.
- Godine 518. prije Krista on osniva vlastitu akademiju u Krotonu, današnjem mjestu Crotone u južnoj Italiji. Mnogi su ga smatrali kulturnim vođom.
- Oko 500. godine prije Krista Pitagora napušta politički sve nestabilniji Kroton i seli Metapont.

O životu ovog grčkog matematičara i filozofa malo toga se može reći. Poteškoću stvara i to što su mnoga otkrića koja su se pripisivala Pitagori, zapravo otkrivena kao plod rada njegovih učenika i pripadnika vjersko-filozofske škole, zvanih pitagorovci. Osim toga, sljedbenici i biografi odnosili su se prema Pitagori kao osnivaču bratstva s jednom vrstom strahopoštovanja, pa je danas teško znati što su u vezi s njime legende, a što činjenice.

► EKSPERIMENTALNA MATEMATIKA

Sa sigurnošću znamo da je Pitagora izvodio praktične pokuse kojima je otkrivao vezu između matematike i glazbe. Smatra se da je ili vješao utege različitih težina na niz žica, ili je eksperimentirao s različitim duljinama žice, istražujući kakav je matematički odnos između tonova dobivenih trzanjem žice, duljine žice i težine utega. Otkrio je da jednostavni omjeri cijelih brojeva između duljina žice, primjerice između žice neke duljine i žice dvostruke

„Sve što je fizičke prirode, zvijezde i cijeli svemir, matematički su povezani.”

duljine, proizvode skladne tonove. Ta opažanja su u konačnici dovela do stvaranja glazbenih ljestvica, onakvih kakve poznajemo danas. Ne samo što je to bilo značajno glazbeno otkriće već je vjerojatno tada prvi put jedan fizikalni zakon izražen matematički. To je bio začetak matematičke fizike.

▶ SVIJET KAO KUGLA

Iako je Pitagora imao ograničene mogućnosti kojima je mogao poduprijeti svoja uvjerenja, ideja o skladnim odnosima među fizičkim objektima dovela ga je do zamisli da Zemlja ima oblik kugle. Za Pitagoru i njegove sljedbenike ideja o „savršenom” matematičkom odnosu između kugle koja ima kružnu putanju i zvijezda koje se slično kreću unutar kuglastog svemira (baš kao što se glazbeni tonovi skladno uvijaju i ovise jedni o drugima) činila se mnogo privlačnijom od **Anaksimandrove** cilindrične Zemlje ili Zemlje u obliku ravne ploče. Taj je svjetonazor postao toliko uvjerljiv da je nadahnuo kasnije grčke znanstvenike, uključujući i **Aristotela**, da traže i konačno nađu fizikalne i matematičke dokaze teorije da je svijet zaista kuglasta oblika.

▶ PITAGORA I NJEGOVA ŠKOLA

Pitagora je osnovao svoju školu u Krotonu, u Italiji, a jedan od njezinih ciljeva bilo je dalje istraživanje odnosa između fizičkog svijeta i

matematike. Zaista, od pet ključnih vjerovanja kojih su se držali pitagorovci jedno je bilo dominantno, a to je poimanje da je sve broj. Drugim riječima, stvarnost je u svojoj osnovi matematička, a sve su stvari u prirodi, poput glazbenih ljestvica ili kuglaste Zemlje i njezinih pratioca zvijezda i svemira, međusobno matematički povezane. Pokusi su pitagorovce doveli do brojnih otkrića, poput onog da je zbroj kutova u trokutu jednak zbroju dvaju pravih kutova (180°). Drugi otkriveni poučak bio je da je zbroj unutarnjih kutova u pravilnom n -terokutu jednak kutu koji je $2n - 4$ puta veći od pravoga kuta. No njihovo vjerojatno najveće aritmetičko otkriće jest otkriće iracionalnih brojeva. Došlo je iz saznanja da se kvadratni korijen iz dva ne može izraziti kao savršeni razlomak. To je bio najveći udarac za pitagorovsku ideju o savršenstvu, pa je prema nekim tvrdnjama čak bilo pokušaja zataškavanja ovog otkrića.

▶ PITAGORIN POUČAK

Čuveni Pitagorin poučak vjerojatno je bio poznat još Babiloncima, ali je moguće da ga je Pitagora prvi matematički dokazao. Kvadrat nad hipotenuzom pravokutnog trokuta jednak je zbroju kvadrata nad katetama još se može izraziti i kao $a^2 + b^2 = c^2$ gdje su a i b katete, a c je hipotenuza.

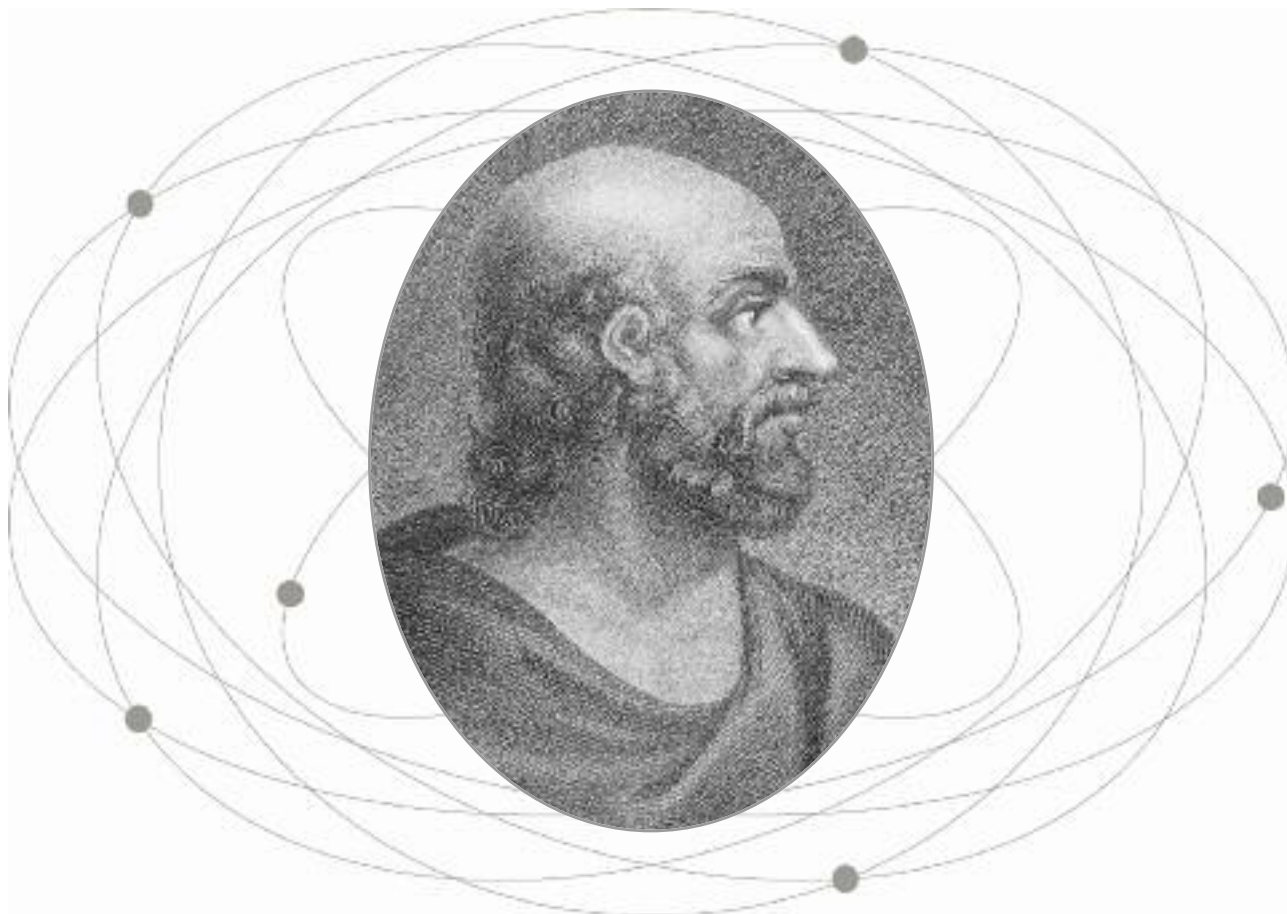
Ostala postignuća

Ironično je da je Pitagora danas najpoznatiji po svom poučku, za koji se znalo još dvije tisuće godina ranije, a istovremeno su njegova originalna otkrića ostala nedovoljno poznata. Može se reći da je otkrićem glazbene ljestvice Pitagora

ostavio veći utjecaj na povijest svijeta nego jednom jednostavnom i posuđenom formulom. Pitagori se također pripisuje da je dvije tisuće godina prije Kristofora Kolumba zamišljao Zemlju kao kuglu.

Hipokrat iz Kosa

Oko 460. – 377. godine prije Krista



Bilješka o nadnevcima

Osim da je rođen na otoku Kosu, vjerojatno sredinom petog stoljeća prije Krista, ostali detalji o Hipokratu su magloviti. Kao i u slučaju Anaksimandra, ono malo podataka za koje se zna toliko je nepouzđano da ih ne treba ni isticati.

Veći dio onoga što se pripisuje Hipokratu sadržano je u Hipokratovoj zbirci, nizu od šezdeset do sedamdeset medicinskih tekstova napisanih u kasnom petom i u ranom četvrtom stoljeću prije Krista. Opće je poznato da sam nije mogao napisati sva ta djela, pa su zato pouzdani podaci o njegovu životu i ostavštini ostali nepoznati. Pisani tijekom stotinjak godina, prilično različiti po

stilu i zaključivanju, ti radovi vjerojatno su stigli iz knjižnice medicinskog učilišta u Kosu, a moguće je da ih je prvenstveno sabrao autor kojemu su kasnije i pripisani. Hipokratu je Aristotel dao nadimak „veliki liječnik”, ali je danas poznatiji kao „otac medicine”. Bez obzira na nepouzđanost podataka o njegovu životu, Hipokrat je bez sumnje čovjek koji je postavio temelje medicinskoj znanosti i prilično utjecao na njezin daljnji razvoj, sve do današnjih dana.

Upute koje je Hipokrat propisivao još su i danas, dvije tisuće godina poslije njega, „dobra medicina”.

► ZDRAVORAZUMSKI PRISTUP

Hipokrat je bio mišljenja da su bolest i njezino liječenje u potpunosti zemaljski. Zanemario je praznovjerje i usredotočio se na prirodno i pojedinačno promatranje bolesti, bilježeći i analizirajući simptome i tijek bolesti. U Hipokratovu pristupu medicini prognoza bolesti bila je najvažnija točka, uz težnju da se u budućnosti izbjegnu okolnosti koje su dovele do bolesti. Međutim, razvoj lijekova ili dalekosežno liječenja nije smatrano važnim. Po Hipokratu, ono što dolazi od prirode, treba i liječiti prirodom; zato su odmor, zdrava prehrana, tjelovježba, higijena i svjež zrak najbolji lijek za liječenje i sprječavanje bolesti. „Hodanje je čovjeku najbolji lijek”, pisao je Hipokrat.

► TEORIJA HUMORA

Hipokrat je tijelo smatrao jedinstvenom cjelinom, a ključ zdravlja pripisivao je očuvanju prirodne ravnoteže unutar te cjeline. Smatrao je da na ravnotežu utječu četiri tjelesna soka (humora ili temperamenta), a to su krv, sluz, crna i žuta žuč. Tijelo je zdravo kada su sva četiri humora podjednako prisutna, a bolest se rasplamsa kada jedno od njih znatno dominira. Način za povratak ravnoteže i zdravlje su aktivnosti i prehrana koje će stimulirati druge tjelesne sokove, istodobno potiskujući onaj humor koji je prevladao. Iako po mjerilima današnje medicine ovaj postupak nije

znanstven, sama činjenica da je Hipokrat propisivao takvo prirodno i zemaljsko rješenje već znači veliko postignuće. Štoviše, ideja o „humorima” i njihovu liječenju održala se tijekom sljedeća dva tisućljeća, u svakom slučaju sve do sedamnaestog, a u nekim aspektima i do devetnaestog stoljeća. Povrh svega, preporuke o zdravom životu, dijeti i tjelovježbi još se i danas, dvije tisuće godina poslije Hipokrata, smatraju „najboljim lijekom”. Osim toga, u uporabi su i termini koje je nekada uveo Hipokrat: osoba s viškom crne žuči bila je melankolična, a osoba u koje je dominirala flegma ili sluz bila je flegmatična.

► HIPOKRATOVA ZAKLETVA

Vrlo čudno, ali čini se da Hipokrat nije osobno napisao ni riječi od svoga najtrajnijeg naslijeđa. Hipokratovu zakletvu vjerojatno je skovao neki njegov sljedbenik. To je kratak tekst s utvrđenim pravilima ponašanja kojih su se ubuduće svi liječnici morali držati. Osim toga, ona određuje etičku odgo-vornost liječnika prema bolesniku i potpuno poš-tovanje povjerljivosti. To je bio pokušaj da se liječnici Hipokratove tradicije odvoje od duhovnih i praznovjernih nadri-ječnika tog doba. Svjedok trajnosti Hipokratove zakletve je činjenica da je i danas prisežu studenti medicinskih fakulteta kada diplomiraju.

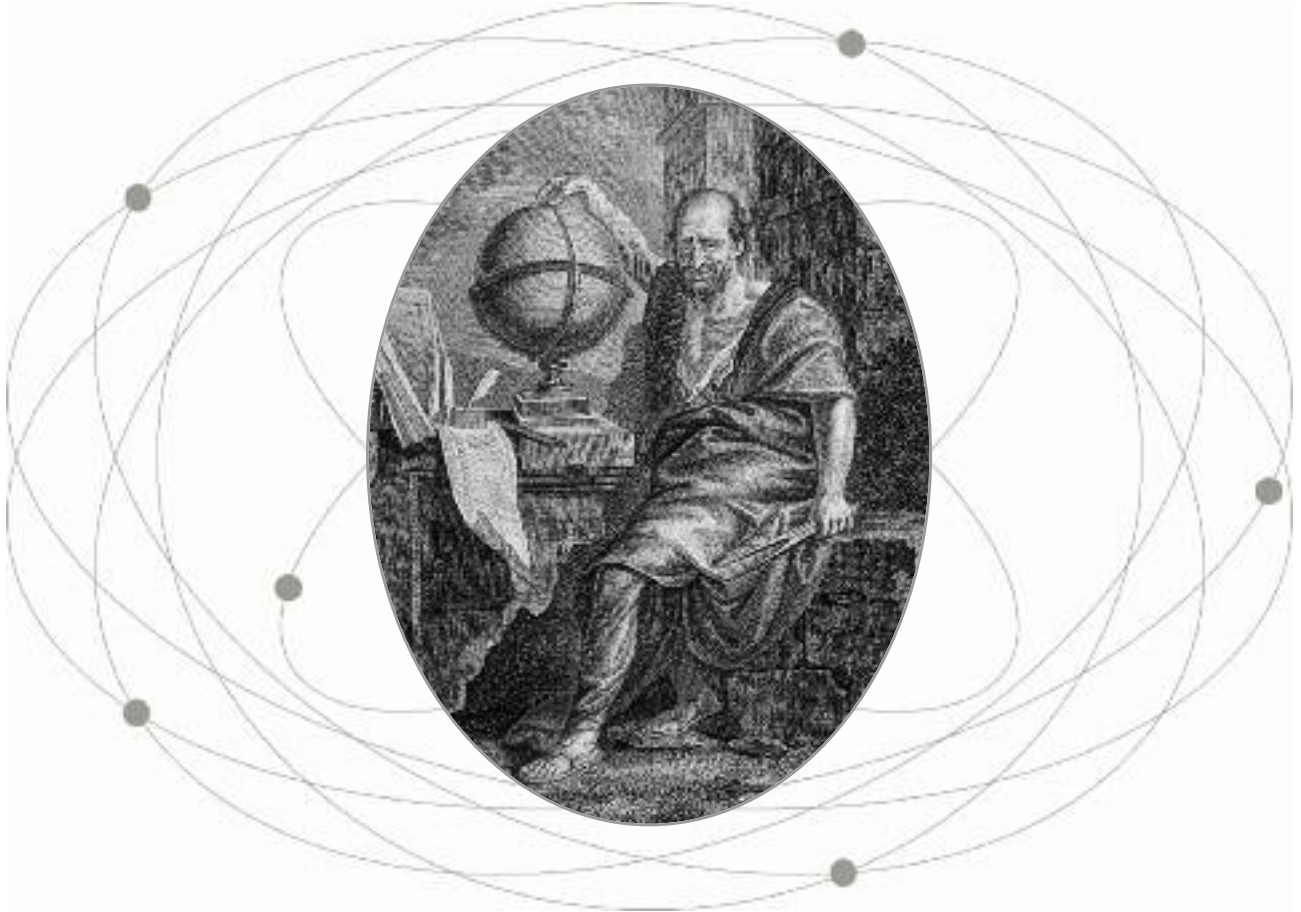
Hipokratova ostavština

Prije Hipokrata u području liječenja nije bilo nikakve znanosti. Postojalo je vjerovanje da je bolest božja kazna i da upletanje ne dolazi iz prirodnih, nego iz natprirodnih uzroka. Zato je i jedino liječenje dolazilo od natprirodnoga: uz pomoć magije, čarobnjaštva, praznovjerja ili vjerskog rituala. Hipokrat se svojim mišljenjem

i samouvjerenošću suprotstavio uvjerenjima toga doba. Njegov je pristup unio racionalnost u neracionalnost, a time je medicina zakoračila u doba razuma. „Postoje, zapravo, dvije stvari”, govorio je Hipokrat iz Kosa, „znanost i vjerovanje; od prve potječe znanje, od druge neznanje”.

Demokrit iz Abdere

Oko 460. – 370. godine prije Krista



Bilješka o nadnevcima

Kao i mnogi njegovi suvremenici, Demokrit nije ostavio pisane tragove o svom radu pa su nam detalji njegova učenja poznati iz spisa kasnijih Grka, prvenstveno Aristotela, koji mu je proturječio, i Epikura, koji ga je podržavao. Jedini djelomično pouzdan podatak je onaj o njegovu rođenju, oko 460. godine prije Krista, iako neki stručnjaci smatraju da je to bila 490. godina prije Krista.

John Dalton danas je svjetski poznat kao utemeljitelj atomske teorije, zahvaljujući njegovim radovima iz devetnaestog stoljeća, u kojima je iznosio da se elementi sastoje od sitnih, nedjeljivih čestica. Ipak, ideje o atomu i sustavni dokazi o tome kako oni grade fizički svijet postojali su više od dva tisućljeća, a tumačio ih je Demokrit iz Abdere, u Trakiji.

► ATOMSKA TEORIJA

Riječ atom dolazi od grčke riječi atomon, što znači nedjeljiv. Dalton je ovaj pojam uveo dva tisućljeća kasnije, kada je iskoristio istu riječ u svojoj tezi. Ali čak ni Demokrit nije bio prvi. Njegov učitelj Leukip, a također i Anaksagora, upotrebljavali su ovaj pojam za nedjeljive čestice. Međutim, Demokrit je prvi predložio sveobuhvatnu teoriju o ulozi atoma u izgradnji čitavog svemira. Za razliku od Daltona, svoju teoriju nije

Demokrit je sustavnim argumentima zastupao važnost atoma u izgradnji svijeta.

mogao potkrijepiti znanstvenim dokazima, već je ona ostala samo zdravorazumska pretpostavka. Ipak, mnogi aspekti Demokritove teorije aktualni su i danas.

► ATOMI, TVAR I PRAZNINA

Za Demokrita su postojale samo dvije stvari: prostor i tvar. Prostor se sastojao od praznine, beskonačno velikog vakuuma, u kojemu se nalazi bezbroj atoma koji čine tvar. Atomi i prostor postojali su oduvijek jer ništa ne može nastati ni iz čega. Atomi, kao sastavni dijelovi svega na Zemlji, ali i na planetima i zvijezdama, bili su i uvijek će biti isti: čvrsti, nelomljivi, nevidljivi blokovi, koji se nikad ne mijenjaju. Oni se jednostavno u praznini povezuju s drugim atomima i tako oblikuju različite stvari, od stijena, do biljaka i životinja. Kada te stvari umru ili se raspadnu, one se razgrađuju, a atomi su slobodni i povezuju se ponovno s drugim atomima u nove oblike. Demokrit je vjerovao da način vezivanja među atomima ovisi o njihovim različitim oblicima. Iako je sastav atoma isti, u tekućinama imaju glatke, okrugle rubove pa mogu kliziti jedni preko drugih, a oni u čvrstim tvarima imaju oštre rubove i zupce, te se mogu zakvačiti jedni za druge. Demokrit je smatrao da rubovi atoma uzrokuju i druge razlike među stvarima, primjerice u slučaju okusa: slatki okus nastaje zbog velikih, okruglih atoma, a ljuti zbog

teških, hrapavih atoma. Isto tako, objašnjavao je i boju stvari položajem atoma u spoju, zbog kojega je sjena koju atom baca svjetlija ili tamnija, ili je nema.

Demokritove teze značajne su jer potpuno odbacuju pomisao na duhovnost i religioznost. Duša je objašnjavana kao užurbano gibanje atoma koji su se našli zatvoreni u tijelu. Atomi reagiraju na poremećaje drugih atoma u tijelu ili izvan njega. Gibanje stvara osjete koji djeluju na um, a koji je i sam skup atoma, i proizvodi misli, osjećaje i ostalo. Demokrit tvrdi da umiranjem tijela duša prestaje postojati zato što se raspao predmet koji je atome držao na okupu. Oslobođeni atomi se razdvajaju i tako mogu doći u dodir s drugim atomima kako bi stvorili nove oblike. Ovdje nema mjesta ni za kakve apstraktne pojmove o natprirodnim pojavama ili o zagrobnom životu.

► DETERMINIZAM

U Demokritovu modelu nema mjesta ni ideji slobodnog izbora. Svi ljudski postupci određeni su atomima koji udaraju u tijelo, ali ne kao dio nekoga velikog plana ili uređenja, već se atomi sudaraju s drugim atomima u praznom prostoru kako su to oduvijek činili i zauvijek će činiti, pa ljudi uopće nemaju mogućnost slobodne volje.

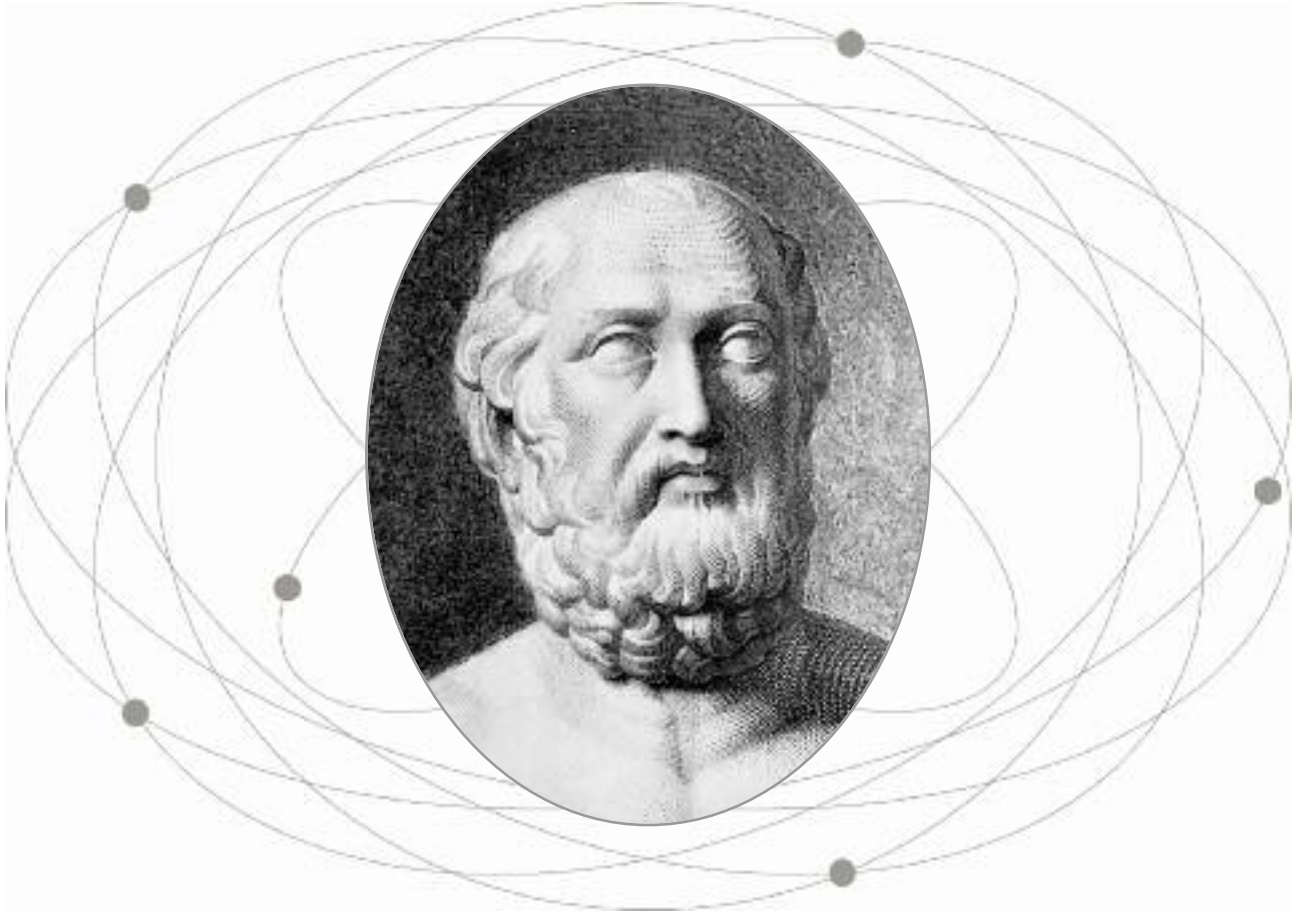
Matematička ostavština

Iako je suvremena znanost neke elemente Demokritova učenja odbacila, ipak je to bio prvi pokušaj da se sveukupan svemir objasni pomoću nekoliko jednostavnih fizikalnih i matematičkih zakona. To je bila velika promjena u razmišljanjima o ustrojstvu svijeta, a

znanstvenici se i danas time bave. Demokritu se također pripisuje i otkriće matematičkog zakona po kojem je obujam stošca trećina obujma valjka iste osnovice i visine te slične formule za odnos između piramide i pripadne prizme.

Platon

Oko 427. – 347. godine prije Krista



Kronologija

- Platon je rođen 427. godine prije Krista u Ateni ili u njezinoj okolici.
- 399. godine prije Krista, nakon Sokratova smaknuća, Platon s gađenjem napušta Atenu.
- 389. godine prije Krista Platon prvi put posjećuje Siciliju
- 387. godine prije Krista, nakon povratka u Atenu, Platon osniva vlastitu akademiju, utvrdu intelektualne izvrsnosti sve do njezina zatvaranja po nalogu cara Justinijana 529. godine.

Da bi se moglo razumjeti kako je Platon dolazio do zaključaka koji su ostavili tragove u zapadnjačkoj civilizaciji, potrebno je je razumjeti što je na njega samoga izvršilo utjecaj. Platon je rođen u Ateni ili blizu nje, u trenutku kad je ona bila grad-država i smatrana najvažnijim prosvijećenim i kulturnim mjestom. Platon je bio pod jakim utjecajem Sokrata, drugog velikog filozofa i svog sugrađanina. Sokratov pristup obuhvaćao je neprekidno

traganje za jasnijim definicijama riječi i jasnijim načinom poimanja riječi, s ciljem da se dosegne „istina”, često skrivena iza nerazumne i zlonamjerne upotrebe samih tih riječi. S obzirom na to, Platon je uveo pojam „realnosti”, što je postalo okosnicom njegova kasnijeg pristupa znanosti, a posebno metafizici.

► SOKRATOV UTJECAJ

Sokrat je pogubljen 399. godine prije Krista, pod optužbom da kvvari atensku mladež svojim

„Ne znate li geometriju, ne ulazite.”

Natpis nad ulazom u Platonovu akademiju

„buntovničkim” idejama. Platonova reakcija na to bio je bijeg iz Atene i odlazak na putovanje po mnogim zemljama, koje je potrajalo čak više od desetljeća. Na tim je putovanjima upoznao pitagorovce, skupinu ljudi koja će još snažnije utjecati na njega. Krotonska škola, koju je utemeljio **Pitagora**, od svog je osnutka promicala tezu da je sve broj.

► TEORIJA OBLIKA

Kombinacija tih dvaju utjecaja na Platona, udružena naravno s njegovim djelom, dovela ga je do *Teorije oblika*, njegove glavne ostavštine znanstvenoj misli. Ona se zasniva na tvrdnji da je priroda viđena ljudskim očima, iskvarena verzija prave stvarnosti ili oblika. Izraženo usporedbom, čovjek je poput pećinskog čovjeka koji cijelog života gleda samo u stražnji zid pećine. Ono što tada vidi kao stvarnost su sjene koje sunce baca na taj zid. Prema tome, izravnim promatranjem sjena malo se toga može naučiti. Za Platona je uvijek postojao vječan, osnovni matematički oblik i red u svemiru, a ljudi to ne vide savršeno, već im je često pogled iskvaren vlastitim iracionalnim prividom i predrasudama o tome kakve bi stvari „trebale biti”. Prema tome, za Platona, kao i za pitagorovce, jedini je ispravan pristup znanosti onaj racionalni i matematički, koji teži otkri-

vanju sveopćih istina, bez obzira na ljudsko postojanje. To vrednovanje numeričkih metoda prilično je utjecalo na modernu znanost, pa su sljedbenici, prativši ovu tradiciju, dolazili do „otkrića” putem matematičkog predviđanja. Primjerice, aritmetički proračun da će buduća otkrića imati određene osobine, prepoznamo u slučaju dotad nepoznatih elemenata prvog periodnog sustava Dmitrija **Mendeljejeva**. Kasnija su znanstvena istraživanja dokazala da je matematika imala pravo. To je metoda kojom se znanstvenici i danas mnogo koriste.

► AKADEMIJA

Mnogo opipljiviji način Platonova utjecaja na znanstvenu misao dogodio se osnivanjem akademije 387. godine prije Krista, nakon povratka u Atenu. Neki autori tvrde da je ta ustanova bila prvo europsko sveučilište, a njezina osnovna načela govore u prilog tome. Platonov je utjecaj bio prisutan u potpunosti. Priča se da je iznad ulaza u školu stajao natpis: „Ne znate li geometriju, ne ulazite.” U stoljećima koja su dolazila, atenska je akademija postala vodeći autoritet za matematiku, astronomiju, prirodne znanosti i filozofiju, a i druga područja. Preživjela je skoro tisuću godina, a onda ju je rimski car Justinijan zatvorio 529. godine, kada otprilike počinje razdoblje mračnoga srednjeg vijeka.

Platonova ostavština

Platon je danas jedan od najvećih filozofa zapadne tradicije. Zato možda nije potpuno jasno kako je uvršten u knjigu o znamenitim znanstvenicima. Međutim, on je utjecao na razvoj prirodnih znanosti gotovo na jednak način kao i na mnogo drugih akademskih područja, poput pedagogije,

književnosti, političke teorije, epistemologije i estetike.

Tijekom povijesti, Platonovo znanstveno i filozofsko nasljeđe prošlo je kroz znatnu preobrazbu i nova tumačenja, ali njegov je logički pristup ostao snažan i postojan svjedok njegovih dalekosežnih ideja.

Aristotel

Oko 384. – 322. godine prije Krista



Kronologija

• 367. godine prije Krista Aristotel dolazi na Platonovu akademiju u Ateni. • 347. godine prije Krista, poslije Platonove smrti, napušta akademiju i odlazi na otok Lezbos. • 342. godine prije Krista postaje učitelj mladom Aleksandru Makedonskom, koji će kasnije postati slavni Aleksandar Veliki. • 335. godine prije Krista vraća se u Atenu i osniva vlastitu školu, licej. • 323. godine prije Krista optužen je za bezbožnost: kako bi spriječio grad Atenu da „dvaput zgriješi protiv filozofije”, Aristotel se vraća u Halkidu, gdje umire sljedeće godine.

Aristotelovo učenje o fizici i kozmologiji prevladavalo je u zapadnoj misli sve do vremena Galileija i Newtona, kad se pokazalo da je najvećim dijelom bilo pogrešno. Započeo je od predodžbe da svaka stvar može biti načinjena od jednoga od četiriju elemenata: zemlje, vode, zraka ili vatre.

► ČETIRI ELEMENTA

Aristotel je prihvatio mišljenje da je Zemlja u središtu svemira, te da se Mjesec, Sunce, planeti i zvijezde oko nje gibaju po savršenim kružnicama. Vjerovao je da svi elementi uvijek imaju težnju povratka na svoje prirodno mjesto, pa, primjerice, bačeni kamen pada na zemlju čim uklonimo zapreku koja ga je u tome sprečavala — zemljin se element, budući da je gušći i teži,

Aristotelovu se učenju u nekim razdobljima pripisivao gotovo božanski autoritet.

prirodno nastoji gibati prema dolje, u smjeru središta planeta. Vodeni elementi plutaju po površini, zrak se izdiže iznad zemlje i vode, a težnja vatre je da se uzdigne iznad svih njih, što objašnjava pružanje vatre u visinu. Po istoj metodi, Aristotel je mogao dati objašnjenje zašto kamen najprije leti kroz zrak, umjesto da odmah ide prema dolje, što bi se moglo očekivati. To se zbiva zato što zrak teži k tome da ispuni prazninu nastalu nakon prolaska kamena, i gura kamen, sve dok on ne izgubi svoju horizontalnu brzinu, i padne na tlo.

▶ PETI ELEMENT

Međutim, Aristotel se suočava s problemom. Stav da sve na svijetu teži prema svome prirodnome mjestu bio je u neskladu s njegovim učenjem da se ostatak kozmosa giba u savršenom i usklađenom redu, bez ikakvih poremećaja ili guranja za mjesto, tipičnih za zemaljske elemente (da nije tako, planeti i zvijezde bi pali na Zemlju kao središte svemira). Da bi to objasnio, Aristotel je tradicionalnoj četvorki dodao i peti element, nazvan eter, koji ima prirodno kružno kretanje. Eter upravlja svime što je dalje od Mjeseca, što objašnjava besprijekorno kretanje i stabilnost, a sve ispod toga je pod zakonima ostalih četiriju elemenata. Iako je ovo objašnjenje za suvremenog čovjeka teško prihvatljivo, ono je bilo

općeprihvaćeno tijekom cijelih dvaju tisućljeća poslije Aristotela. Postavivši ga, Aristotel je snažno utjecao na razvoj znanstvene misli, no uglavnom time što je dugotrajno i bezrezervno prihvaćanje njegovih zakona usporilo napredak znanosti. U drugim područjima fizike Aristotel je bio točniji u procjenama. Primjerice, učvrstio je ideju, koju je prije zastupao Pitagora, da Zemlja ima oblik kugle. Za vrijeme pomrčine Mjeseca uočio bi polukružnu sjenu koju je na Mjesec, očito, bacala kugla. Tijekom putovanja u pravcu sjevera ili juga, gledao je kako se zvijezde „pomiču”, sve dok neke od njih postupno ne nestaju iz vida. Njegov je zaključak je bio da je i tome razlog okrugli oblik Zemlje.

▶ PREMA BIOLOGIJI

U području biologije Aristotel je pogriješio s tvrdnjom da je srce sjedište uma, a ne mozak. Budući da je bio dosljedan empirijskom pristupu, činio je seciranja životinja da bi potvrdio ili odbacio određena vjerovanja, primjerice da embrij nastaje u trenutku oplodnje ili da je spol životinje određen položajem u maternici. Aristotel je također bio među prvima koji su težili metodičkoj klasifikaciji životinja na temelju načina razmnožavanja, pa ih je podijelio na životinje koje nose na svijet žive mlade i one koje nesu jaja. Ta je podjela osnovica suvremene taksonomije.

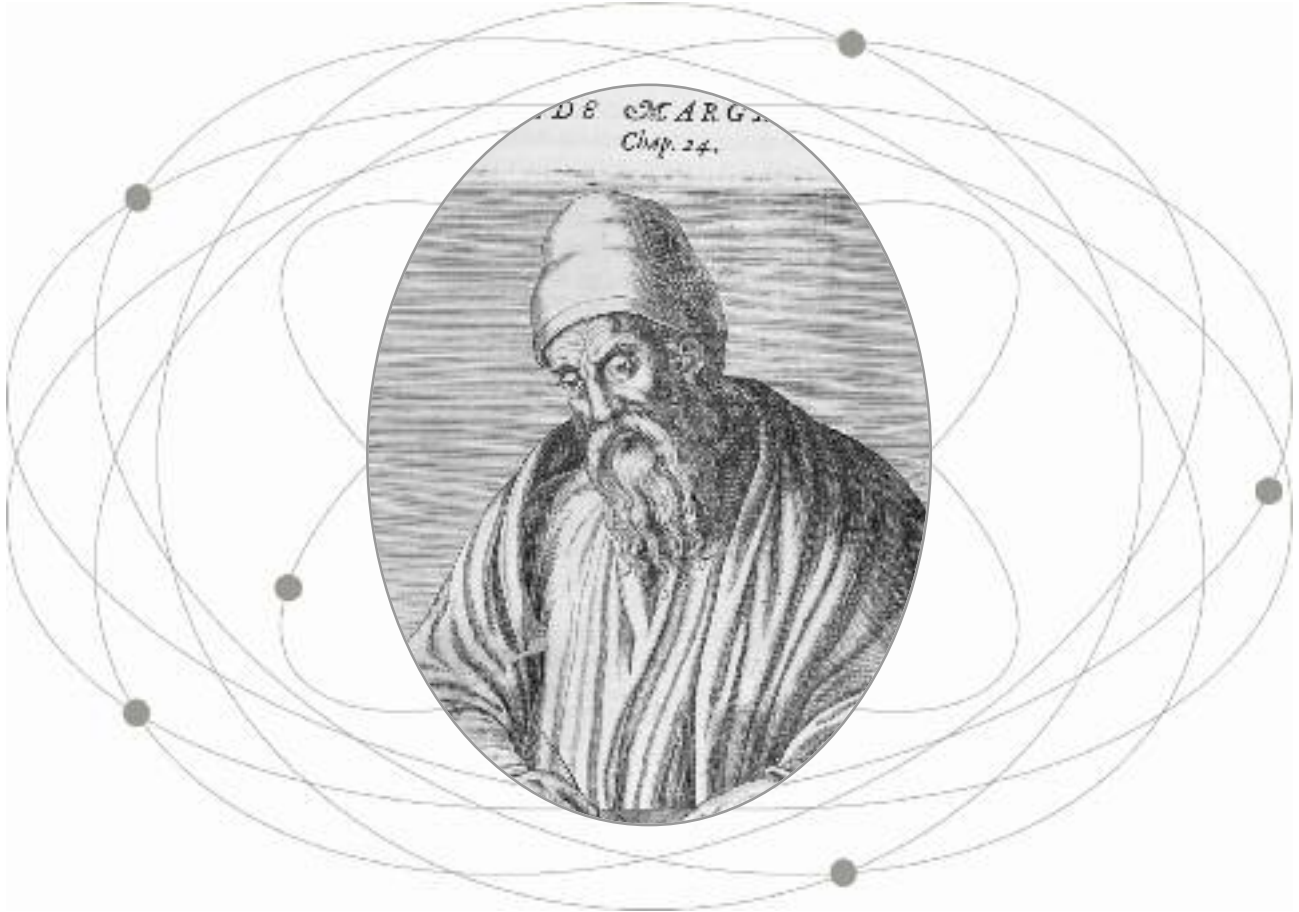
Aristotelova ostavština

Za razliku od svog učitelja i mentora Platona, Aristotel je vjerovao da se promatrajući prirodu može mnogo toga naučiti. Ovaj je pristup primijenio u mnogim područjima ljudskog znanja kako bi potvrdio, odbacio ili nadopunio ono što je u području fizike, filozofije, astronomije i biologije već bilo poznato. Iako je bio učenik Platonove akademije gotovo dvadeset godina, njih dvojica imala su u

mногоčemu suprotna mišljenja. No, Aristotelovo je učenje ostavilo na zapadnu civilizaciju jednako dubok utjecaj kao i učenje njegova učitelja Platona. U području znanstvene spoznaje, Aristotel je imao čak i jači utjecaj, toliki da su nadolazeća stoljeća njegova učenja prihvatila kao neupitna, gotovo kao božanske istine, što nije uvijek imalo dobre posljedice za čovječanstvo.

Euklid

Oko 330. - 260. godine prije Krista



Kronologija

Učenja starih mislilaca uglavnom su nam poznata, ali ne i njihovi životi i vrijeme u kojim su živjeli. Kao što smo već rekli, taj dio često nam je maglovit, a upravo to u potpunosti vrijedi i za Euklida. Iako svaki srednjoškolac zna njegovo ime, njegov je život nepoznanica; ne zna se gdje je studirao, pa čak ni gdje se rodio.

Prema priči, egipatski kralj Ptolemej I. Soter upitao je Euklida o učenju geometrije nekim bržim načinom, a ne čitanjem njegovih 13 svezaka o toj temi. Euklid mu je odgovorio: „Za geometriju nema kraljevskoga puta, Vaše Veličanstvo.” Euklid je utro jedan od najveličanstvenijih putova u geometriju, a to se cijeni već više od dvije tisuće godina.

► ELEMENTI

Euklidova je ostavština dobro znana, ali nam je život velikog matematičara ostao tajna.

Vjerojatno je studirao kod Platona u Ateni, a dobar dio života proveo u Aleksandriji gdje je osnovao matematičku akademiju. Nije jasno je li sva djela koja mu se pri-pisuju — uključujući *Data*, *O dijeljenju*, *Optika* i *Fenomeni* dovršio sam, ili je radeći na tome imao pomoć svojih

Poslije Biblije, Elementi su vjerojatno najproučavanija knjiga u povijesti.

studenta, ali jasno je da je utjecaj tih tekstova bio golem. *Elementi*, Euklidovo remek-djelo o geometriji, imalo je značajan utjecaj na zapadnjačko akademsko mišljenje.

Postoji tvrdnja da su *Elementi*, poslije *Biblije*, najcitiranija, najproučavanija i najprevođenija knjiga u povijesti. Razlog tome je dvostruk: što je izrekao i kako je to izrekao. Možemo sa sigurnošću reći da je način kako je to izrekao utjecao na budući način izlaganja bilo kojega matematičkoga, znanstvenoga, teološkoga i filozofskoga teksta.

Tome je tako jer je Euklid imao sustavni pristup pisanju, postavljajući niz aksioma (temeljnih istina) na početku, nakon čega slijede dokazi teorema, koji se opet temelje na prije dokazanim istinama. Taj logični postupak koji je nalik zidanju zida postavio je akademski predložak za dokazivanje znanja, a i danas je standardni model istraživanja.

► GEOMETRIJSKA SINTEZA

Skup znanja koje je Euklid sabrao u svojih trinaest svezaka *Elementa*, toliko je sveobuhvatno i uvjerljivo da je ovaj priručnik ostao već više od dva tisućljeća nepromijenjen i neosporen. Sigurno je da sve teorije nisu njegove; on je jednostavno želio sva znanja o geometriji, i druga matematička znanja, sabrati u jedinstven tekst. Tako su u njima, primjerice, navedene ideje prethodnih grčkih matematičara Eudoksa,

Teteusa i Pitagore, no mnogi su detaljni dokazi Euklidovi, kao i mnoštvo drugih originalnih priloga. Prvih šest svezaka obrađuju ravninsku geometriju (osnovna svojstva trokuta, kvadrata, pravokutnika i kružnica te srodni sadržaji) i neka druga temeljna matematička načela, poput Eudoksove teorije razmjera. Sljedeće četiri knjige posvećene su teoriji brojeva i uključuju znameniti dokaz da postoji beskonačan broj prostih brojeva. Posljednja tri dijela bave se geometrijom prostora.

► NEEUKLIDSKI PROSTORI

Ironično, ali kasniji matematičari našli su pogreške u nekim početnim aksiomima u knjizi. Posljednji od njih potvrđen je kao najkontroverzniji. Taj aksiom o paralelnosti tvrdi da se kroz točku koja leži izvan pravca može povući samo jedan pravac koji se s početnim pravcem ne siječe (tj. paralelni pravac). Ovo je pitanje u devetnaestom stoljeću istraživao mađarski matematičar Janos Bolyai, rodom iz Rumunjske. Preuzevši očevo životno djelo, pokušao je dokazati Euklidov „paralelni” postulat, otkrivši na kraju da je zapravo nedokaziv. Time je započela nova škola matematičkog razmišljanja, kasnije ojačana uvjerenjem Alberta Einsteina da je geometrija prostora također neeuklidska, što se kasnije potvrdilo točnim.

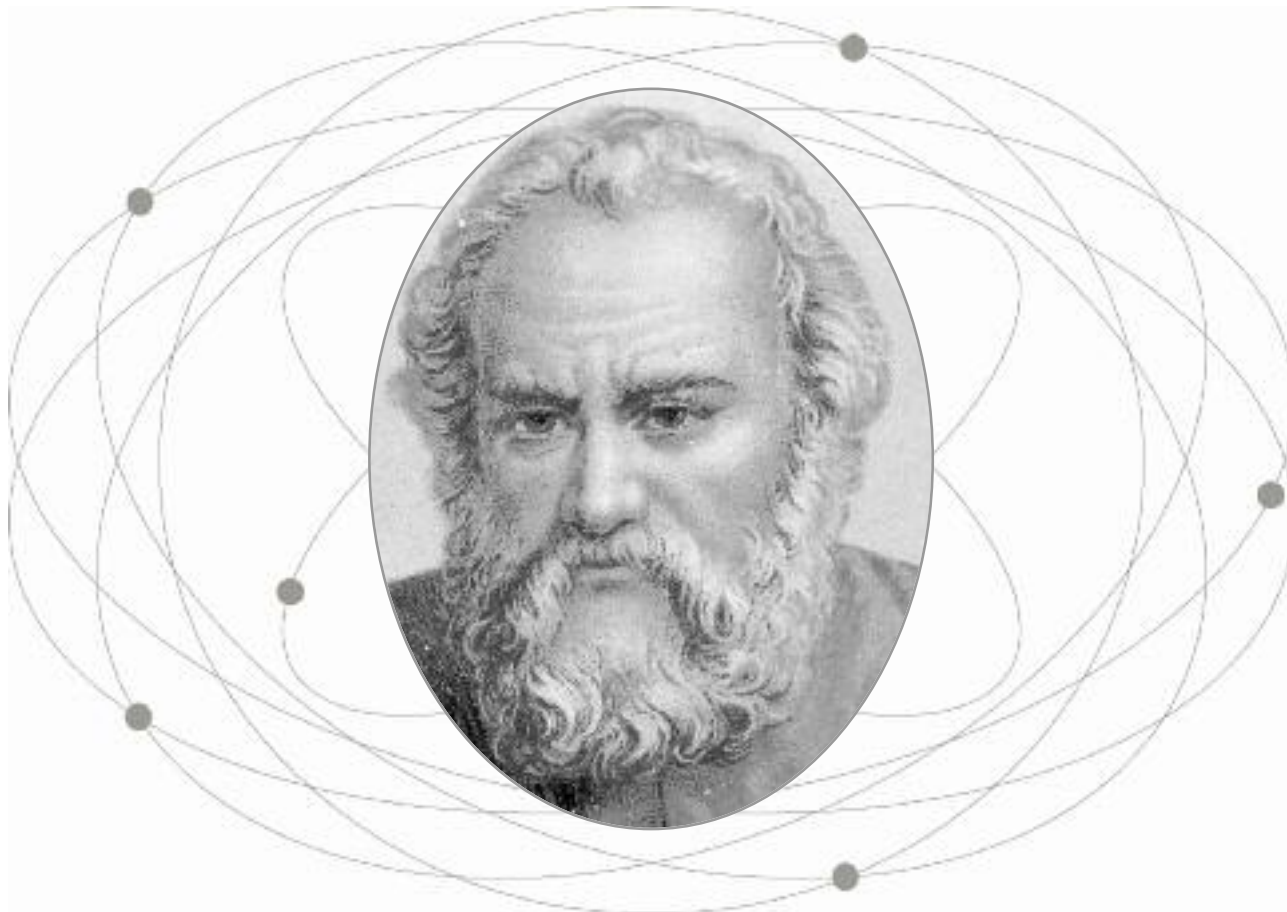
Euklidova ostavština

Iako su otkrića u posljednja dva stoljeća pokazala da su vrijeme i prostor drugačiji od onoga što je u određenim uvjetima tvrdio Euklid, time nisu umanjena njegova postignuća. Sabrati Elemente na takav način, imati utjecaj takvih ogromnih razmjera na

razvitak zapadne civilizacije i ostati jedini autoritet u geometriji tijekom tako dugog razdoblja (čak i danas,) ostavština je koja je usporediva s ostavštinom samo još nekoliko genija u povijesti.

Arhimed

Oko 287. – 212. godine prije Krista



Kronologija

• 213. godine prije Krista Arhimedovi ratni strojevi oslabili su napad Rimljana na Siracusu. • 212. godine prije Krista Rimljani osvajaju Siracusu, a Arhimeda je ubio rimski vojnik tijekom opsade grada. • 75. godine prije Krista rimski državnik Ciceron pronalazi i obnavlja Arhimedov grob.

Dajte mi oslonac i pomaknut ću Zemlju”, poznate su riječi koje je Arhimed navodno uputio narodu u Siracusi. Iako do toga nije došlo, napravio je malu polugu kralju Hijeronu, za pomicanje brodova. Uz takve odvažne predstave i njegovu briljantnost kao izumitelja, inženjera i matematičara, među svojim suvremenicima bio je veoma omiljen i cijenjen.

► MATEMATIČAR

Od njegovih djela nisu koristili samo ljudi tog vremena. Mnogi njegovi pronalasci i danas su ovdje s nama. Kao prvo i povrh svega, on je bio čisti matematičar i često se „smatra jednim od najvećih matematičara svih vremena”, kako piše u oxfordskom *Leksikonu znanstvenika*. Prvi je upotrijebio izraz koji kaže da je obujam kugle $4\pi r^3/3$, gdje je r polumjer kugle. Drugi radovi u istom području, koji su izloženi u djelu *O kugli i valjku*, doveo ga je do rezultata da se površina

„Dajte mi oslonac i dovoljno dugačku polugu, i ja ću vam pomaknuti Zemlju.”

kugle može izraziti kao četverostruki najveći presjek kugle. Također, njegov je rezultat da je obujam kugle jednak dvjema trećinama obujma valjka opisanoga oko te kugle. Izračunao je da broj π ima približnu vrijednost $22/7$. To je broj koji je u upotrebi već 1500 godina poslije Arhimeda.

▶ ARHIMEDOV ZAKON

Arhimed je otkrio i zakon da na tijelo uronjeno u tekućinu djeluje uzgon, sila koja tijelo postiskuje prema gore i jednaka je težini istisnute tekućine. Prema legendi, do tog je otkrića došao razmišljajući o zadatku dobivenom od kralja Hijerona: želio je da provjeri je li jedna od njegovih kruna načinjena od čistog zlata ili nije. Arhimed je o tom problemu često razmišljao. Kupajući se, primijetio je da iz kade izlazi više tekućine kad tijelo više uranja u vodu. Shvatio je da krunu treba uroniti u vodu, izmjeriti količinu istisnute vode i doznati obujam krune. Trebao je pronaći i jednak obujam čistog zlata, te izvagati čisto zlato i krunu. Nakon usporedbe dobivenih rezultata, mogao je odgovoriti na kraljevo pitanje. Smatra se da je tijekom tog otkrića Arhimed bio toliko izvan sebe od ushićenja da je izletio gol na ulicu, vičući „Heureka!” (Našao sam!).

▶ KOLOTURJA I POLUGE

Arhimed je postao slavan po svojim praktičnim primjenama, koje su ljudima tog doba značile više od matematike. Zahvaljujući praktičnoj demonstraciji, kralju Hijeronu je pomaknut brod pomoću male poluge, koja je pak bila povezana s nizom drugih poluga. Arhimed je znao da će pokus uspjeti jer je već razradio opću teoriju poluga. On je matematički razumio odnos između duljine poluge, položaja potpornja, tereta koji je trebalo dignuti i sile potrebne za pomak tog tereta. Dakle, mogao je napraviti poluge za bilo koju vrsta tereta koju treba podići.

Protumačio je i načelo djelovanja kolotura, vitla, vijka i klina, te pronašao način za određivanje težišta predmeta.

▶ ARHIMED IDE U RAT

Za doba u kojem je živio, vjerojatno su najvažniji bili njegovi ratni strojevi, izumljeni u vrijeme rimske opsade Siracuse i Drugoga punskog rata. Rimljani su zbog nepažljive obrane uspjeli osvojiti Siracusu, a Arhimeda je ubio rimski vojnik, dok je on marljivo radio matematičke crteže. Navodno su mu posljednje riječi bile: „Mladiću, ne dirajte moje krugove!”

Ostala postignuća

Pronalasci

- Arhimedov vijak: uređaj za crpljenje vode iz brodova i za natapanje polja.
- Arhimedova kliješta: veliki ratni stroj, korišten u obrani Siracuse. Njime se potezanjem za pramac mogao prevrnuti cijeli brod.
- Složeno koloturje: omogućilo je dizanje golemih tereta s minimalnim utroškom energije.
- Metoda iscrpljivanja: matematička metoda koja je slična integralnom računu, a Arhimed je njome uspio proračunati ploštine i obujmove dvodimenzionalnih ploha i trodimenzionalnih tijela.

Otkrića

- Arhimedova je zasluga hidrostatika, znanost o ponašanju tijela uronjenih u vodu (vidi Arhimedov zakon). Također je otkrio načela mehaničke statike i piknometrije (mjerjenja obujma i gustoće tijela).
- Poznat je i kao „otac integralnog računa”. Među ostalim, njegovim su se proračunima kasnije koristili Kepler, Fermat, Leibniz, Newton i drugi.