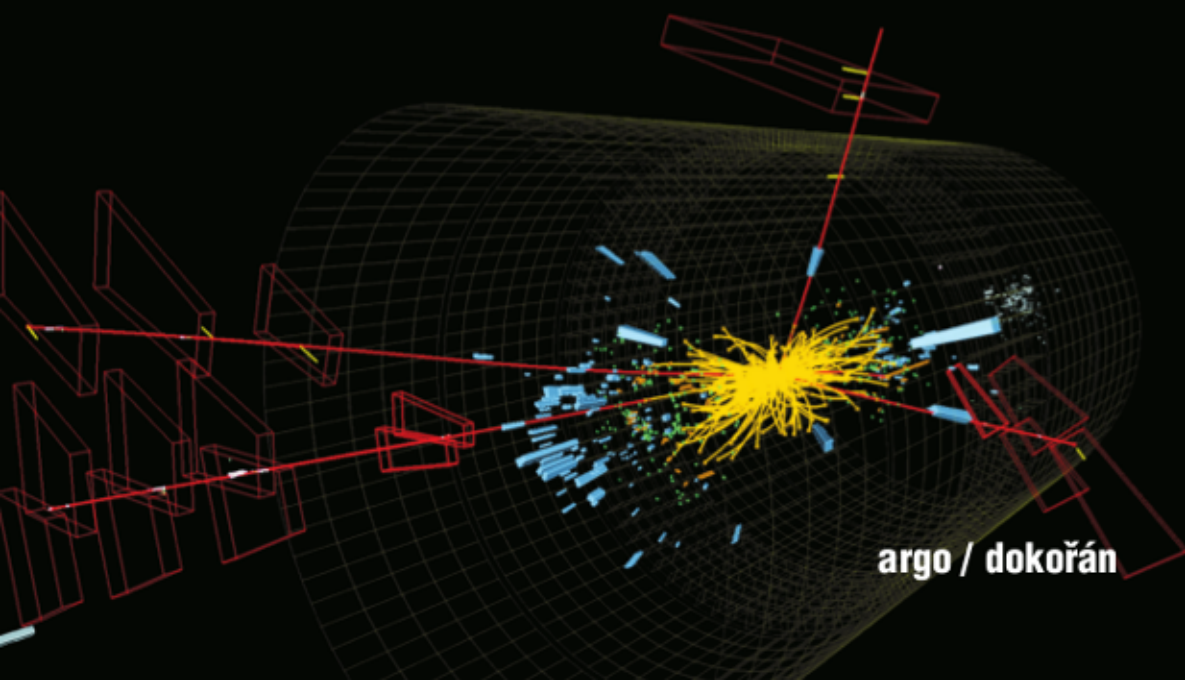


Sean Carroll

# ČÁSTICE NA KONCI VESMÍRU

Kterak nás honba  
za Higgsovým bosonem  
dovedla až na práh  
nového světa



argo / dokořán

Sean Carroll

# ČÁSTICE NA KONCI VESMÍRU

Kterak nás honba  
za Higgsovým bosonem  
dovedla až na práh  
nového světa

ARGO / DOKOŘÁN

The Particle at the End of the Universe

Copyright © 2012 by Sean Carroll

Cover illustration © CERN, 2014

Translation © Jiří Podolský, 2014

ISBN 978-80-257-1061-6 (váz.)

ISBN 978-80-256-1166-8 (e-kniha)

*Mojí mamince, která mě vzala do knihovny*

*Lidé zatím ještě nedoceňují dopad nových objevů.*

Joe Incandela,  
mluvčí detektoru CMS na velkém srážeci hadronů LHC

# OBSAH

PROLOG	11
KAPITOLA PRVNÍ	Oč jde 17
KAPITOLA DRUHÁ	Málem božské 26
KAPITOLA TŘETÍ	Atomy a částice 41
KAPITOLA ČTVRTÁ	Příběh urychlovačů 54
KAPITOLA PÁTÁ	Největší stroj všech dob 69
KAPITOLA ŠESTÁ	Ničením k poznání 82
KAPITOLA SEDMÁ	Částice ve vlnách 99
KAPITOLA OSMÁ	V narušeném zrcadle 114
KAPITOLA DEVÁTÁ	Fantastický úspěch 136
KAPITOLA DESÁTÁ	Jak se šíří zprávy 157
KAPITOLA JEDENÁCTÁ	Nobelovské sny 173
KAPITOLA DVANÁCTÁ	Za dnešním horizontem 199
KAPITOLA TŘINÁCTÁ	Aby stálo za to ji bránit 219
DODATEK 1	Hmotnost a spin 231
DODATEK 2	Částice standardního modelu 238
DODATEK 3	Částice a jejich interakce 243
<i>Doporučená četba</i>	253
<i>Odkazy</i>	254
<i>Poděkování</i>	259
<i>Rejstřík</i>	261

# PROLOG

JoAnne Hewettové se točí hlava. Když horlivě mluví do kamery, má jako vždycky na tváři široký úsměv. V pozadí hlasitě hovoří jeden přes druhého další účastníci večírku na švýcarském konzulátu v San Francisku. Sešli se tu, aby oslavili první protony úspěšně kroužící v podzemním tunelu velkého srážecího hadronů LHC na okraji Ženevy, obřího urychlovače částic vybudovaného na francouzsko-švýcarském pomezí. Právě se vydal na svou výzkumnou výpravu za odhalení nejhlubších tajemství našeho vesmíru. Šampaňské teče proudem, a není ani divu. „Na tenhle den jsem čekala dvacet – pět – let!“ volá nadšeně JoAnne.

Píše se rok 2008 a je to vskutku velká chvíle. Částicovní fyzikové už dlouho věděli, jak by měl vypadat další velký krok vpřed: postavit gigantický urychlovač, který by vzájemnými srážkami při obrovských energiích na padrt rozbíjel protony. Nějakou dobu doufali, že takový stroj bude postaven v Americe, ale pak z toho sešlo. Superconducting Super Collider, ve zkratce SSC, měl stát v Texasu a měl to být největší urychlovač všech dob. Když americký Kongres v roce 1983 schválil jeho výstavbu, byla Hewettová v prváku na univerzitě. Stejně jako mnoho dalších chytrých a ambiciózních fyziků tehdejší generace i ona věřila, že očekávané nové objevy se stanou základem její profesionální kariéry.

Ale pak byl projekt zrušen, což vzalo půdu pod nohama všem fyzikům, kteří doufali, že v následujících desetiletích bude SSC utvářet podobu jejich oboru. Všechno zhatila politika, byrokracie a rivalita. Teď však byl urychlovač LHC, který je zrušenému SSC v mnohém podobný, konečně poprvé spuštěn a JoAnne s kolegy jsou zcela připraveni: „Pětadvacet let jsem brala jednu bláznivou teorii po druhé a počítala, jak by se v SSC anebo LHC projevila při identifikaci nových částic.“

Hewettová má však k nadšení ještě další, osobnější důvod. Na videozáznamu má JoAnne svoje zrzavé vlasy ostříhané hodně nakrátko, málem na ježka. Nerozhodla se pro tento účes kvůli módě. Začátkem roku jí totiž diagnostikovali rakovinu prsu s šancí na přežití jen jedna ku pěti. Souhlasila s extrémně agresivním léčebným postupem sestávajícím z kruté chemoterapie a bezpočtu operací. Její

dlouhé zrzavé vlasy, pro ni tak typické, rychle zmizely. JoAnne se smíchem přiznává, že občas nepropadala beznaději jen díky tomu, že přemýšlela, jaké nové částice se v LHC objeví.

Znám se s JoAnne už léta, jsme kolegové a přátelé. Já sám se specializuji hlavně na kosmologii, zkoumání vesmíru jako celku, obor, který je díky novým údajům a překvapivým objevům na vzestupu. Částicová fyzika, intelektuální disciplína dnes již neoddělitelná od kosmologie, však hladověla po experimentálních výsledcích, které by převrátily zavedené teorie vzhůru nohama a dovedly nás k novým myšlenkám. Tahle potřeba byla znát už dlouhou dobu. Gordona Wattse z Washingtonské univerzity, který byl na oslavě také přítomen, se zeptali, zda to dlouhé čekání na LHC nebylo stresující. „Jasně že bylo. Tuhle šedivou kštici mám díky tomu. Moje žena sice tvrdí, že to mám z dětí, ale ve skutečnosti za to může LHC.“

Částicová fyzika stojí na prahu nové éry, v níž budou některé teorie vyvráceny, zatímco jiné se možná ukážou být správné. Každý z přítomných fyziků má svůj oblíbený model, jako třeba Higgsovy bosony, supersymetrie, technicolor, dodatečné dimenze, temnou hmotu a spoustu dalších exotických představ se všemožnými, často fantastickými, důsledky.

„Osobně doufám, že LHC objeví něco úplně jiného,“ horlí JoAnne. „Jsem hluboce přesvědčena, že to bude velké překvapení, protože příroda je chytřejší než my a má pro nás v zásobě přichystanou spoustu nečekaných objevů. Ještě si užijeme řadu zábavy, než na všechny přijdeme. Bude to super!“

To bylo v roce 2008. O čtyři roky později je sanfranciská oslava spuštění LHC minulostí, ale právě byla oficiálně zahájena éra nových objevů. JoAnniny vlasy opět dorůstají. Léčba byla trýznivá, ale zabrala. A velký experiment, o kterém celou svou profesionální kariéru snila, se stává realitou. Po čtvrtstoletí pouhého teoretizování začnou být konečně její myšlenky konfrontovány se skutečnými daty. S částicemi a interakcemi, jaké žádný člověk dosud nespátřil, s překvapivými jevy, které před námi příroda až dosud úspěšně tajila.

Přesuňme se tedy v čase vpřed, do 4. července 2012. Právě začala Mezinárodní konference o fyzice vysokých energií. Koná se každé dva roky na nejrůznějších místech po celém světě, tentokrát v australském Melbourne. Stovky částicových fyziků včetně JoAnne zaplnili hlavní auditorium, aby vyslechli speciální přednášku. Vše, co bylo dosud do LHC investováno, se má nyní začít vyplácet. Očekávání jsou obrovská.

Přednáška je vysílána videopřenosem přímo z ženevské laboratoře CERN, která je domovem urychlovače LHC. Vlastně jde o dvě přednášky, jež by za



normálních okolností byly obvyklou součástí konferenčního programu. Na poslední chvíli však organizátoři rozhodli, že tak významný okamžik by měli sdílet všichni, kdo mají na obrovském úspěchu LHC zásluhu. Toto rozhodnutí došlo všeobecného ocenění: už hodiny před začátkem přednášky plánovaným na 9 hodinu ráno ženevského času se v CERNU začaly shromažďovat stovky fyziků. Mnozí ve spacácích kempovali v sále přes noc, aby si zajistili dobrá místa.

Přednášku uvádí ředitel CERNu Rolf Heuer. Nejdříve vystoupí americký fyzik Joe Incandela, po něm pak italská fyzička Fabiola Gianottiová. Jejich úlohou je referovat o dvou hlavních experimentech CMS a ATLAS, v nichž se shromažďují a analyzují data z LHC. Na obou experimentech se podílely více než tři tisíce fyziků. Většina z nich po celém světě dychtivě sleduje přímý přenos na monitorech svých počítačů. Mohl ho sledovat opravdu každý, nejenom v Melbourne, ale kdekoli na zeměkouli. Byl to opravdu vhodný komunikační prostředek umožňující všem zúčastnit se oslavy moderní Vědy s velkým „V“, ohromného mezinárodního úsilí na samých hranicích dnešních technických možností, ve kterém jde opravdu o hodně.

V prezentacích Gianottiové i Incandely je trochu cítit nervozita, ale fakta mluví zcela jasně. Oba nejprve velmi upřímně děkují bezpočtu inženýrů a vědců podílejících se na experimentech. Potom pečlivě zdůvodňují, proč bychom výsledkům, které hodlají zveřejnit, měli věřit. Dokazují, že týmy rozumějí tomu, jak jejich přístroje fungují, a že analýza získaných dat je přesná a spolehlivá. Tím si perfektně připravují scénu, na které předvedou, co objevili.

A je to tu. Pár grafů, které nepoučenému člověku nic neřeknou. Ve vzájemné shodě však jasně ukazují, že při jisté konkrétní energii bylo napozorováno o trochu více událostí (shluků částic vylétajících z jediné srážky), než se čekalo. Všichni přítomní fyzikové okamžitě vědí, že to znamená objev nové částice. LHC tedy opravdu zahlédlo nikdy předtím nepozorovanou část reality. Incandela a Gianottiová pečlivě a trpělivě procházejí „nudnou“ statistickou analýzu, jejímž cílem je odlišit opravdový objev od náhodné statistické fluktuace v měřených datech. V obou případech je však výsledek jednoznačný: nový jev je skutečný.

Následuje dlouhotrvající potlesk. V Ženevě, v Melbourne, po celém světě. Zveřejněná data jsou tak přesvědčivá, že to ohromí i řadu odborníků, kteří se na těchto experimentech po léta podíleli. Velšský fyzik Lyn Evans, který více než kdokoli jiný pomáhal LHC proplout mnoha úskalími, jež provázely jeho stavbu, prohlásil, že je „omráčen“ vynikající shodou obou experimentů.

V onen velký den jsem byl v CERNu osobně přítomen, přestrojen na novináře v tiskovém středisku hned vedle hlavního sálu. Není běžné, aby reportéři během

událostí, o nichž referují, tleskali. Tentokrát je však přemohla nálada okamžiku. Nešlo totiž jen o úspěch CERNu a fyziky, ale o další mezník v dějinách lidstva.

Myslíme si, že docela přesně víme, co jsme právě objevili: elementární částici nazvanou Higgsův boson na počest skotského fyzika Petera Higgse. Higgs sám, nyní stár 83 let, byl v sále také přítomen. Byl zjevně dojat: „Nikdy jsem si nemyslel, že bych se něčeho takového mohl dožít.“ V sále bylo i několik dalších fyziků, kteří v roce 1964 přišli s podobnou myšlenkou jako Higgs. Ne vždy je pojmenování teorií zcela spravedlivé, ale tohle je chvíle, kterou mohou oslavovat všichni dohromady.

Co je vlastně Higgsův boson? Je to nově objevená částice přírody. A to ne jen tak ledajaká. Higgsův boson má totiž speciální roli. Moderní částicová fyzika zná tři druhy částic. Prvním druhem jsou částice hmoty, jako třeba elektrony a kvarky. Z nich je utvořeno vše, co kolem nás vidíme. Druhým jsou interakční částice, které zprostředkovávají gravitační, elektromagnetické a jaderné síly, jež drží hmotu pohromadě. A pak je zde Higgsova částice, která tvoří svou vlastní osobitou kategorii.

Higgs není důležitý tím, co je, ale tím, jak se projevuje. Higgsova částice je zviditelněním takzvaného Higgsova pole, které vyplňuje celý prostor. Vše v nám známém vesmíru se při pohybu musí prodírat Higgsovým polem, které je sice neviditelné, ale všudypřítomné. A při tom na něm vážně záleží: bez Higgsova pole by elektrony i kvarky měly nulovou hmotnost. Byly by stejně jako fotony nehmotné, a proto by se pohybovaly rychlostí světla. Rozhodně by nemohly tvořit atomy a molekuly, natož pak struktury nezbytné pro vznik života. Higgsovo pole není aktivním hráčem v dynamice obvyklé hmoty, ale jeho přítomnost je naprosto zásadní. Bez něj by svět vypadal úplně jinak. A teď jsme ho konečně objevili.

Možná bychom ještě měli být trochu zdrženliví. Zatím se nám dostalo přesvědčivých svědectví o existenci částice, která se dost podobá Higgsově. Má správnou hmotnost a vzniká i rozpadá se v počtu, jaký jsme zhruba očekávali. Prozatím je ale příliš brzo na to, abychom si byli jisti, že jde opravdu o Higgsovu částici původního nejjednoduššího modelu. Může být i složitější nebo velice komplikovanou spleť provázaných částic. Rozhodně jsme však objevili novou částici, která se chová tak, jak by se Higgsův boson chovat měl. Pro účely této knihy proto budu 4. červenec 2012 pokládat za den, kdy byl oznámen objev Higgsova bosonu. Bude-li realita nakonec složitější, tím lépe. Fyzikové zbožňují překvapení.

Mnozí očekávají, že objev Higgse předznamenává začátek nové éry částicové fyziky. Dobře víme, že před námi leží ještě spousta neznámých souvislostí. Studium Higgsova bosonu nám může pootevřít okno do zatím nespátrného světa.

Experimentátoři jako Gianottiová a Incandela teď mají k dispozici nový druh hmoty, který mohou studovat. A teoretikové jako Hewettová získali nové stopy, díky nimž mohou nasměrovat své pátrání po nových modelech. V našem chápání světa jsme učinili další velký a dlouho očekávaný krok vpřed.

Toto je příběh lidí, kteří zasvětili své životy objevování konečné podstaty reality, již je Higgs dokonalým ztělesněním. Jsou to teoretici, kteří sedí u svých stolků, mají tužku a papír a pohání je kafe a vášnivé debaty s kolegy, při nichž cizelují své abstraktní myšlenky. Jsou to inženýři, kteří neustále posouvají možnosti strojů a elektronických zařízení daleko za hranice soudobých technologií. A především jsou to experimentátoři, kteří propojují stroje se světem myšlenek, abychom se o přírodě dozvěděli něco úplně nového. Špičková fyzika dneška stojí na gigantických projektech stojících miliardy euro, které se připravují celá desetiletí a vyžadují ohromné osobní nasazení a odvahu. Když se ale vše zdaří, natrvalo to změní svět.

Život je krásný. Dejte si ještě sklenku šampaňského.

# OČ JDE

*Zeptáme se, proč skupina talentovaných a cílevědomých lidí zasvěcuje život pátrání po věcech tak malých, že je ani nelze spatřit.*

Částicová fyzika je podivná činnost. Tisíce lidí utrácení miliardy euro za stavbu gigantických strojů velkých desítky kilometrů, urychlují v nich subatomární částice téměř na rychlost světla a pak je navzájem srážejí. To vše jenom proto, aby našli a prozkoumali jiné subatomární částice, jež nemají prakticky vůbec žádný vliv na každodenní život kohokoli, vyjma částicových fyziků.

To je jeden možný pohled na celou záležitost. Existuje ale i druhý: částicová fyzika je esenci lidské zvědavosti, touhy poznat vše o světě, ve kterém žijeme. Lidské bytosti si od svého prvopočátku neustále kladou otázky. Touha po poznání se od dob antického Řecka před více než dvěma tisíci lety vyvinula až v dnešní systematické a celosvětové úsilí odhalit základní pravidla, jimiž se řídí vše v tomto vesmíru. Fyzika částic vyvěrá přímo z naší neutuchající touhy po poznání světa. Primární motivací nejsou částice. Motivuje nás vlastní touha pochopit vše, čemu zatím nerozumíme.

Počátek 21. století je v tomto ohledu kritickým bodem. Poslední opravdu překvapující experimentální objev získaný na urychlovači částic se odehrál v 70. letech, tedy před 40 roky. (Přesné datum závisí na tom, co chápeme slovem „překvapující“.) Není to však tím, že by experimentátoři celou tu dobu spali, spíše naopak. Technika se vylepšovala mílovými kroky a zpřístupnila oblasti, které se ještě před pár lety zdály zcela nedostupné. Problém je spíše v tom, že přístroje nezaznamenaly nic nečekaného. Pro vědce, kteří velmi touží po nových překvapeních, to bylo docela frustrující.

Jinak řečeno, problém není v nedostatečných výkonech experimentálních zařízení, ale v tom, že naše teorie jsou příliš dobré! Specializace moderní fyziky způsobila, že se výrazně oddělily role „experimentátorů“ a „teoretiků“, a to zejména v oboru fyziky elementárních částic. Ty tam jsou časy, kdy ještě v první polovině minulého století dokázal geniální italský fyzik Enrico Fermi vymyslet novou

teorii slabých interakcí, aby hned nato osobně řídil stavbu reaktoru, ve kterém se uskutečnila první řízená řetězová reakce v dějinách. Dnešní teoretikové čmárají své rovnice na tabule, vytvářejí z nich modely, které následně experimentátoři ověřují pomocí dat nasbíraných extrémně přesnými stroji a detektory. Vynikající teoretici bedlivě sledují výsledky experimentátorů a naopak, ale nikdo už nedokáže ovládnout obojí na špičkové úrovni.

V sedmdesátých letech 20. století byla dobudována naše nejlepší teorie částic, která dnes nese nesmírně nudný a neinspirativní název „standardní model“. Standardní model je teorií kvarků, gluonů, neutrin a všech ostatních elementárních částic, o nichž jste kdy slyšeli. Ale vypadá to, že vědecké teorie stavíme podobně jako hollywoodské hvězdy nebo charismatické politiky na piedestal jen proto, abychom je pak mohli s gustem svrhnout. Slavný fyzik se z vás nestane tím, že ukážete, že teorie někoho jiného je správná, ale tím, že ukážete, kde jeho teorie je špatná. Případně tím, že přijdete s ještě lepší teorií.

Standardní model však zůstává nezlomný. Už desítky let jeden experiment za druhým stále jen potvrzuje jeho předpovědi. Celá generace částicových fyziků odrostla a vyšplhala po kompletním akademickém žebříčku od studenta až po řádného profesora, aniž by byla svědkem jediného nového jevu nebo nečekaného objevu, jenž by si žádal vysvětlení. Opravdu dost nesnesitelná situace.

Ale ta se teď našťestí mění. Velký srážecí hadronů LHC předznamenává novou éru fyziky, ve které začneme rozbíjet částice při energiích, jakých lidstvo dosud nikdy nedosáhlo. A nejde přitom jen o „trochu“ vyšší energie. Dostáváme se do nových oblastí, o nichž jsme léta jenom snili. V nich bychom mohli pozorovat nové částice a možná se dočkat i překvapení, jež před námi síla zvaná „slabá interakce“ dosud úspěšně skrývala.

Jde o hodně a může se stát opravdu cokoli, protože nahlížíme do neznáma. Existuje řůra konkurenčních teoretických modelů předpovídajících, co LHC objeví. Ale co přesně to bude, nelze zjistit, dokud se opravdu nepodíváme. Ústředním tématem je přitom hypotéza o existenci skromné částice, která je posledním kamínkem do mozaiky standardního modelu a současně i krokem dál za jeho rámeček: Higgsova bosonu.

### Gigantický vesmír složený z malých kousků

Nedaleko pacifického pobřeží Kalifornie, pouhých devadesát minut jízdy na jih z Los Angeles, kde bydlím, leží magické místo, v němž se uskutečňují sny: Legoland. Na Dinosauřím ostrově, v Zábavném městě a jiných atrakcích děti žasnou nad dokonale propracovaným umělým světem postaveným z malých kostiček

stavebnice Lego. Z malých umělohmotných bloků, které lze navzájem spojovat v bezpočtu kombinací.

Legoland velmi připomíná skutečný svět. Vše kolem nás je tvořeno spoustou různých materiálů: dřevem, textilem, sklem, kovy, vzduchem, vodou, živými těly, mnoha odlišnými látkami se zcela různými vlastnostmi. Když se na ně ale podíváme hodně zblízka, zjistíme, že ve své podstatě odlišné nejsou. Představují jen různá uspořádání malého počtu fundamentálních stavebních kamenů. Těmito stavebními bloky jsou elementární částice. A stejně jako stavby z Lega jsou také stoly, auta, stromy a lidé poskládáni z několika málo druhů malých částíček. Fascinující rozmanitost světa je dána pouze tím, jak ohromným počtem způsobů lze tyto částičky uspořádat. Atom je asi miliardkrát menší než kostka Lega, ale princip jejich skládání je velmi podobný.

Dnes už nám přijde myšlenka, že hmota je tvořena atomy, zcela samozřejmá. Učí nás ji od základní školy, ve všech učebnách chemie visí velké tabule periodické soustavy prvků. Je snadné přehlédnout, jak úžasný je to fakt. Některé věci kolem nás jsou tvrdé, zatímco jiné měkké. Některé jsou lehké a jiné těžké. Některé jsou tekuté, jiné pevné nebo plynné. Některé jsou průhledné a jiné nikoli. Některé jsou živé a mnohé ne. Ale hluboko pod povrchem těchto vnějších projevů se všechny tyto věci skládají z naprosto stejných substancí. Periodickou soustavu prvků tvoří pouhá stovka druhů atomů. A jejich kombinacemi vzniká naprosto vše kolem nás.

Ve své podstatě je to pradávna idea. Opírá se o naději, že svět dokážeme pochopit pomocí několika málo základních ingrediencí. Různé starověké kultury, babylonská, řecká, indická i další, přišly s pozoruhodnou představou, že existuje pět základních „elementů“. Byly to země, vzduch, oheň, voda a navíc ještě nebeská pátá substance, takzvaná kvintesence neboli éter. (Ano, právě odtud se vzal název filmu *Pátý element* s Bruceem Willisem a Millou Jovovich.) Tak jako v jiných případech, i tuto myšlenku pak důkladně rozpracoval Aristoteles. Přišel s tím, že každé z oněch pěti substancí je určeno její přirozené místo. Například země tíhne dolů, zatímco vzduch přirozeně stoupá. Představoval si, že mícháním elementů v různých kombinacích vznikají všemožné materiály, které pozorujeme.

Řecký filozof Demokritos, žijící před Aristotelem, navrhl, že všechno je tvořeno jistými nepatrnými a nedělitelnými částičkami, jež nazval „atomy“. Nešťastnou shodou okolností použil počátkem 19. století chemik John Dalton tento termín pro označení chemických elementů. Dnes už víme, že chemické atomy vůbec nejsou nedělitelné. Skládají se z protonů a neutronů v jádře, jež obklopuje hejno

elektronů. A dokonce i protony a neutrony lze dále rozdělit na menší části zvané „kvarky“.

Kvarky a elektrony jsou dnes opravdovými atomy v Demokritově smyslu nedělitelných stavebních bloků veškeré hmoty. Nazýváme je *elementární částice*. Dva druhy kvarků, ve fyzikální hantýrce nazývané „u“ a „d“ (z anglického „up“ a „down“), utvářejí protony a neutrony v atomovém jádru. Většinou tedy vystačíme jen se třemi druhy elementárních částic, totiž s elektrony, kvarky u a kvarky d. Z nich lze poskládat úplně všechno, co známe z běžného světa. Je to velký pokrok oproti pěti elementům starověku i periodické soustavě prvků.

Tvrzení, že celý svět lze rozložit na pouhé tři druhy částic, je ale poněkud přehnané. Z elektronů a obou typů kvarků lze sice vytvořit všechna auta, řeky i štěňata, ale kromě nich existují i jiné částice. Dnes jich známe dvanáct, a to šest různých druhů kvarků a šest takzvaných „leptonů“. Kvarky spolu silně interagují uvnitř jader, v protonech a neutronech. Leptony se naopak mohou samostatně pohybovat prostorem. Známe však i částice zprostředkovávající interakce, které udržují elementární částice v různorodých kombinacích. Bez interakčních částic by svět byl opravdu nudné místo: jednotlivé částice by osamoceně bloumaly prostorem a nikdy by spolu neinteragovaly. Všechno ve světě dokážeme vysvětlit pomocí jen několika málo různých ingrediencí. Ale upřímně řečeno, čistě teoreticky by to mohlo být i jednodušší. Moderní částicové fyziky žene touha udělat to ještě líp.

### Higgsův boson

Standardní model částic tvoří zmíněných dvanáct elementárních částic hmoty plus skupina částic zprostředkujících silové interakce, které všechno drží pohromadě. Není to zrovna nejúspěšnější model světa, ale plně vystihuje veškerá dosud provedená měření. Podařilo se nám odhalit stavební prvky skládající vše kolem nás, přinejmenším tady na Zemi. V kosmickém prostoru jsme nadto našli stopy existence temné hmoty a temné energie. Což nám jasně ukazuje, že ještě plně nerozumíme celému vesmíru. Temná hmota a energie určitě leží *mimo* rámec standardního modelu částic.

Většina objektů standardního modelu spadá buď do kategorie „částic hmoty“, nebo mezi „interakční částice“. Higgsův boson je však něco úplně jiného. Je to jakési ošklivé káčátko, jež nese jméno skotského fyzika Petera Higgse, který ho spolu s několika dalšími vědci vymyslel v 60. letech. Z technického hlediska je to částice zprostředkující interakci, ale hodně se liší od těch, které jsme až dosud poznali. Pro teoretického fyzika je Higgsova částice poněkud zvláštním