

KAPITOLA 6:

ROZPAD VAKUA

Žádná z věcí, kvůli kterým se člověk trápí, se nikdy nestane. Něco, na co člověk nikdy nepomyslel, ano.

Connie Willisová, *Kniha posledního soudu*

V březnu 2008 podal bývalý důstojník pro jadernou bezpečnost Walter Wagner žalobu na americkou vládu, aby zabránila vědcům spustit Velký hadronový urychlovač LHC (Large Hadron Collider⁷⁰). Z Wagnerova pohledu to byla zoufalá snaha zachránit svět. Žaloba byla samozřejmě odsouzena k neúspěchu. V první řadě je LHC řízen Evropskou organizací pro jaderný výzkum (zkráceně CERN; zkratka pochází z francouzštiny), nikoli vládou USA. A Wagnerovy vědecké obavy, i když je pravděpodobně upřímně cítil, byly neopodstatněné. Vedení CERN nakonec vydalo několik uklidňujících tiskových zpráv o bezpečnosti technologie urychlovače a stavba a provoz LHC pokračovaly.

Ani to ale nezabránilo některým skupinám veřejnosti stupňovat s blížícím se datem prvních plánovaných kolizí částic paniku. Před svým spuštěním se LHC měl stát historicky nejvýkonnějším experimentem částicové fyziky, srážející na čtyřech místech protony urychlené v obřím kruhovém, podchlazeném, vakuově uzavřeném podzemním

⁷⁰ Poznámka překladatele: doslovný překlad Velký hadronový srážeč

tunelu o obvodu 27 kilometrů. Tyto srážky by v detektorch vyvolaly krátkodobé výbuchy energie tak silné, že by mohly znovu vytvořit podmínky horkého Velkého třesku, které panovaly pouhé nanosekundy po počátku expanze. Vědci doufali, že LHC nám umožní nahlédnout nejen do podmínek raného vesmíru, ale i do samotné struktury hmoty a energie. Dřívější experimenty nám ukázaly, že zákony fyziky jsou závislé na energii – mění způsob interakce částic a sil v závislosti na podmínkách, ve kterých se nacházejí – takže vytváření srážek vyšších a vyšších energií by vědcům umožnilo posunout hranice našeho chápání toho, jak funguje fyzika.

A na dohled byla ještě lákavější odměna. Již desetiletí před tím teoretizovali fyzici o existenci nové částice – částice, která je tak zásadní pro chování hmoty, že by to byla poslední část, která by završila konstrukci Standardního modelu částicové fyziky. Higgsův boson, pokud by byl objeven, by z důvodů, ke kterým se brzy dostaneme, konečně potvrdil fundamentální teorii vysvětlující, jak byly elementární částice schopny získat v raném vesmíru svou hmotnost. A doufali jsme, že by nám to mohlo poskytnout vodítka ke struktuře fyzikálních zákonů, platících v oblastech mimo náš současný výzkum.

Ale samotná tato vyhlídka – na zkoumání neznámých oblastí reality – stačila k tomu, aby vyvolala strach v srdcích některých přihlížejících. Do té doby nikdo nikdy nevytvořil srážky o těchto energiích. Nikdo nevěděl, jak se fyzikální zákony mohou v takovém prostředí posunout a přetvořit.

Internetem kolovaly nejhorší možné scénáře. Možná stroj otevře jakýsi portál do jiné dimenze a roztrhá strukturu samotného prostoru. Možná to vytvoří malou černou díru, která poroste a pohltí celou planetu. Možná to vytvoří „podivnou hmotu“ – druh kompozitního

materiálu složeného z kvarků s různými vůněmi, konkrétně z kvarků nahoru, dolů a podivného kvarku⁷¹, který, jak někteří předpokládali, by mohl vést k řetězové reakci ve stylu „ledu typu 9“⁷², která by změnila veškerou hmotu, jíž by se substance dotkla. Ale fyzici pokračovali, zjevně bez zájmu o tato „varování“, a v LHC uskutečnili první vysokoenergetické srážky protonů v listopadu 2009.

Vzhledem k tomu, že život na této planetě stále existuje, nebudu příliš dopředu prozrazovat, jak to dopadlo, když poukáži na to, že k žádné z předpokládaných existenčních katastrof nedošlo. (Pokud se stále bojíte, tak existuje průběžně aktualizovaná webová stránka: www.hasthelarge-hadroncolliderdestroyedtheworldyet.com.) Ale nebylo to tím, že jsme jen měli štěstí? Bylo provedení experimentu skutečně oprávněné, vzhledem k potenciálním rizikům?

Fyzici nejsou vždy obezřetní lidé, ale zkoumání scénářů „co by kdyby“ je tak trochu naším denním chlebem a příležitost hluboce se zamyslet nad skutečnou fyzikou, která může stát za hypotetickými možnostmi ultimátní destrukce, je těžké promarnit.⁷³ Ve skutečnosti v roce 2000 čtyři fyzici (včetně jednoho, který později získal Nobelovu cenu) napsali šestnáctistránkový článek pro časopis *Reviews of Modern Physics* nazvaný „Posouzení spekulativních 'katastrofických scénářů' v RHIC“. RHIC byl relativistický urychlovač těžkých iontů, pracující

⁷¹ Kvarky se vyskytují v šesti různých variantách alias „vůních“, které se liší hmotnostmi a náboji. Podle vůní rozlišujeme kvarky: nahoru, dolů, podivný, půvabný, krásný a pravdivý. Takto byly pojmenovány v 60. letech 20. století.

⁷² Ve sci-fi románu Kurta Vonneguta Kolfbka (v orig. *Cat's Cradle*) vznikne nová forma ledu, „led typu 9“, která je stabilnější než kapalná voda. V příběhu se každá kapka vody, které se částice ledu typu 9 dotkne, promění v led typu 9, což ohrožuje existenci života i světa.

⁷³ Věřte, že to vím.

v Brookhavenské národní laboratoři, který předcházal LHC a který byl postaven ke srážení jader těžkých prvků, jako je zlato, při vysokých energiích. Průkopnický experiment sám o sobě byl také předmětem obav, že by mohl způsobit nepředvídané následky, které by mohly ohrozit planetu (nebo vesmír), a práce byla napsána, aby tyto fámy plně prozkoumala a doufejme, že i vyvrátila.

Výsledky byly povzbudivé. Nejenže výzkumníci na základě teoretických úvah zjistili, že šance na produkci podivné hmoty nebo černých děr byla neuvěřitelně malá, ale ve skutečnosti existovala i experimentální data, která tyto závěry podpořila. Konkrétně: existence Měsíce.

Argument pro vznik jakéhokoli podivného jevu vyvolaného urychlovačem, který nás zničí, spočívá v tvrzení, že extrémně vysokoenergetické srážky v těchto urychlovacích jsou tak bezprecedentní, že nemůžeme vědět, co vše se může stát. Což ignoruje důležitý fakt: zatímco energie dosahované RHIC a LHC mohou být pro nás maličké lidi něčím novým, kosmické paprsky křížující vesmírem často dosahují neuvěřitelně vysokých energií a neustále se srážejí s jinými objekty i se sebou navzájem. Slovy autorů článku RHIC: „Je jasné, že kosmické záření provádělo ‚experimenty‘ podobné RHIC v celém vesmíru od nepaměti“. Ke srážkám při mnohem vyšších energiích, než jaké by mohl dosáhnout jakýkoli pozemský urychlovač, docházelo ve vesmíru po miliardy let, takže pokud by dokázaly zničit vesmír, jistě bychom si toho všimli.

„Počkat,“ můžete namítnout, „co když jsou srážky kosmického záření v hlubokém vesmíru opravdu neuvěřitelně destruktivní, ale příliš daleko na to, aby nás ovlivnily? Co když v celém vesmíru existují shluky podivné hmoty a my o tom prostě nevíme?“ Je to oprávněná obava. Zatímco většinou očekáváme, že částice produkované v urychlovači

budou mít dostatek hybnosti na to, aby unikly z laboratoře jakmile se vytvoří, je možné, že bychom mohli vytvořit něco nebezpečného, co by se mohlo víceméně v detektoru zastavit. Co pak?

Naštěstí můžeme Měsíc použít jako kanárka v uhelném dole. Máme dostatek dat z pozemských detektorů a vesmírných teleskopů, abychom věděli, že na povrch Měsíce dopadá vysokoenergetické kosmické záření *neustále*. (Ve skutečnosti můžeme pomocí radioteleskopů dokonce použít Měsíc jako detektor neutrin,⁷⁴ což je samo o sobě něco úžasného.) Pokud by srážky vysokoenergetických částic dokázaly přeměnit blízkou běžnou hmotu na hmotu podivnou, stalo by se to na Měsíci už před mnoha miliony let a na naší obloze bychom pozorovali ZCELA jiný objekt. Stejně tak by se noční obloha dost zřetelně změnila, kdyby se na Měsíci vytvořila malá černá díra a pohltila jej. Nemluvě o tom, že my lidé jsme tam skutečně *byli*, procházeli se, odpálili tam pár golfových míčků a přivezli vzorky. Měsíci se vede dobře. Tudíž, tvrdili autoři, RHIC nás všechny nezabije.

Podivná hmota a černé díry však nebyly jedinými prorokovanými apokalypsami. Další možností, podobně odmítnutou s tím, že jsme svědky obrovské palebné síly kosmického záření, je představa, že dostatečně silná kolize by mohla spustit kvantový vesmír zničující jev, zvaný *rozpad vakua*. Celá myšlenka rozpadu vakua spočívá v hypotéze, že náš vesmír má v sobě zabudovanou jakousi fatální nestabilitu. I když to může znít děsivě, a to i jako nepatrná možnost, v době, kdy byl RHIC uveden

⁷⁴ Je to způsobeno něčím, co se nazývá Askaryanův efekt, při kterém ultraenergetické neutrino projde lunárním regolitem a vytvoří záblesk rádiových vln, které snad můžeme zachytit našimi audiotelisky. Naše teleskopy dosud nebyly dostatečně citlivé, ale měli bychom být schopni zachytit tyto signály pomocí příští generace přístrojů.

do provozu, neexistovaly žádné skutečné důkazy pro takovou nestabilitu, takže to nebylo bráno zvlášť vážně.

Když byl pomocí LHC v roce 2012 objeven Higgsův boson, vše se změnilo.

STAVY VESMÍRU

Dobrym způsobem, jak přimět částicového fyzika, aby se naježil, je nazvat Higgsův boson jménem, které jej proslavilo: *Božská částice*. Naše kolektivní nevrlost spojená s touto vznešenou přezdívkou není ani tak způsobena pocitem z mísení vědy a náboženství (ačkoli pro mnohé je to velká část důvodu k nelibosti). Je to také tím, že „Božská částice“ je prostě strašně nepřesné pojmenování a zní to upřímně řečeno trochu troufale. Což neznamená, že Higgsův boson není zásadně důležitou součástí standardního modelu částicové fyziky. Dalo by se dokonce tvrdit, že Higgsův boson je klíčem k tomu, aby všechno ostatní do sebe zapadalo. Ale je to ve skutečnosti Higgsovo *pole*, nikoli částice, které hraje ústřední roli ve fungování částicové fyziky a povaze vesmíru.

Krátká verze příběhu je, že Higgsovo pole je druh energetického pole, které prostupuje celým prostorem a interaguje s jinými částicemi způsobem, který jim umožňuje mít hmotnost. Higgsův *boson* má stejný vztah k Higgsovu poli, jaký má foton, nositel elektromagnetické síly (a tedy i světla), k elektromagnetickému poli – je to lokalizovaná „excitace“ něčeho, co prostupuje větší prostor. Dlouhá verze příběhu má co do činění s elektroslabou teorií, teorií, která spojuje slabou jadernou sílu s elektřinou a magnetismem, a s tím, jak tyto síly odděluje proces zvaný „spontánní narušení symetrie“.