

# AKO VYSVETLIŤ SVET

OBJAV MODERNEJ VEDY



**STEVEN WEINBERG**

NOSITEĽ NOBELOVEJ CENY ZA FYZIKU

AKO VYSVETLIŤ  
SVET

STEVEN WEINBERG JE AJ AUTOROM KNÍH\*

*Lectures on Quantum Mechanics* (Prednášky z kvantovej mechaniky)

*Lake Views* (Pohľady od jazera)

*Cosmology* (Kozmológia)

*Glory and Terror* (Triumf a teror)

*Tváří v tvář* (Facing Up)

*The Quantum Theory of Fields* (Kvantová teória polí)

*Snění o finální teorii* (Dreams of a Final Theory)

*Elementary Particles and the Laws of Physics*  
(Elementárne častice a fyzikálne zákony)

*The Discovery of Subatomic Particles* (Objav subatómových častíc)

*První tři minuty* (The First Three Minutes)

*Gravitation and Cosmology* (Gravitácia a kozmológia)

\* Ak kniha vyšla v češtine, jej titul uvádzame na prvom mieste. V ostatných prípadoch je na prvom mieste originálny titul a v zátvorke jeho slovenský preklad. Pozn. prekl.

AKO VYSVETLIŤ  
SVET



*Objav modernej vedy*

STEVEN  
WEINBERG

**slovar**

Copyright © 2015 by Steven Weinberg  
Translation © Juraj Šebesta, 2015  
Slovak edition © Vydavateľstvo SLOVART, spol. s r. o., Bratislava 2015

Prvé slovenské vydanie  
Z anglického originálu *To Explain the World. The Discovery of Modern Science* vydaného vo vydavateľstve HarperCollinsPublishers roku 2015  
preložil Juraj Šebesta.  
Verše z básne Johna Donna *Prednáška o tieňoch* preložila Jana Bálíková.  
Zodpovedný redaktor Jaroslav Hochel  
Editorka Zita Ročkárová  
Návrh obálky BORGIS, s.r.o., Bratislava  
Sadzba a zalomenie do strán ITEM, spol. s r. o., Bratislava.  
Tlač FINIDR, s. r. o., Český Těšín

ISBN 978-80-556-1491-5  
10 9 8 7 6 5 4 3 2 1  
[www.slovar.sk](http://www.slovar.sk)

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť tejto publikácie nesmie byť nijakou formou reprodukováaná, kopírovaná alebo rozmnožovaná bez predchádzajúceho písomného súhlasu vydavateľa.

Venujem Louise, Elizabeth a Gabrielle

*Tri hodiny sme išli cestičkami  
a dva tiene sa stále vliekli s nami,  
čo ty a ja sme svorne tvorili.  
No poludnie je, kroky našich nôh  
pod slnkom smelo šliapu po tieňoch,  
vidíme všetko jasne vo chvíli.*

John Donne: *Prednáška o tieňoch*

# Obsah

<i>Predhovor</i> .....	9
------------------------	---

## PRVÁ ČASŤ: GRÉCKA FYZIKA

Hmota a poézia .....	17
Hudba a matematika .....	29
Pohyb a filozofia .....	36
Helenistická fyzika a technika .....	45
Antická veda a náboženstvo .....	58

## DRUHÁ ČASŤ: GRÉCKA ASTRONÓMIA

Astronómia pre prax .....	69
Merania Slnka, Mesiaca a Zeme .....	77
Problém pohybu planét .....	91

## TRETIA ČASŤ: STREDOVEK

Arabský stredovek .....	117
Európsky stredovek .....	138

## ŠTVRTÁ ČASŤ: VEDECKÁ REVOLÚCIA

Tajomstvo slnečnej sústavy rozlúštené .....	161
Začína sa experimentovať .....	204



Prehodnotená metóda .....	216
Newtonovská syntéza .....	230
Epilóg: Veľká redukcia .....	270
<i>Podakovanie</i> .....	283
<i>Technické poznámky</i> .....	285
<i>Poznámky</i> .....	381
<i>Bibliografia</i> .....	399
<i>Register</i> .....	411

## *Predhovor*

Som fyzik, nie historik, ale ako plynú roky, čoraz viac ma fascinujú dejiny fyziky. Predstavujú mimoriadne zaujímavý príbeh, hádam najzaujímavejší v celých dejinách ľudstva. Na tomto príbehu majú osobný podiel aj vedci ako ja. Poznanie minulosti môže pozitívne ovplyvniť súčasný výskum a objasniť niektoré jeho stránky, preto je pre mnohých vedcov dodatočným stimulom na prácu. Prečo? Dúfame, že naše bádanie sa raz stane súčasťou, čo ako malou, impozantných historických tradícií prírodných vied.

Ak som aj písal o histórii, témou mojich prác boli väčšinou dejiny modernej fyziky a astronómie od konca 19. storočia do súčasnosti. Hoci sme v tomto období mnohé pochopili, ciele a kritériá fyzikálnej vedy sa v podstate nezmenili. Keby sa fyzici okolo roku 1900 boli nejako dopracovali k dnešnému štandardnému modelu kozmológie alebo fyziky elementárnych častíc, možno by ich ohromil viac, než sme ním dnes ohromení my, no myšlienka hľadania matematicky formulovaných a experimentálne overených objektívnych princípov, ktoré vysvetľujú široký okruh javov, by im pripadala dôverne známa.

Pred časom som usúdil, že musím načrieť hlbšie do histórie a lepšie spoznať rané obdobie dejín vedy, keď ciele a kritériá vedeckého bádania ešte nenadobudli súčasnú podobu. Pre vysokoškolského pedagóga je prirodzené, že keď chce niečo pochopiť, vypíše prednášku na danú tému. Tak som v poslednom desaťročí

z času na čas pripravil na Texaskej univerzite prednášky z dejín fyziky a astronómie pre poslucháčov, ktorí nemali nijaké špeciálne znalosti z prírodných vied, matematiky či histórie. Práve z poznámok k týmto prednáškam vznikla kniha, ktorú držíte v rukách.

Ako sa kniha rozrastala, pochopil som, že azda môžem ponúknuť aj niečo, čo by prekračovalo rámec prostého rozprávania: pohľad aktívneho vedca na vedu minulých storočí. Využívam túto príležitosť, aby som vyložil svoje názory na povahu fyzikálnej vedy a na jej trvalo zložité vzťahy s náboženstvom, technikou, matematikou a estetikou.

Veda existovala ešte skôr, ako sa začali tvoriť dejiny, prinajmenšom jestvoval určitý jej druh. Veď v každom okamihu nám príroda predkladá celú škálu záhadných javov, napríklad oheň, hromy a blesky, morové rany, pohyb planét, svetlo, príliv a odliv a tak ďalej. Pozorovanie sveta nás privádza k zovšeobecneniam: oheň je horúci, blesky a hromy sú predzvesťou lejaka, príliv a odliv je najväčší, keď je Mesiak v splne či nove, a tak ďalej. Nové poznatky sa vždy stávali súčasťou praktických znalostí ľudstva. Tu a tam sa však nachádzali ľudia, čo sa neuspokojili iba so zhromažďovaním faktov. Chceli svet aj vysvetliť.

Nebolo to ľahké. Nielen preto, že naši predkovia nevedeli o svete to, čo vieme my – dôležitejšie je, že nemali k dispozícii to, čo máme dnes: predstavu, čo znamená niečo o svete vedieť a ako také poznatky získať. Pri príprave jednotlivých prednášok ma zas a znova prekvapoval veľký rozdiel medzi vedou minulých storočí a vedou mojej doby. Výstižne to vyjadrujú často citované riadky z románu L. P. Hartleyho: „Minulosť je cudzinec, veci sa tam robia inak.“ Dúfam, že v novej knihe sa mi podarilo sprostredkovať nielen predstavu o tom, čo sa udialo v dejinách exaktných vied, ale aj pocit, aké ťažké to bolo.

Takže kniha sa nezaobera len tým, ako sme získavali rôzne poznatky o svete. To je prirodzene témou akýchkoľvek dejín vedy. V predkladanej knihe sa zameriavam na niečo iné – ako sme sa učili svet poznávať.

Uvedomujem si, že slovo „vysvetliť“ v názve knihy vyvolá polemiku, osobitne medzi filozofmi vedy. Často zdôrazňovali a zdô-

razňujú, aké ťažké je presne odlíšiť vysvetlenie od opisu. (Krátko sa o tom zmienim v 8. kapitole.) Mne však ide skôr o dejiny vedy než o filozofiu vedy. Pod vysvetlením rozumiem niečo nepochybne nepresné, čo máme v bežnom živote na mysli, keď sa pokúšame vysvetliť, prečo kôň vyhral dostihy alebo prečo lietadlo havarovalo.

Rovnako problematické je aj slovo „objav“ v podtitule. Pôvodne som si chcel zvoliť obrat „vynález modernej vedy“. Veď veda sa sotva zaobíde bez ľudských bytostí, čo ju praktizujú. Napokon som namiesto slova „vynález“ zvolil „objav“, aby som naznačil, že veda sa nevyvíja vďaka rozmanitým historickým vynálezom, ale skôr napodobňuje fungovanie samej prírody. Napriek všetkým nedokonalostiam predstavuje moderná veda metódu natoľko dobre zosúladenú s prírodou, že ju opisuje vierohodne – no a spoľahlivé poznatky o svete nám umožňuje získavať práve prax. V tomto zmysle je veda metóda, ktorú objavili až ľudia.

Teda o objave vedy môžeme hovoriť v rovnakom zmysle, v akom historici hovoria o objave poľnohospodárstva. Napriek svojej rôznorodosti a nedokonalostiam predstavuje poľnohospodárstvo metódu natoľko dobre zosúladenú s poznatkami biológie, že funguje úspešne – umožňuje nám zabezpečovať si potravu.

Týmto podtitulom som sa chcel aj dištancovať od niekoľkých jednotlivcov, ktorí ešte stále operujú pojmom sociálnej konštrukcie: od sociológov, filozofov a historikov, čo sa usilujú vysvetľovať nielen proces, ale aj výsledky vedy ako produkt špecifického kultúrneho prostredia.

Pokiaľ ide o vedné odvetvia, táto kniha sa zameriava na fyziku a astronómiu. Veda nadobudla súčasnú podobu práve počas vývoja fyziky, osobitne keď sa toto nové odvetvie usilovalo opísať a vysvetliť astronomické javy. Keby sme chceli zistiť, či by niektoré vedy mohli alebo nebodaj mali kopírovať fyziku, samozrejme, narazili by sme na určité obmedzenia. Platí to najmä o biológii, lebo jej princípy silne závisia od historických okolností. Napriek tomu sa v 19. i 20. storočí biológia aj chémia vyvíjali v určitom zmysle podobne ako fyzika v 17. storočí.

Dnes je veda internacionálnou, možno najinternacionálnejšou

stránkou našej civilizácie, no napriek tomu sa objav modernej vedy odohral v oblasti, ktorú môžeme s istou licenciou nazvať Západom. Súčasná veda prevzala svoje metódy od bádateľov, ktorí pôsobili v Európe počas vedeckej revolúcie – tá bola zasa výsledkom bádania v Európe a arabských krajinách počas stredoveku a v konečnom dôsledku vyrástla z vyspelej vedy v ranom Grécku. Hoci si Západ mnohé vedecké poznatky a výdobytky vypožičal – geometriu z Egypta, astronomické údaje z Babylonu, aritmetické metódy z Babylonu a Indie, magnetický kompas z Číny a tak ďalej –, nikdy, aspoň pokiaľ viem, si nevypožičal *metódy* modernej vedy. V tejto knihe kladiem dôraz na Západ (vrátane stredovekého islamu) práve v duchu, ktorý odsudzovali Oswald Spengler a Arnold Toynbee: iba málo sa zmienim o vede mimo Západu a už vôbec sa nezmienim o zaujímavom, ale úplne izolovanom pokroku v predkolumbovskej Amerike.

Pri rozprávaní tohto príbehu sa nebezpečne priblížim k územiu, ktorému sa dnešní historici vyhýbajú – hodnoteniu minulosti podľa kritérií súčasnosti. Moja história je históriou bez úcty: mám v úmysle kritizovať metódy a teórie dávnej minulosti zo súčasného hľadiska. Dokonca ma potešilo, keď som odhalil niekoľko chýb, ktorých sa dopustili hrdinovia vedy a, pokiaľ viem, historici sa o nich nezmienili.

Nie je zriedkavosťou, že historici, ktorí sa roky venovali štúdiu prác niektorých velikánov minulosti, úspechy svojich hrdinov zveličili. Konkrétne som tento jav odhalil v prácach o Platónovi, Aristotelovi, Avicennovi, Grossetestovi a Descartovi. V tejto knihe si však nekladiem za cieľ obviňovať niektorých prírodných filozofov minulosti z hlúposti. Skôr chcem ukázať, akí vzdialení boli títo mimoriadne inteligentní jednotlivci od predstáv a koncepcií modernej vedy, a tým zdôrazniť, aké ťažké bolo objaviť modernú vedu, aké vzdialené sú jej metódy a kritériá od bežných metód a kritérií. Súčasne to poslúži ako výstraha, že veda možno ešte nenadobudla definitívnu podobu. Na niekoľkých miestach naznačím, že čo ako vedecké metódy pokročili, nie je vylúčené, že aj dnes opakujeme minulé chyby.

Niektorí historici vedy sa stále nevymanili zo zajatia tradícií

a pri štúdiu bádania našich predkov sa neodvolávajú na dnešné vedecké poznatky. Na rozdiel od nich som si dal záležať, aby som vedu minulosti objasnil na základe súčasných poznatkov. Uvediem príklad. Bolo by zaujímavým intelektuálnym cvičením pokúsiť sa pochopiť, ako helénski astronómovia Apollonios a Hipparchos vypracovali teóriu, že planéty sa pohybujú okolo Zeme po slučkovitých epicyklických obežných dráhach a použiť pritom údaje, ktoré mali k dispozícii. Je to, žiaľ, vylúčené, pretože mnohé ich východiskové údaje sa stratili. Vieme však, že v dávnych dobách Zem a planéty obiehali okolo Slnka po takmer kruhových dráhach presne rovnako ako dnes. Pomocou týchto poznatkov môžeme pochopiť, ako mohli antickí astronómovia na základe údajov, ktoré mali k dispozícii, dospieť k teórii epicyklov. Tak či onak, vari dnes môže niekto, kto číta o starovekej astronómii, ignorovať naše súčasné poznatky o tom, čo v slnečnej sústave obieha okolo čoho?

Pre čitateľov, ktorí chcú detailnejšie pochopiť, ako sa výsledky bádateľov z minulých epoch zhodujú s tým, čo v skutočnosti pozorujeme v prírode, sú určené „technické poznámky“ na konci knihy. Nemusíte ich čítať, aby ste mohli sledovať hlavný text, ale záujemcovia sa z nich môžu dozvedieť zopár nezvyčajných drobností z fyziky a astronómie podobne, ako som ich pri príprave poznámok spoznal aj ja sám.

Veda je dnes iná, ako bola na začiatku. Jej výsledky sú objektívne. Vo vývoji fyzikálnych teórií síce zohráva významnú úlohu inšpirácia a estetické kritériá, ale verifikácia teórií v konečnom dôsledku závisí od objektívnych experimentálnych previerok predpovedí z teórií. Hoci sa na formulovanie fyzikálnych teórií a odvodzovanie dôsledkov z nich používa matematika, veda nie je odvetvím matematiky a vedecké teórie sa nedajú vyvodiť výlučne matematickou dedukciou. Veda a technika si navzájom pomáhajú a jedna z druhej ťažia, ale na fundamentálnej úrovni sa veda nepestuje pre praktický úžitok. Veda ani takým, ani onakým spôsobom nemá čo povedať o existencii Boha ani o posmrtnom živote, jej cieľom je nájsť výlučne prirodzené vysvetlenie prírodných javov. Veda je kumulatívna, každá nová teória obsahuje úspešné pred-

chádzajúce teórie ako svoje aproximácie a dokonca vysvetľuje, prečo platia, ak platia.

Nič z toho nebolo bežnou záležitosťou pre vedcov ani v antike, ani v stredoveku. Všetko si bádatelia postupne a s veľkými ťažkosťami osvojili počas vedeckej revolúcie, ktorá sa odohrala v 16. a 17. storočí. Spočiatku nebolo cieľom vytvoriť niečo podobné modernej vede. Ako sme potom dospeli k vedeckej revolúcii a po nej až tam, kde sme dnes? Aby sme to pochopili, musíme preskúmať, ako sa moderná veda zrodila.

PRVÁ ČASŤ

## GRÉCKA FYZIKA



Či už v období rozkvetu gréckej vedy alebo ešte pred ním k rozvoju techniky, matematiky a astronómie podstatne prispeli Babylončania, Číňania, Egypťania, Indovia a ďalšie národy. Napriek tomu práve Európa prevzala grécky model a grécku inšpiráciu, preto sa veda zrodila práve v Európe, preto v objave vedy zohrali osobitnú úlohu Gréci.

Mohli by sme donekonečna diskutovať o tom, prečo práve Gréci dosiahli také veľké úspechy. Možno bolo podstatné, že v čase vzniku gréckej vedy žili Gréci v malých nezávislých mestských štátoch a vo väčšine z nich prevládala demokracia. Ďalej sa však dozvieme, že Gréci dosiahli najpôsobivejšie vedecké úspechy až po tom, ako sa malé štáty stali súčasťou veľkých mocností: helénskych kráľovstiev a neskôr Rímskej ríše. V helenistickom a rímskom období dosiahli Gréci také úspechy, že podstatným spôsobom boli prekonané až v období vedeckej revolúcie v 16. a 17. storočí.

V tejto časti výkladu gréckej vedy sa budem zaoberať fyzikou a na grécku astronómiu sa zameriam v druhej časti. Prvú časť som rozdelil na päť kapitol a vo viac-menej chronologickom poradí v nich rozoberám päť spôsobov uvažovania, prostredníctvom ktorých veda zákonite dospela k týmto pojmom: poézia, matematika, filozofia, technika a náboženstvo. K téme vzťahu vedy k týmto piatim intelektuálnym spolupútnikom sa budeme vracaať vo všetkých častiach knihy.





# 1

## *Hmota a poézia*

Najprv si vytýčme miesto činu. V 6. storočí pred n. l. obývali západné pobrežie, ktoré je dnes súčasťou Turecka, Gréci hovoriaci iónskym dialektom. Najbohatším a najmocnejším spomedzi iónskych miest bol Milét, založený na brehu zátoky neďaleko miesta, kde sa rieka Meander vlieva do Stredozemného mora. Viac ako storočie pred Sokratom sa Gréci v Miléte zamýšľali nad otázkou, z akej základnej substancie sa skladá svet.

Po prvý raz som sa o Miléte dozvedel počas štúdia na Cornellovej univerzite, keď som počúval prednášky z dejín a filozofie vedy. Zarazilo ma, keď prednášajúci nazýval Miléťanov „fyzikmi“. V tom čase som chodil aj na prednášky z fyziky vrátane modernej atómovej teórie hmoty. Zdalo sa mi, že Miléťania majú veľmi málo spoločného so súčasnou fyzikou. Nešlo mi ani tak o to, že mali nesprávnu predstavu o povahe hmoty, skôr som nevedel pochopiť, ako mohli dospieť k svojim záverom. Historické záznamy o spôsobe uvažovania Grékov pred Platónom sú iba útržkovité, bol som však jednoznačne presvedčený, že počas archaického, resp. klasického obdobia (približne od r. 600 do r. 450 pred n. l., resp. od r. 450 do r. 300 pred n. l.) sa ani Miléťania, ani nijakí iní grécki učitelia nedopracovali k ničomu, čo by sa ponášalo na spôsob, ako uvažujú vedci dnes.

Prvým Miléťanom, o ktorom niečo vieme, bol Táles – žil približne dve storočia pred Platónovou érou. Údajne predpovedal za-

tmenie Slnka, o ktorom vieme, že nastalo v r. 585 pred n. l. a bolo viditeľné aj v Miléte. Dokonca aj keby si pomohol údajmi o zatmení Slnka z Babylonu, je nepravdepodobné, že by mohol túto predpoveď vypracovať, pretože každé zatmenie Slnka je viditeľné iba v ohraničenej oblasti. No fakt, že sa Tálesovi táto predpoveď pripisuje, poukazuje na skutočnosť, že najväčšie úspechy dosiahol práve na začiatku 6. storočia pred n. l. Nevieme, či si nejakú svoju myšlienku zaznamenal. V žiadnom prípade sa však nezachoval nijaký Tálesov písomný záznam, dokonca ani citát z pera neskorších autorov. Je legendárnou postavou, jedným z tých (ako jeho súčasník Solón, ktorému sa prisudzuje autorstvo aténskej ústavy), ktorí sa v Grécku za čias Platóna nazývali „siedmi mudrci“. O Tálesovi sa napríklad traduje, že dokázal alebo prinajmenšom priniesol z Egypta slávnu vetu z geometrie (pozri technickú poznámku č. 1). V tomto kontexte je pre nás podstatné, že Táles údajne zastával názor, že všetka hmota sa skladá z jedinej fundamentálnej substancie. Podľa Aristotelovej *Metafyziky* „väčšina najstarších filozofov verila, že počiatkami všetkých vecí sú iba látkové počiatky. ... Táles, pôvodca tohto druhu filozofie, hovorí, že je ním voda.“<sup>1</sup> Oveľa neskôr Diogenes Laertios (žil a pracoval okolo r. 230 n. l.), životopisec gréckych filozofov, napísal: „Za pralátku všetkých vecí určil vodu a vyhlásil, že svet je oživený a plný božských bytostí.“<sup>2</sup>

Máme to chápať tak, že keď Táles učil o „univerzálnej prvotnej substancii“, predstavoval si, že všetka hmota sa skladá z vody? Ak áno, v nijakom prípade nevieme povedať, ako k takému záveru dospel. Ak je však niekto presvedčený, že všetka hmota sa skladá z jednej spoločnej substancie, voda nie je zlým kandidátom. Vyskytuje sa nielen ako kvapalina, ale ľahko sa môže zmrazením zmeniť na tuhú látku a varením na paru. Voda je pre život očividne podstatná. Nevieme však, či si Táles myslel, že napríklad skaly sú vytvorené z obyčajnej vody a všetky tuhé látky majú niečo spoločné so zamrznutou vodou.

Táles mal žiaka či spolupracovníka Anaximandra, ktorý dospel k inému záveru. Aj Anaximandros sa domnieval, že existuje jediná fundamentálna substancie, nedával ju však do súvisu s nijakou

bežnou látkou. Skôr ju stotožňoval s tajomnou substanciou, ktorú nazýval „neobmedzené“ (apeiron). Máme k dispozícii opis jeho názorov z pera Simplikia, novoplatonovca, ktorý žil približne o tisíc rokov neskôr. Simplikios uvádza niečo, čo môžeme pokladať za priamy citát z Anaximandra – vyznačili sme ho kurzívou.

Z tých, čo hovoria, že [počiatok] je jeden a v pohybe a neobmedzený, Anaximandros, Praxiadov syn a Miléťan, ktorý sa stal nasledovníkom a žiakom Tálesovým, vyhlásil za počiatok a základný prvok vecí „neobmedzené“ (apeiron), keď ako prvý použil toto meno pre počiatok. Hovorí však, že to nie je voda ani iný z takzvaných živlov, ale akási iná neobmedzená podstatá, z ktorej vznikajú všetky nebesia a svety v nich. *„Z čoho veci vznikajú, do toho vraj tiež podľa nevyhnutnosti zanikajú; lebo si za neprávosti navzájom splácajú pokutu a trest podľa určenia času,“* takto to hovorí trochu básnickými slovami. Anaximandros, ktorý pozoroval vzájomnú premenu štyroch živlov, nechcel zrejme ani jeden z nich prijať za základ, ale niečo iné popri nich.<sup>3</sup>

O niečo neskôr sa k myšlienke, že všetko sa skladá z jednej spoločnej substancie vrátil iný Miléťan, Anaximenes, preňho ňou však nebola voda, ale vzduch. Napísal jedinú knihu, z ktorej sa zachovala iba jedna veta: „Ako nás duša, ktorá je vzduch, ovláda, tak dych a vzduch objímajú celý svet.“<sup>4</sup>

Anaximenes bol posledný významný Miléťan. Milét a iné iónske mestá v Malej Ázii sa približne v roku 550 pred n. l. stali súčasťou rozrastajúcej sa Perzskej ríše. No v r. 499 pred n. l. sa Miléťania vzbúrili, preto Peržania mesto za trest zničili. Neskôr sa Milét opäť stal významným gréckym mestom, ale nikdy sa už nestal centrom gréckej vedy.

Záujem o povahu hmoty sa rozvíjal aj mimo Milétu, medzi iónskymi Grékmi. Existuje náznak, že Xenofanes, ktorý sa narodil okolo r. 570 pred n. l. v Kolofóne v Iónii a presťahoval sa do južnej Itálie, pokladal za fundamentálnu substanciu zem. V jednej jeho poéme nájdeme verš: „Pretože všetko vzniká zo zeme a v ze-