

**JORGE CHAM
A DANIEL WHITESON**

NEMAME ANI TUŠENIA

**SPRIEVODCA
NEPOZNANÝM VESMÍROM**

NEMÁME ANI TUŠENIA

SPRIEVODCA NEPOZNANÝM VESMÍROM

Jorge Cham a Daniel Whiteson

Original title: We Have No Idea: A Guide to the Unknown Universe

by Jorge Cham and Daniel Whiteson

Copyright © 2017 by Jorge Cham and Daniel Whiteson

No part of this book may be used or reproduced in any manner whatsoever without written permission.

All rights reserved.

Všetky práva vyhradené. Táto publikácia ani žiadna jej časť nesmie byť kopírovaná, rozmnožovaná ani inak šírená bez písomného súhlasu vlastníka autorských práv.

Preklad © Mgr. Jana Reguliová

Redakčná úprava a korektúry: Zuzana Ruttkayová

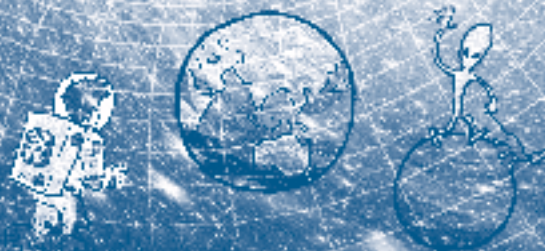
Grafická úprava: Radim Jančovič - GRATYP

© Citadella Publishing, 2026

ISBN 978-80-8182-251-3

JORGE CHAM
A DANIEL WHITESON

NEMÁME ANI TUŠENIA



SPRIEVODCA
NEPOZNANÝM VESMÍROM

Pre moju dcéru Elinor.

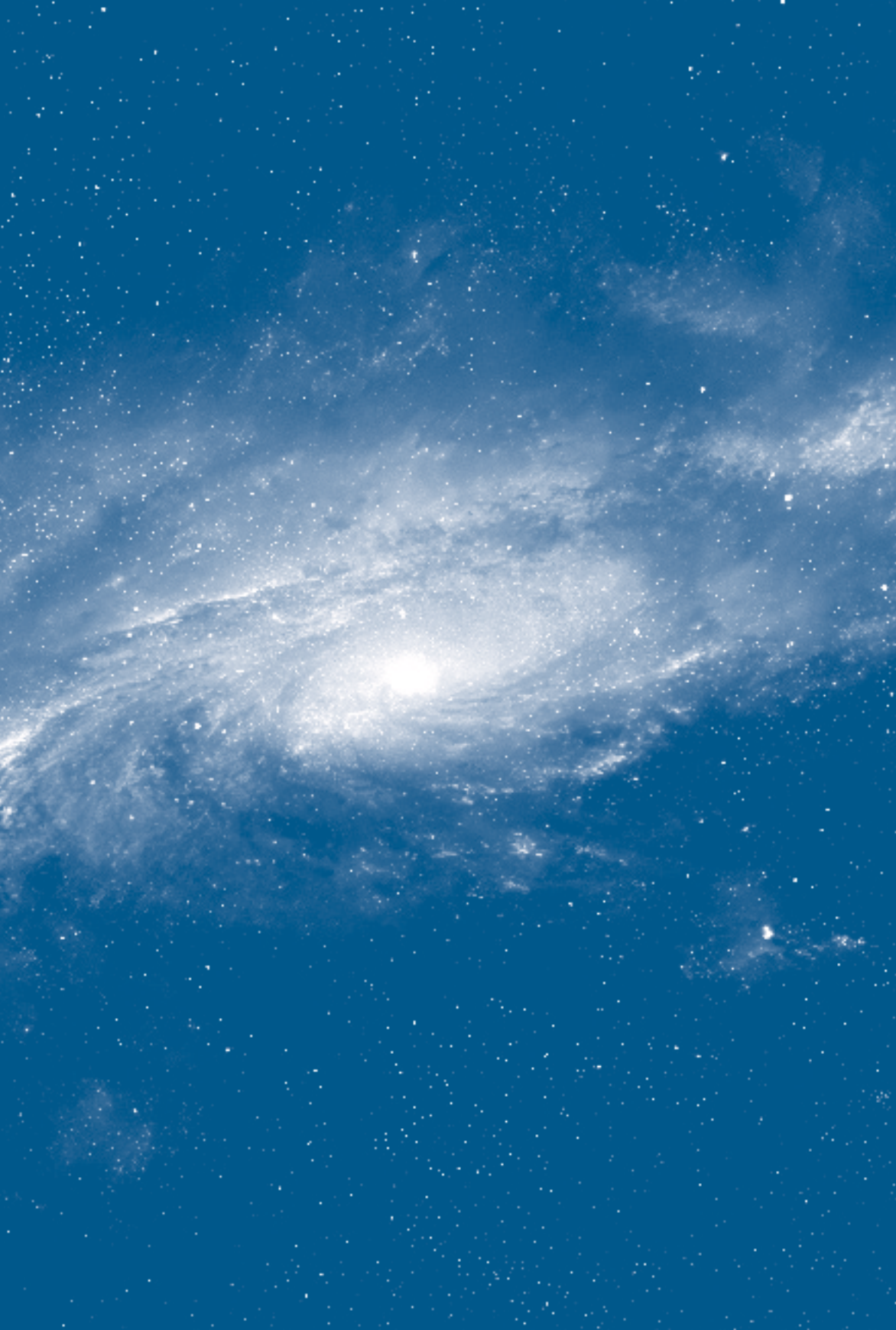
– J. C.

*Mojej rodine za podporu počas všetkých
kapitol môjho života, dokonca aj tých
s nevydarenými slovnými hračkami.*

– D. W.

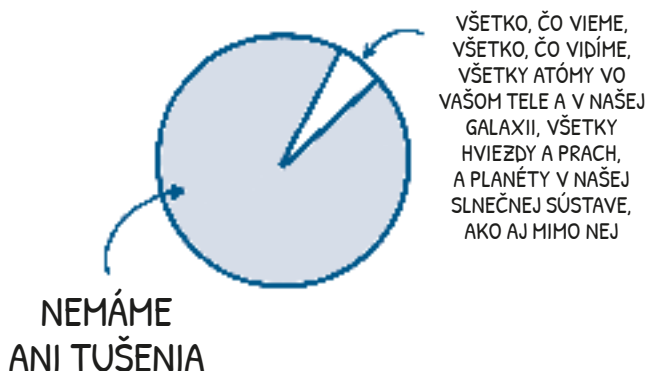
OBSAH

Úvod	7
1. Z čoho sa skladá vesmír?	11
2. Čo je tmavá hmota?	23
3. Čo je tmavá energia?	41
4. Čo je najzákladnejším prvkom hmoty?	61
5. Záhady hmotnosti	81
6. Prečo je gravitácia taká odlišná od ostatných síl?	103
7. Čo je priestor?	125
8. Čo je čas?	151
9. Koľko dimenzií existuje?	181
10. Dokážeme cestovať rýchlejšie než svetlo?	207
11. Kto bombarduje Zem superrýchlymi časticami?	237
12. Prečo sme z hmoty a nie antihmoty?	257
13. Čo sa stalo s trinástou kapitolou?	285
14. Čo sa odohralo počas VEĽKÉHO TRESKU?	287
15. Aký VEĽKÝ je vesmír?	317
16. Existuje teória všetkého?	349
17. Sme vo vesmíre sami?	385
Niečo ako záver	417
PodĎakovanie	425
Bibliografia	426



Úvod

VESMÍR, AKO HO POZNÁME



Chceli by ste sa dozvedieť, ako vznikol vesmír, z čoho sa skladá a ako bude vyzeráť jeho koniec? Túžite pochopiť, odkiaľ pochádza čas a priestor? Radi by ste vedeli, či sme vo vesmíre sami?

V takom prípade máte smolu! Táto kniha vám neprinesie ani jednu z podobných odpovedí.

Naopak, je o veciach, ktoré o vesmíre nevieme: všetky tie veľké otázky, o ktorých by si človek myslel, že na ne máme odpovede, no v skutočnosti ich nemáme.

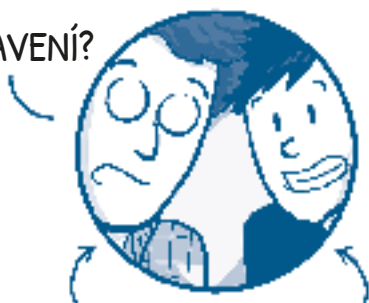
V správach často počujeme o nejakom prevratnom objave, ktorý prináša odpoveď na niektorú zo zásadných otázok o našom vesmíre. Koľko ľudí však počulo o tejto otázke predtým, ako sa dozvedeli odpoveď? A koľko veľkých otázok zostáva stále nezodpovedaných? Práve na to slúži táto kniha – oboznámi vás s otvorenými otázkami.

Na nasledujúcich stránkach si vysvetlíme, aké sú najväčšie nezodpovedané otázky vo vesmíre a prečo ich stále považujeme za záhady. Na konci budete mať lepšiu predstavu o tom, prečo je také absurdné namýšľať si, že tušíme, čo sa okolo nás odohráva alebo ako v skutočnosti funguje vesmír. Dobrou správou je, že aspoň budete mať trochu tušenia o tom, prečo nemáme ani tušenia.

Cieľom knihy nie je vyvolať vo vás depresiu z toho, čo nevieme, ale naplniť vás pocitom vzrušenia z neuveriteľného množstva neprebádaných oblastí, ktoré ešte treba preskúmať. Pri každej nerozlúštenej kozmickej záhode vám tiež prezradíme, čo by odpovede mohli znamenať pre ľudstvo a aké ohromujúce prekvapenia sa môžu skrývať v každej neznámej. Naučíme vás pozeráť sa na svet inými očami – až keď pochopíme, čo všetko nevieme, uvedomíme si, že budúcnosť je stále plná úžasných možností.

Pripútajte sa, urobte si pohodlie a pripravte sa na preskúmanie hĺbín našej nevedomosti, pretože prvým krokom pri objavovaní je spoznať to, čo je nepoznané. Práve sa vydávame na cestu za najväčšími tajomstvami vesmíru.

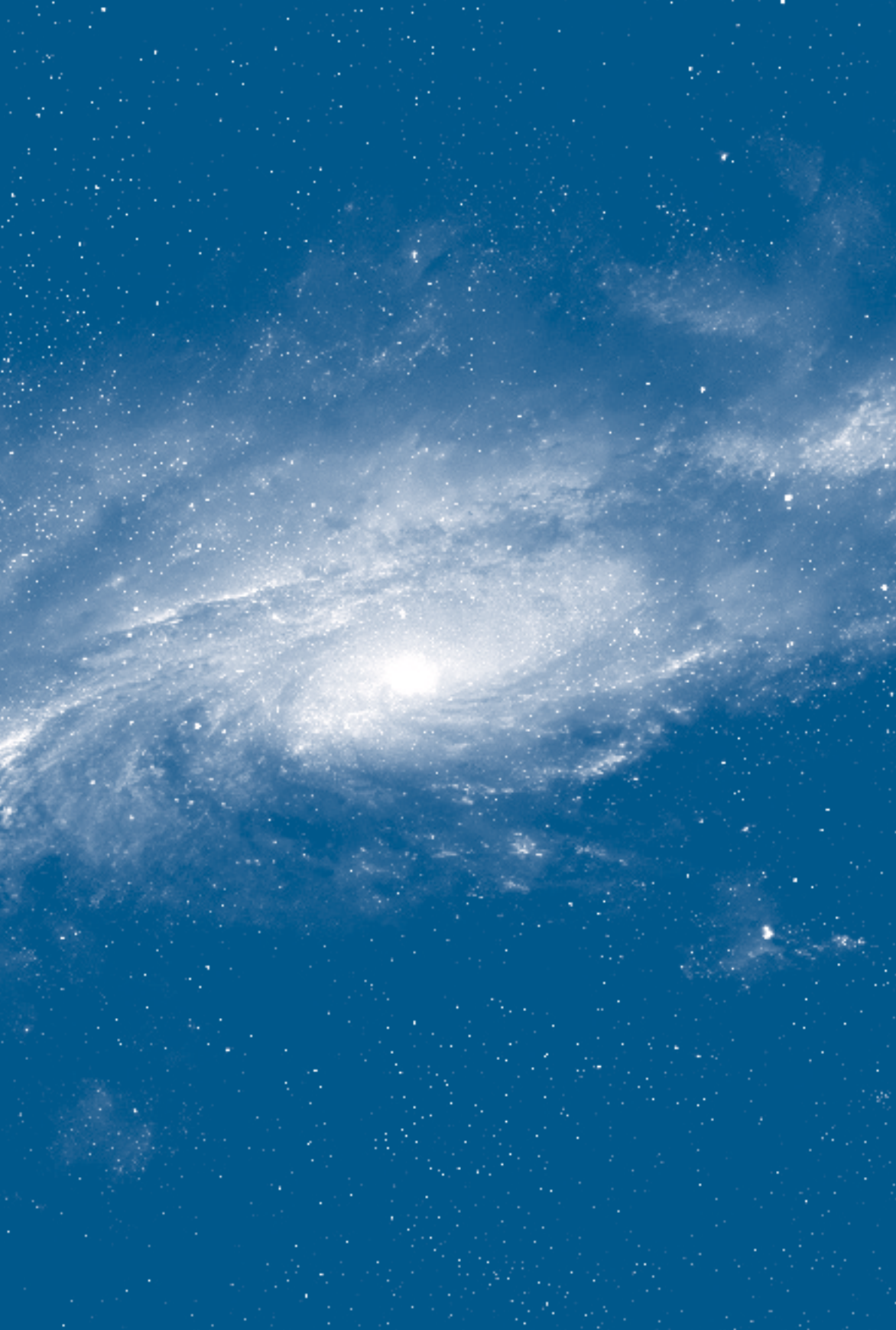
STE PRIPRAVENÍ?



Daniel Whiteson

Jorge Cham





1.

Z čoho sa skladá vesmír?

Kapitola, v ktorej sa dozviете
o svojej zvláštnosti a výnimočnosti



Ak ste ľudskou bytosťou (nateraz budeme vychádzať z tohto predpokladu), potom si pravdepodobne nemôžete pomôcť a svet naokolo vo vás vzbudzuje istú zvedavosť. Je to niečo, čo je ľuďom vlastné a taktiež jeden z dôvodov, prečo ste siahli po tejto knižke.

Nejde o nič nové. Ľudia sa už od nepamäti zaujímali o odpovede na niektoré základné a veľmi rozumné otázky súvisiace so svetom okolo nás:

Z čoho sa skladá vesmír?

Sú veľké kamene tvorené menšími kamienkami?

Prečo nemôžeme jesť kamene?

Aké je to byť netopierom?¹

Prvá z nich, „Z čoho sa skladá vesmír?“, predstavuje skutočne veľkú otázku. Veľkú nielen vzhľadom na tému (nie je oveľa väčšia ako vesmír), ale aj preto, že sa týka každého. Je to ako opýtať sa, z čoho sa skladá váš dom a všetko, čo je v ňom (vrátane vás). Na pochopenie toho, že táto otázka sa týka každého jedného z nás, nepotrebuje dokonalé ovládať matematiku alebo fyziku.

Povedzme, že by ste boli prvým človekom, ktorý sa kedy pokúsil nájsť odpoveď na otázku: „Z čoho sa skladá vesmír?“ Na začiatok by bolo dobré vyskúšať to s najjednoduchšou, najnaivnejšou myšlienkou. Napríklad by ste mohli povedať, že vesmír pozostáva z vecí, ktoré v ňom dokážeme vidieť, takže odpoveďou na otázku by bolo vytvorenie zoznamu. Tento zoznam by mohol začínať takto:

VESMÍR:

- Ja.
- Ty.
- Ten kameň.
- Tamten kameň.
- Tie kamene obďaleč.
- Atd'.

Tento prístup má však niekoľko závažných problémov. Po prvé, váš zoznam bude extrémne dlhý. Musí totiž obsahovať každý kamienok na každej planéte vo vesmíre, a rovnako aj váš zoznam (ktorý

¹ Posledná otázka predstavuje názov jedného z najcitovanejších článkov všetkých čias od amerického filozofa Thomasa Nagela. Asi tušíte, že odpoveď znie: „To sa nikdy nedozvieme.“

je tiež súčasťou vesmíru). Ak chcete, aby zahŕňal predmety, ako aj čiastočky v nich, potom by mohol byť nekonečne dlhý. V prípade, že nepotrebuje, aby obsahoval čiastočky vnútri položiek na zozname, vystačili by sme si s jednou položkou – „vesmír“. Nech sa na to pozrieme akokoľvek, tento prístup má očividne veľa nedostatkov.

Čo je však ešte dôležitejšie, vytvorením zoznamu v skutočnosti nenájdete na túto otázku odpoveď. Uspokojivá odpoveď by nielenže musela obsiahnuť komplexnosť, ktorú okolo nás vidíme – takmer nekonečnú rôznorodosť všetkého, čo pozorujeme v našom okolí –, rovnako by ju pre nás musela *zjednodušiť*. Presne v tomto vyniká periodická sústava prvkov (tá s kyslíkom, železom, uhlíkom atď.). Opisuje každý objekt, ktorý ľudia kedy videli, dotkli sa ho, ochutnali² alebo ho po sebe hodili – to všetko v podobe približne stovky základných stavebných blokov. Poodhaľuje, že vesmír je usporiadaný na rovnakom princípe ako lego. S tou istou súpravou plastových kociek dokážete postaviť dinosaury, lietadlá či pirátov – alebo si vytvoriť svojho vlastného hybridného dinopiráta.



Podobne ako v prípade lega, aj vo vesmíre dokážeme s niekoľkými základnými stavebnými blokmi (prvkami) vytvoriť veľa vecí: hviezdy, kamene, prach, zmrzlinu, lamy. Tento organizačný princíp, podľa

² Áno, vrátane toho prípadu, keď váš spolužiak v tretej triede ochutnal jaštericu.

ktorého sú zložité objekty v skutočnosti usporiadaniami jednoduchých objektov, nám vďaka ich odhaleniu umožňuje lepšie ich pochopiť.

Prečo sa však vesmír riadi filozofiou lega? Pokiaľ vieme, neexistuje dôvod, prečo by také zjednodušenie bolo vôbec možné. Čo sa týka poznania prvých vedcov, jaskynných mužov a žien, svet mohol fungovať spôsobmi od výmyslu sveta. To jediné, na čom jaskynní vedci Ogi a Groggi zakladali svoje úvahy, bola ich vlastná skúsenosť, ktorá bola konzistentná s množstvom rôznych predstáv o tom, z čoho sa skladá vesmír.



RANÍ VEDCI

Existovala možnosť, že počet druhov vecí bol takmer nekonečný. V takom vesmíre by sa kamene mohli skladať z elementárnych kamenných častíc. A vzduch zasa z elementárnych častíc vzduchu.

A slony by mohli pozostávať z elementárnych sloních častíc (dumbotrónov). V takomto hypotetickom vesmíre by mala periodická tabuľka takmer *nekonečný počet* prvkov.

Prípadne existuje ešte divnejšia možnosť – život vo vesmíre, kde sa veci vôbec neskladajú z malých častíc. V takom vesmíre by kamene pozostávali z hladkého kamenného materiálu, ktorý by sa dal donekonečna krájať na menšie a menšie kúsky a nôž na ich krájanie by bol nekonečne ostrý.

Obidve z týchto myšlienok boli v súlade s dátami zhromaždenými profesormi Ogim a Grogim v ich slávnych experimentoch, pri ktorých sa trieštili skaly. A prečo tieto možnosti nespomínáme? Nie je to preto, lebo si myslíme, že nejako takto funguje vesmír, ale preto, aby sme vám pripomenuli, že takto mohla fungovať časť nášho vesmíru a *stále by to mohlo platiť pre iné druhy hmoty vo vesmíre, ktoré sme ešte nepreskúmali*.



Práve preto by vás nevyriešené záhady vesmíru, ktoré objavíte v tejto knihe, mali skôr inšpirovať a vzbudzovať vo vás nadšenie, než frustrovať či demoralizovať. Poodhaľujú totiž, koľko toho ešte môžeme preskúmať a objaviť.

Zdá sa, že vo vesmíre, ktorý poznáme a milujeme, veci pozostávajú z malých častíc. Po tisícročiach premýšľania a výskumu máme veľmi dobrú teóriu o hmote.³ Od experimentov Ogiho a Grogioho až po moderné časy sme prekonali periodickú tabuľku a nahliadli do vnútra atómu.

Hmota ako ju poznáme sa skladá z atómov prvkov uvedených v periodickej tabuľke. Každý atóm má jadro obklopené elektrónovým oblakom. Jadro obsahuje protóny a neutróny, z ktorých každý pozostáva z kvarkov up a down. Takže s kvarkami up a down a elektrónmi môžeme vytvoriť akýkoľvek prvok z periodickej tabuľky. Tak tomu sa hovorí úspech! Náš zoznam vesmírnych ingrediencií sa nám

³ Veda v modernej podobe s pokusmi, dátami a laboratórnymi plášťami je stará len stovky, ale história myslenia o týchto otázkach tisíce rokov.

podarilo zredukovať z nekonečne dlhého na približne sto prvkov periodickej sústavy a následne na tri častice. Všetko, čo sme kedy videli, ohmatali, ovoňali alebo o čo sme si udreli prsty na nohách, pozostáva z týchto troch základných stavebných blokov. Sláva kolektívnej práci miliónov ľudských mozgov!

No hoci by sme mali byť na seba ako druh hrdí, tento popis je v dvoch veľmi dôležitých ohľadoch neúplný.

Tak najskôr, existujú aj iné častice, nielen elektróny a dva typy kvarkov. Len tri tieto častice sú potrebné na vytvorenie normálnej hmoty, no v minulom storočí časticoví fyzici objavili deväť ďalších častíc hmoty a päť ďalších častíc, ktoré prenášajú sily. Niektoré z týchto častíc sú veľmi zvláštne, ako napríklad prízračné neutrína, ktoré dokážu preletieť trilióny kilometrov cez olovo bez toho, aby sa odrazili od čoho i len jednej častice.⁴ Pre neutrína je olovo priehľadné. Ostatné častice sú veľmi podobné trom časticiam, z ktorých pozostáva hmoty, no sú oveľa, oveľa ťažšie.



Prečo máme tieto ďalšie častice? Na čo nám sú? Kto ich pozval na párty? Koľko iných druhov častíc existuje? Nevieme. Ba čo viac: *nemáme ani tušenia*. Niektorými z týchto podivuhodných častíc a ich fascinujúcimi vzormi sa budeme detailne zaoberať vo štvrtej kapitole.

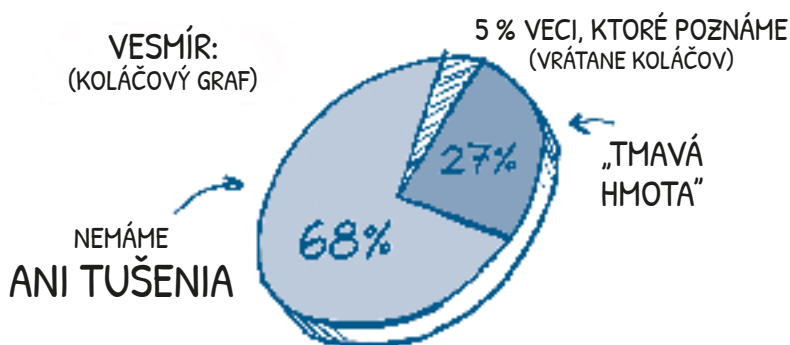
Tento popis je však neúplný v ďalšom veľmi dôležitom ohľade. Kým na vytvorenie hviezd, planét, komét a zaváraných uhoriek potrebujeme len tri častice, ukázalo sa, že tieto veci tvoria len nepatrný

⁴ Teda myslíme. V skutočnosti tento experiment nikto nikdy nevyskúšal.

zlomok vesmíru. Druh hmoty, ktorý považujeme za normálny, pretože ide o jediný druh, ktorý poznáme, je v skutočnosti pomerne nezvyčajný. Zo všetkých vecí (hmota a energia) vo vesmíre predstavuje tento druh hmoty celkovo približne iba 5 percent.

Z čoho sa skladá zvyšných 95 percent vesmíru? *Netušíme.*

Ak by sme mali nakresliť koláčový diagram vesmíru, vyzeral by približne takto:



Ten koláč teda vyzerá záhadne. Len 5 percent z neho tvoria veci, ktoré poznáme, vrátane hviezd, planét a všetkého na nich. Celých 27 percent predstavuje to, čo voláme „tmavá hmota“. Zvyšných 68 percent vesmíru je niečo, čomu takmer vôbec nerozumieme. Fyzici to nazývajú „tmavou energiou“ a domnievame sa, že spôsobuje expanziu vesmíru, ale to je tak asi všetko, čo o nej vieme. Obidva koncepty a spôsob, ako sme dospeli k týmto presným číslam, vysvetlíme v ďalších kapitolách.

A bude to ešte horšie. Dokonca aj u 5 percent toho, o čom vieme, stále existuje veľa vecí, ktoré nepoznáme (spomínate si na tie ďalšie častice?). V niektorých prípadoch dokonca nevieme ani len položiť správne otázky, ktoré by nám pomohli tieto záhady rozlúštiť.

Veru, takto je na tom náš ľudský druh. Len niekoľko odsekov dozadu sme si blahoželali k našim neuveriteľným výkonom pri intelektuálnom bádaní, v rámci ktorého sme dokázali jednoduchými slovami opísať všetku známu hmotu. Teraz sa zdá, že išlo o predčasnú radosť, pretože *väčšina vesmíru je tvorená niečím iným*. Je to, akoby sme po tisícky rokov skúmali slona a zrazu zistili, že sme sa celý čas pozerali len *na jeho chvost*.



Po takomto zistení môže človek pociťovať isté sklamanie. Možno ste si mysleli, že sme dosiahli vrchol nášho pochopenia a ovládania vesmíru (veď máme roboty, ktoré nám povysávajú dom, prepánajúna). Je však veľmi dôležité nevnímať to ako sklamanie, ale ako neuveriteľnú možnosť: možnosť skúmať, učiť sa a získať prehľad. Čo keby ste sa dozvedeli, že sme doteraz prebádali len 5 percent súše na Zemi? Alebo že ste vyskúšali len 5 percent všetkých zmrzlinových príchuťí na svete? Vedec vo vás by sa domáhal dôkladného vysvetlenia (a viac lyžíc) a pri predstave nových objavov by pocítil vzrušenie.

Vráťte sa v mysli späť do čias, keď ste boli na základnej škole a učili sa o výpravách najväčších objaviteľov všetkých čias. Plavili sa

do neznáma, objavovali nové krajiny a mapovali svet. Samozrejme, znie to vzrušujúco, ale možno ste rovnako pocítili záchvev smútku, pretože teraz sú všetky kontinenty objavené, všetky malé ostrovčeky pomenované a v tomto veku satelitov a GPS sa éra objaviteľstva zdá byť nenávratne za nami. Dobrou správou je, že to tak nie je.

Čaká nás ešte *obrovské* množstvo bádania. V skutočnosti stojíme na začiatku úplne novej éry bádania. Vstupujeme do éry, ktorá s veľkou pravdepodobnosťou nanovo definuje naše chápanie vesmíru. Na jednej strane vieme, že toho vieme veľmi málo (5 percent, pamätáte?), takže máme nejakú predstavu o tom, aké otázky si klásť. A na druhej strane stavíme úžasné nové nástroje, ako nový výkonný časticový urýchľovač, detektory gravitačných vln a teleskopy, ktoré nám pomôžu získať odpovede. A to všetko sa deje *práve teraz*.



Vzrušujúcou skutočnosťou je, že na veľké vedecké záhady *existujú* skutočné, hmatateľné odpovede. Jednoducho len zatiaľ nevieme, čo za odpovede to sú. Je šanca, že by mohli byť vyriešené počas nášho života. Napríklad, práve teraz v tomto momente niekde vo vesmíre buď je, alebo nie je inteligentný život. Odpoveď existuje (Mulder mal pravdu: pravda je niekde tam vonku). Keby sme sa tieto odpovede dozvedeli, od základov by to zmenilo spôsob, akým zmýšľame o svete.

História vedy pozostáva z revolúcií, pri ktorých zakaždým prídeme na to, že náš pohľad na svet bol skreslený našou konkrétnou

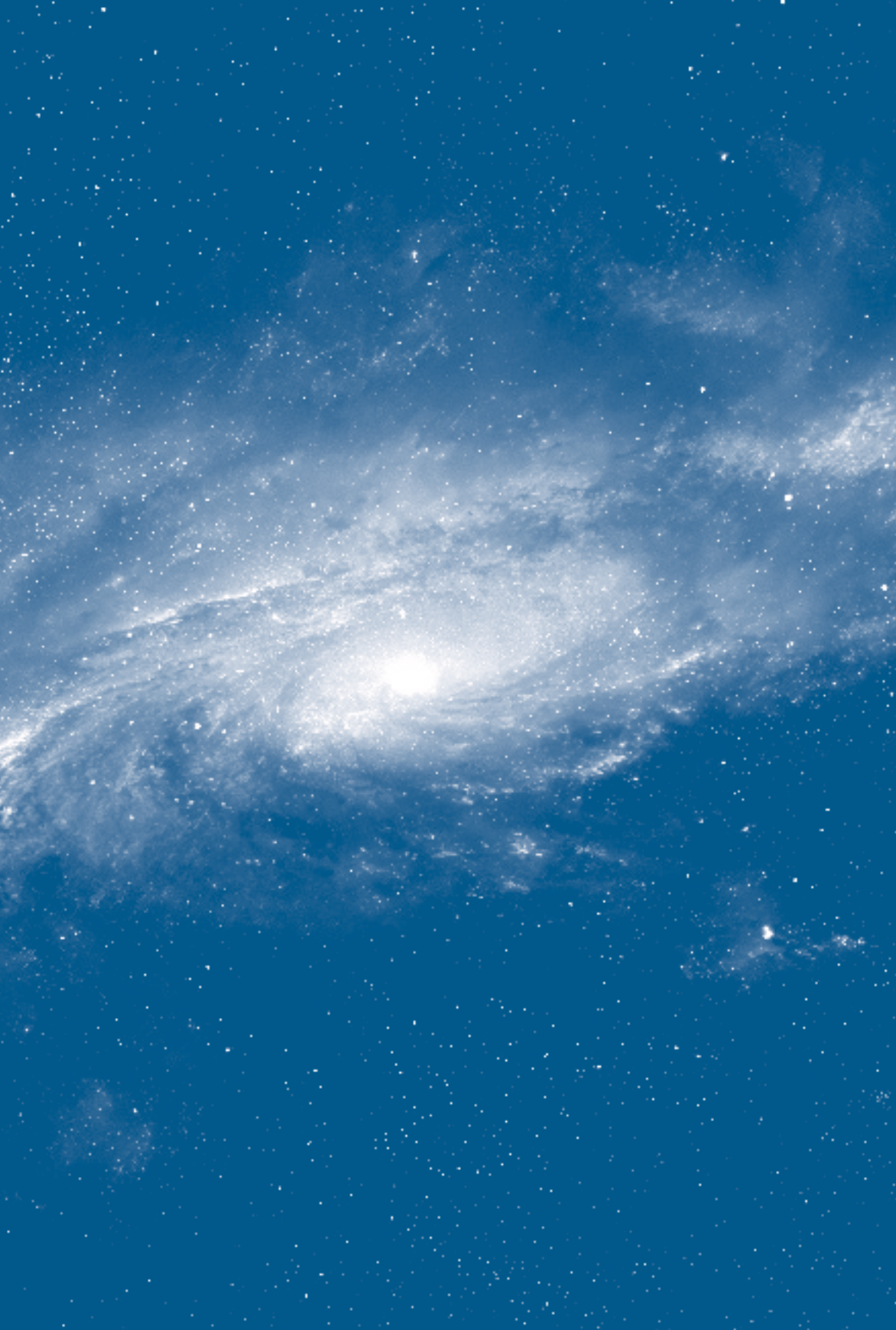
perspektívou. Plochá zem, slnečná sústava, ktorej stredobodom je Zem, vesmír, ktorému dominujú hviezdy a planéty – keď vezmeme do úvahy, aké dáta boli vtedy dostupné, išlo na tie časy o rozumné myšlienky. Dnes ich však vnímame ako trápne naivné. Takmer určite na nás za rohom čaká viac takých revolúcií, počas ktorých sa dôležité myšlienky, dnes považované za samozrejmé, ako je relativita a kvantová fyzika, môžu otriasť v základoch a nahradiť ich nové ohromujúce idey. O dvesto rokov sa budú ľudia pravdepodobne pozeráť na našu vtedajšiu predstavu, ako veci fungujú, rovnakým spôsobom, ako sa my pozeráme na chápanie sveta u jaskynných mužov a žien.

Cesta ľudskej rasy za pochopením vesmíru sa ešte zďaleka neskončila a *vy* môžete byť jej súčasťou. Sľubujeme vám, že táto jazda bude sladšia ako koláč.



ASPOŇ TO NEBYŤ SKALY.

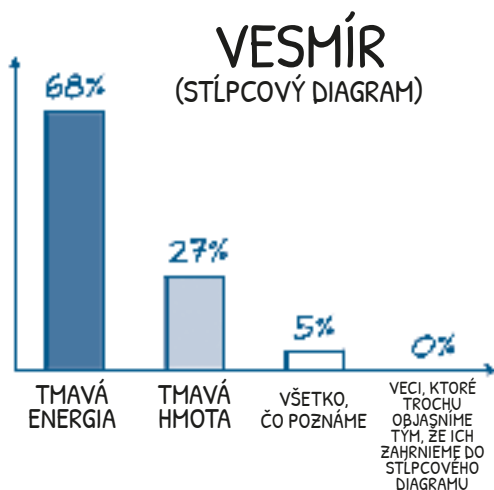




2. Čo je tmavá hmota?

Plávate v nej

Tu je stĺpcový diagram hmotnosti a energie vo vesmíre, ako ich poznáme:



Vedci sú presvedčení, že ohromujúcich 27 percent hmoty a energie v známom vesmíre tvorí niečo, čo nazývame „tmavá hmota“. To znamená, že väčšinu hmoty vo vesmíre nepredstavuje hmota, ktorú sme po stáročia skúmali. Tejto záhadnej hmoty je *päťkrát viac* ako normálnej, známej hmoty. V skutočnosti nie je fér nazývať našu hmotu „normálna“, keďže je vo vesmíre pomerne vzácna.

Čo je teda táto tmavá hmota? Je nebezpečná? Zanechá vám škvrny na oblečení? Ako vieme, že existuje?

Tmavá hmota je všade. V skutočnosti v nej pravdepodobne plávate. O jej existencii sa prvýkrát začalo hovoriť v 20. rokoch 20. storočia a prvýkrát sa začala brať vážne v 60. rokoch, keď si astronómovia všimli niečo zvláštne na tom, ako galaxie rotujú a aký to má vplyv na množstvo hmoty v nich.

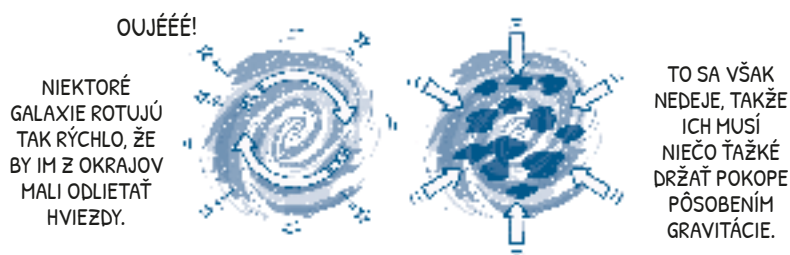
Ako vieme, že tmavá hmota existuje

1. Rotujúce galaxie

Na pochopenie spojenia medzi tmavou hmotou a rotujúcimi galaxiami si predstavte, že do detského kolotoča vložíte celú kopu pingpongových loptičiek. A teraz si predstavte, že ich roztočíte. Pravdepodobne očakávate, že pingpongové loptičky vyletia z kolotoča. Rotujúca galaxia funguje takmer rovnako.⁵ Keďže galaxia sa otáča, hviezdy v nej majú tendenciu chcieť odletieť von. Jediná vec, ktorá ich drží pohromade, je sila gravitácie zo všetkej hmoty prítomnej v galaxii (gravitácia priťahuje veci s hmotnosťou k sebe). Čím rýchlejšie galaxia rotuje, tým viac hmoty treba na udržanie všetkých hviezd pohromade. Naopak, poznať hmotnosť galaxie znamená, že viete predpovedať, ako rýchlo sa dokáže otáčať.

⁵ Aj keď galaxie zvyknú byť väčšie ako kolotoče.

Astronómovia sa najskôr pokúšali odhadnúť hmotnosť galaxií tak, že spočítali množstvo hviezd v nich. Keď však použili výsledné číslo na výpočet rýchlosti ich otáčania, niečo nesedelo. Merania ukázali, že galaxie sa otáčali rýchlejšie, ako sa predpokladalo na základe počtu hviezd v nich. Inými slovami, hviezdy by mali vylietať z galaxií rovnako ako pingpongové loptičky umiestnené na kolotoči. Aby astronómovia vysvetlili vysokú rýchlosť rotácie, museli pri výpočtoch galaxiám pridať obrovské množstvo hmoty, aby všetky hviezdy držali pohromade. Nemali však ani potuchy, kde sa táto hmota nachádza. Tento rozpor by sa dal vyriešiť predpokladom, že v každej galaxii je obrovské množstvo nejakej ťažkej hmoty, ktorá je neviditeľná alebo „tmavá“.

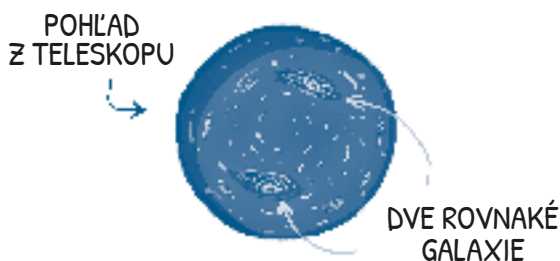


Toto tvrdenie bolo dosť výnimočné. A ako raz povedal slávny astronóm Carl Sagan: „Výnimočné tvrdenia si vyžadujú výnimočné dôkazy.“ Táto zvláštna hádanka po desaťročia existovala v astronomickej komunite bez toho, aby bola pochopená. Roky plynuli a existencia tejto záhadnej neviditeľnej ťažkej hmoty (alebo tmavej hmoty – pomenovanie, ktoré jej prischlo) začala byť čoraz viac akceptovaná.

2. Gravitačná šošovka

Ďalšou dôležitou indíciou, ktorá presvedčila vedcov, že tmavá hmota je skutočná, bolo pozorovanie, že dokáže *ohýbať svetlo*. Tento fenomén sa nazýva gravitačná šošovka.

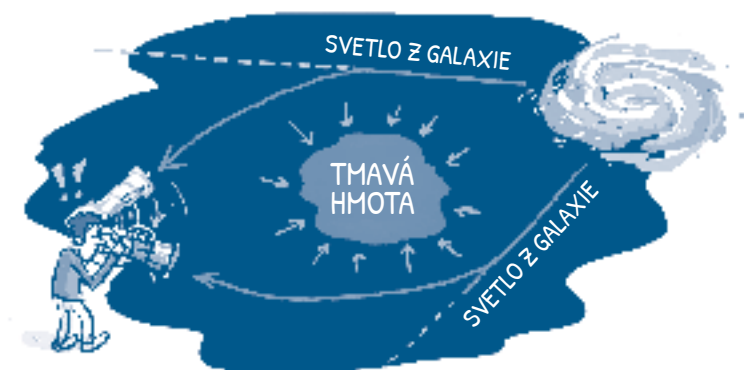
Astronómovia si občas pri pozorovaní oblohy všimli niečo zvláštne. Videli obraz galaxie prichádzajúci z jedného smeru. Na tom nie je nič zvláštne, ale ak by teleskop o kúsok posunuli, naskytol by sa im pohľad na ďalšiu galaxiu, ktorá by veľmi pripomínala prvú galaxiu. Tvar, farba a svetlo, ktoré prichádzali z týchto galaxií, boli také podobné, že astronómovia si boli istí, že ide o tú istú galaxiu. Ako je to však možné? Ako sa mohla tá istá galaxia objaviť na oblohe dvakrát?



Vidieť tú istú galaxiu dvakrát dáva dokonalý zmysel, ak je medzi vami a touto galaxiou niečo ťažké (a neviditeľné); tento neviditeľný ťažký zhuk môže pôsobiť ako obrovská šošovka, ktorá ohýba svetlo z galaxie, takže sa zdá, že prichádza z dvoch smerov.

Predstavte si, že svetlo opúšťa túto galaxiu vo všetkých smeroch. Teraz si predstavte dve svetelné častice, známe ako fotóny, prichádzajúce z tejto galaxie, ako sa rozbiehajú mierne do strán. Ak je medzi vami a galaxiou niečo ťažké, gravitácia tohto objektu naruší priestor naokolo, čo spôsobí, že dráhy svetelných častíc sa zakrivia smerom k vám.⁶

⁶ Ohýbanie svetla v dôsledku gravitácie bolo niečo, čo navrhol a neskôr dokázal Albert Einstein. Hovorila o ňom, že to bol poriadne múdry chlapík.

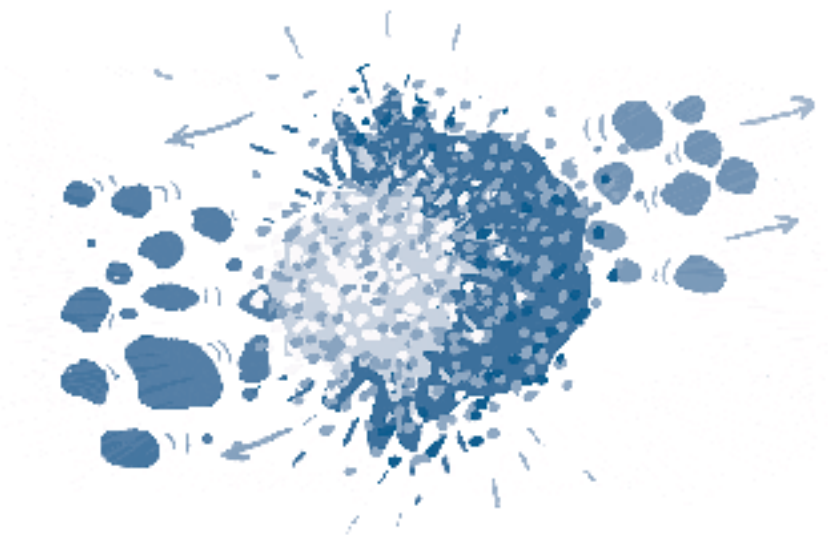


Na Zemi to vo svojom teleskope uvidíte ako dva obrázky tej istej galaxie prichádzajúce z rôznych smerov na oblohe. Tento efekt bol pozorovaný na celej nočnej oblohe a zdalo sa, že táto ťažká a neviditeľná vec je všade. Tmavá hmota čoskoro prestala byť len bláznivou myšlienkou. Dôkazy o nej boli všade, kam ste sa len pozreli.

3. Zrážky galaxií

Jediný najpresvedčivejší dôkaz o existencii tmavej hmoty sa nám podarilo získať pri pozorovaní obrovskej galaktickej kolízie vo vesmíre. Pred miliónmi rokov sa odohrala veľkolepá udalosť, keď do seba narazili dva zhluky galaxií. Samotnú zrážku sme zmeškali, no keďže svetlu trvá milióny rokov, kým sa k nám od nej dostane, môžeme sa pohodlne usadiť a pozorovať explózie, ktoré po nej nastali.

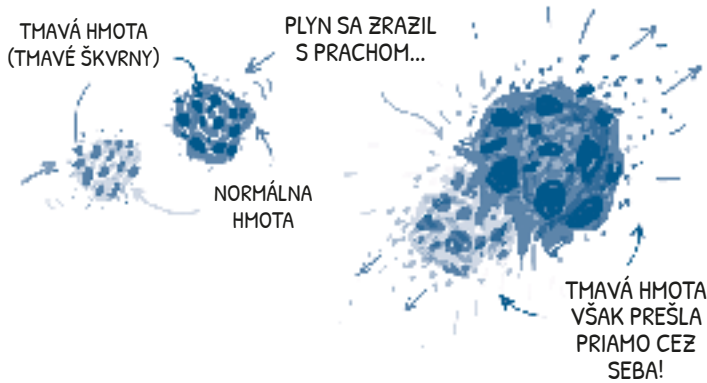
Pri zrážke týchto dvoch zhlukov galaxií došlo ku kolízii plynu a prachu s dramatickými následkami: veľké explózie a obrovské oblaky prachu, ktoré sa roztrhali na franforce. Ide o veľkolepé predstavenie so špeciálnymi efektmi. Ak vám to pomôže, predstavte si zrážku dvoch obrovských kôp balónov naplnených vodou, ktoré do seba narazia šialene veľkou rýchlosťou.



Astronómovia si však všimli aj niečo iné. Blízko miesta zrážky spozorovali dva obrovské zhluky tmavej hmoty. Samozrejme, bola neviditeľná, no dokázali ju nepriamo identifikovať meraním skreslenia, ktoré zhluky spôsobovali svetlu z galaxií za nimi. Zdalo sa, že tieto dva zhluky tmavej hmoty sa pohybovali pozdĺž línie kolízie, akoby sa nič nestalo.

Astronómovia si dali dokopy toto vysvetlenie: išlo o dva zhluky galaxií, z ktorých každý obsahoval bežnú hmotu (prevažne plyn a prach s nejakými hviezdami) a tmavú hmotu. Pri kolízii týchto dvoch zhlukov sa väčšina plynu a prachu zrazila spôsobom, aký by sa dal čakať u normálnej hmoty. Čo sa však stane, keď tmavá hmota narazí do inej tmavej hmoty? *Nič, čo by sme dokázali odhaliť.* Zhluky tmavej hmoty sa naďalej pohybovali a prechádzali cez seba – takmer akoby boli pre seba navzájom neviditeľné. To poväčšine platilo aj pre hviezdy, pretože ich bolo veľmi málo.

Obrovské zhluky hmoty, väčšie ako mnohé galaxie, prechádzali jeden cez druhý. Zrážka v podstate zbavila tieto galaxie plynu a prachu.



Čo vieme o tmavej hmote

V tomto momente by malo byť nad slnko jasnejšie, že tmavá hmota existuje a je to niečo zvláštne a iné ako hmota, ktorú poznáme. Tu je všetko, čo vieme o tmavej hmote:

- Má hmotnosť.
- Je neviditeľná.
- Kamaráti sa s galaxiami.
- Zdá sa, že bežná hmota sa jej nedokáže dotknúť.
- Zdá sa, že sa jej nedokáže dotknúť ani iná tmavá hmota.⁷
- Má super meno.

Pravdepodobne si teraz myslíte: *Človeče, aké skvelé by bolo byť z tmavej hmoty. Bol by zo mňa úchvatný superhrdina.* No nie? Tak fajn, možno máte na to iný pohľad ako my.

Jedna vec, ktorú o tmavej hmote vieme, je, že sa neskrýva niekde ďaleko. Tmavá hmota má tendenciu zhľukovať sa do veľkých zoskupení, ktoré sa vznášajú vesmírom a zdržiavajú sa pri galaxiách.

⁷ Je možné, že temná hmota dokáže mierne cítiť samu seba prostredníctvom nejakej novej neznámej sily.

Existuje teda veľmi vysoká pravdepodobnosť, že ste práve teraz v tejto chvíli obklopení tmavou hmotou. Je veľmi pravdepodobné, že počas toho, ako čítate túto knihu, prechádza ňou a vami tmavá hmota. Ak je však všade okolo nás, prečo predstavuje takú záhadu? Prečo ju nedokážeme vidieť alebo sa jej dotknúť? Ako môže niečo existovať bez toho, aby to bolo viditeľné? Skúmať tmavú hmotu je ťažké, pretože s ňou nedokážeme veľmi interagovať. Nevidíme ju (preto sa nazýva „tmavá“), ale vieme, že má hmotnosť (preto sa nazýva „hmota“). Ak chceme vysvetliť, ako je to všetko možné, musíme sa najskôr zamyslieť nad tým, ako interaguje bežná hmota.

Ako interaguje hmota

Existujú štyri hlavné spôsoby, ako hmota interaguje:

Gravitácia

Ak majú dve veci hmotnosť, pociťujú voči sebe príťažlivú silu.

Elektromagnetizmus

Ide o silu, ktorú pociťujú dve častice s elektrickým nábojom. V závislosti od toho, či sú náboje odlišné alebo rovnaké, môže byť príťažlivá alebo odpudzujúca.

Túto silu v skutočnosti *vnímame* v každodennom živote. Ak zatlačíte na túto knihu, dôvodom, prečo sa papier nerozdrví alebo ním vaša ruka neprejde, spočíva v tom, že molekuly vo vnútri knihy sú navzájom pevne držané pomocou elektromagnetických väzieb a odpudzujú molekuly vo vašej ruke.

Elektromagnetizmus je rovnako zodpovedný aj za svetlo a, samozrejme, za elektrinu a magnetizmus. O svetle a hlbokých súvislostiach medzi časticami a silami si povieme viac neskôr.