

Zdroj → <http://chyla.bigblogger.lidovky.cz/c/131558/O-Velkem-tresku-cernych-dirach-temne-hmote-a-jine-zvirene.html>

## O Velkém třesku, černých dírách, temné hmotě a jiné zvířence ( 02.04.2010 )

Jsem rád, že tentokrát se nebudu muset rozčilovat nad nesmyslností kafemlejnku, ale mohu se věnovat tématu daleko zajímavějšímu, než je automatizace hodnocení výsledků vědy a výzkumu. Tomu, co se stalo v úterý nedaleko Ženevy, jaký to má význam pro touhu lidí po poznání tajemna a na co se ještě můžeme těšit.

Mám na mysli opětovné spuštění největšího urychlovače na světě, zvaného velký srážecí hadronů (anglicky Large Hadron Collider, odtud zkratka LHC), v Evropském středisku fyziky částic CERN u Ženevy. Tento urychlovač je umístěn v kruhovém tunelu o obvodu 27 kilometrů zhruba 100 metrů pod zemí na francouzsko-švýcarském pomezí. Již jednou, 10. září 2008, byl středem pozornosti světových médií a to když v něm poprvé začaly obíhat dva protiběžné svazky protonů. Byla z toho tehdy velká sláva, ale radost netrvala dlouho a po devíti dnech došlo k vážné poruše systému supravodivých magnetů, které ohýbají dráhy protonů na jejich druhové dráze tunelem. Oprava a doplnění celého komplikovaného systému magnetů a chladicího zařízení o detektory, které neustále sledují systém a jsou schopny včas rozpoznat začínající problém a tak předejít další nehodě, trvala skoro rok a půl. Bylo učiněno všechno proto, aby se nic podobného, jako se stalo 10. září 2008, neopakovalo a pro jistotu proto vedení CERN rozhodlo, že protony budou v LHC urychleny prozatím jen na polovinu plánované energie. Ale i tak je energie 3,5 Teraelektronvoltů (TeV) každého ze dvou svazků 3,5krát vyšší než dosud nevyšší energie dosažená na urychlovači v americké laboratoři Fermilab u Chicaga. Pro lepší představu, co tato energie znamená, připomenu, že postačuje k tomu, aby ve srážce dvou protonů této energie vzniklo 3500 nových protonů a stejné množství antiprotonů.

Špekáčky v tunelu

Každý ze zmíněných dvou svazků připomíná 27 kilometrů dlouhý věnec složený z 2808 špekáčků, z nichž každý obsahuje sto miliard protonů. Protonové špekáčky jsou od sebe vzdáleny zhruba 9 metrů a ve vakuové trubici o průměru asi 10 centimetrů se pohybují rychlostí blízkou rychlosti světla. Mají délku opravdového špekáčku, ale tloušťku lidského vlasu. Trubice, v nichž obíhají, jsou těsně vedle sebe a na čtyřech místech se protínají. Na [obrázku](#) jsou tyto trubice označeny červenou a modrou barvou, šipky ukazují směr oběhu špekáčků. Místa, kde dochází ke srážkám, jsou obklopena mamutími detektory, které čekají na to, až dojde k nějaké zajímavé srážce, jež bude svědectvím o novém jevu. Srazit takové množství vlasových špekáčků není legrace, a proto v úterý byly v každém z věnců jen dva. Opětovné nastartování LHC proběhlo s drobnými technickými potížemi, jež jsou u tak složitého zařízení nevyhnutelné, velmi úspěšně a po asi 4 hodinách se podařilo oba svazky na jejich oběžných drahách stabilizovat a začít srážet. K první zaregistrované srážce došlo v úterý v 13.06 a během dalších tří hodin bylo zaznamenáno všemi čtyřmi detektory dohromady asi půl miliónu srážek. To se zdá hodně, ale pro to, abychom narazili na stopy něčeho opravdu nového, bude jich třeba mnohonásobně více. Pro ilustraci, při plném provozu by jich mělo každou vteřinu nastat asi 600 miliónů. Podrobnější informace o této události a experimentu ATLAS, na němž se čeští fyzikové podílejí, je [zde](#).

### Proč to všechno děláme?

Protože chceme přijít na kloub tomu, z čeho je složena hmota, jaké zákony platí pro její základní stavební kameny a, což s tím úzce souvisí, jak vznikl vesmír a co určuje jeho dnešní stav. Právě úzká souvislost mezi fyzikou mikrosvěta, doménou fyziky elementárních částic, a fyzikou makrosvěta, kosmologií, je na celé věci nejzajímavější. A proto se také v souvislosti se spuštěním LHC ve sdělovacích prostředcích hovoří téměř výhradně jen o Velkém třesku, černých dírách a temné hmotě, tedy pojmech z oblasti kosmologie. V následujících odstavcích se pokusím podat střízlivý pohled na to, v čem a jak mohou (ale také nemohou) experimenty na LHC k těmto tématům přispět.

### Kdo se bojí černých děr?

Mám pochopení pro strach lidí ze všeho neznámého i pro nutkání sdělovacích prostředků využít tento strach pro lákavé titulky, jako například „V obřím urychlovači chystají simulaci Velkého třesku. Pohltí to svět, varují kritici“, jenž se objevil ve středu na serveru novinky.cz nad zřávkou ČTK o znovuspuštění LHC. V doprovázející anketě na otázku „Obáváte se vzniku černé díry při experimentech v obřím urychlovači LHC?“ z téměř 36 tisíc respondentů odpovědělo kladně 53,3%.

Podle zprávy ČTK „Experimenty v LHC vyvolávají od prvního spuštění urychlovače v srpnu 2008 i obavy, někdy až apokalyptických rozměrů. Někteří skeptikové tvrdí, že srážky nejmenších částíček atomu vytvoří černou díru, která pohltí celou Zemi.“ Jako příklad takových obav zpráva uvádí, že „Jistá Němka se kvůli tomu dokonce obrátila na německý ústavní soud s požadavkem ukončit účast Německa na experimentech v LHC. Soud stížnost zamítl s poukazem na nedostatek důkazů.“

Nevím, kdo jsou ti „skeptikové“, ani zda tak náleží německého Ústavního soudu tak opravdu zněl, ale skutečnost je taková, že existují přesvědčivé důkazy, že tomu tak být nemůže. Energie, s nimiž se částice v urychlovači LHC srážejí, jsou totiž asi milionkrát nižší než ty, které by byly potřeba ke vzniku té nejlehčí černé díry, jež má hmotnost větší než zhruba jeden mikrogram. Ale i kdyby se taková mikroskopická černá díra odněkud zčista jasně vzala, žádnou škodu by na Zemi nenapáchala, neboť by se „vypařila“ za dobu kratší než je nepředstavitelná milióntina miliardtiny miliardtiny miliardtiny vteřiny. Všechny černé díry totiž vyzařují různé částice mechanismem, který objevil Stephen Hawking, přičemž čím jsou lehčí, tím vyzařují rychleji. Naopak, masivní černé díry, jako je například ta, jež je ve středu naší galaxie v blízkosti souhvězdí Sagittarius A\* a jež má hmotnost asi 4 miliónů Sluncí, se vypaří až za ještě nepředstavitelnější miliardu miliard miliard miliard miliard miliard miliard let.

### Malý Velký třesk?

Podle zprávy ČTK i tvrzení v prakticky všech mediálních informacích o LHC, má být v experimentech, které na něm budou probíhat, vytvořen stav hmoty, podobný stavu vesmíru krátce po Velkém třesku. „Každá ze srážek nejmenších částíček hmoty má vytvořit jakýsi „malý velký třesk““ čteme ve zprávě ČTK. **Tak tomu ovšem není.**

Především je třeba připomenout, že v počáteční fázi se budou v urychlovači LHC srážet pouze protony. Při těchto srážkách žádný stav hmoty blízký stavu vesmíru krátce po Velkém třesku vzniknout nemůže. Teprve ve srážkách těžkých iontů, například jádra olova, k čemuž by mělo dojít koncem roku, se může na zlomek vteřiny vytvořit stav, který je blízký, ale zdaleka ne stejný, jako stav vesmíru zhruba mikrosekundu po Velkém třesku. Budou v něm chybět fotony, elektrony a pozitrony i neutrina, částice, které hrály ve skutečném Velkém třesku pro další vývoj vesmíru klíčovou roli. Stvořit v pozemských podmínkách takový stav je jistě zajímavé, ale daleko důležitější je hledání nových jevů. K tomuto účelu se hodí srážky dvou protonů daleko více. Kromě toho i srážky samotných protonů mohou mít pro pochopení vzniku a vývoje vesmíru klíčový význam. O tom je další část.

### Neviditelná ruka ve vesmíru

Podobně jako „neviditelná ruka trhu“, na jejíž existenci a mocný vliv na naše chování a život upozornil již v roce 1776 Adam Smith, existuje i ve vesmíru „neviditelná ruka“, která rozhoduje o tom, jak a proč se vyvinul do dnešní podoby a jak se bude vyvíjet dál. Ty neviditelné ruce jsou ve vesmíru vlastně dvě, jedna se nazývá temná hmota, ta druhá temná energie, ale o té druhé raději pomlčím, abych čtenáře ještě více nepoděsil.

Slovo „temná“ postihuje skutečnost, že tato forma hmoty je elektricky neutrální a my, ani naše nejdokonalejší přístroje ji proto „nevidí“. O své nepochybné existenci, na níž upozornil již v roce 1934 švýcarský astronom Fritz Zwicky, nám dává vědět prostřednictvím svého mohutného gravitačního působení na ostatní objekty vesmíru, například na hvězdy v naší galaxii. Rychlost oběhu hvězd kolem jejího středu je na jejím okraji příliš velká na to, aby byly na těchto oběžných drahách udrženy přitažlivou silou té hmoty, kterou vidíme, tj. ostatní hvězdami a černé díry uprostřed. V naší a všech dalších spirálních galaxiích, kde pozorujeme stejný jev, musí být obrovské množství „temné hmoty“, jejíž hustota sice klesá se vzdáleností od středu galaxie, ale tak pomalu, že v každé „slupce“ je jí celkově stejné množství. Tato temná hmota by měla mít povahu normálních částic mikrosvěta, jako jsou třeba neutrony, ale daleko těžších. Její existence je nezbytná nejen pro pochopení struktury dnešního vesmíru, ale také pro pochopení jeho vzniku a rané fáze jeho vývoje.

Zhruba čtvrtina veškeré hmoty vesmíru by podle našich dnešních znalostí měla mít povahu temné hmoty, zatímco hmota kterou vidíme tvoří jen pár (4 až 5) procent. "Zbývajících" asi 70 procent pak připadá na onu tajuplnou temnou energii, o níž již neřeknu ani slovo.

Důvod, proč jsou pro vyřešení problému podstaty temné hmoty tak zajímavé srážky protonů na LHC spočívá v tom, že fyzika elementárních částic má pro temnou hmotu jednoho žhavého kandidáta, zvaného neutralino. Tato, dosud jen hypotetická částice, patří do skupiny takzvaných supersymetrických částic, které by měly být v jistém, ale zde těžko vysvětlitelném, smyslu partnery všech základních částic dnešního standardního modelu mikrosvěta: leptonů a kvarků. Tyto částice ( neutralino aj. ) byly do teorie zavedeny primárně z matematických důvodů a žádná zatím nebyla nalezena, byť se po nich pátrá již 30 let. Možná, že neexistují, ale možná, že jsme je zatím neobjevili prostě proto, že jsou velmi těžké a pro jejich produkci je třeba velká energie. Z dosud provedených experimentů plyne, že musí být nejméně 50krát těžší než proton. Jedna z nich, ta nejllehčí, by měla být elektricky neutrální a mohla být právě onou částicí, jež tvoří temnou hmotu. Experimenty na LHC by měly být schopné tyto částice zaregistrovat, pokud nebudou těžší než asi tisíc hmotností protonů. Proto ten zájem kosmologů o LHC.

### Štěstí přeje připraveným

K tomu, aby bylo možné tak těžké částice vyrobit a také zaznamenat, bude ovšem třeba dosáhnout potřebné intenzity svazků a to chvíli potrvá. Nejméně do konce roku 2011, kdy skončí první etapa provozu LHC. Ten bude poté asi na rok uzavřen, aby byla dokončena jeho úprava nutná k tomu, aby bylo možno protony urychlovat až na plánovanou energii 7 TeV na svazek. Ale možná, že v té době objevíme něco, o čem dnes nemáme ani tušení. To by bylo nejhezčí a na to se těším. Nebylo by to ostatně poprvé, kdy se ukázalo, že štěstí přeje připraveným.

Jiří Chýla

---

**Proč to všechno děláme?** Protože chceme přijít na kloub tomu, z čeho je složena hmota ... detektory, které čekají na to, až dojde k nějaké zajímavé srážce, jež bude svědectvím o novém jevu ... Tyto částice ( neutralino aj. ) byly do teorie **zavedeny primárně z matematických důvodů** a žádná zatím nebyla nalezena, byť se po nich pátrá již 30 let. Možná, že neexistují, ale možná, že jsme je zatím neobjevili prostě proto, že jsou velmi těžké a pro jejich produkci je třeba velká energie. Z dosud provedených experimentů plyne, že musí být nejméně 50krát těžší než proton.

Pane profesore, já se pro komentář a svůj názor chytím jen jedné Vaší věty, cituji : „**Proč to všechno děláme?** Protože chceme přijít na kloub tomu, z čeho je složena hmota...“

Otázka první : Je vyloučeno **už na 100%**, že by došlo k omylu fyziků s onou nepochybností existence temné hmoty, temné energie ? Co potvrzuje „nepochybně“ fakta o její existenci ?  
Zadruhé : Lidé na Zemi vyrábí „umělou hmotu“, např. polyuretan a stovky dalších, většinou jsou to léky, a tyto hmoty doposud Vesmír nikde svou genezí vývoje nevyrobil, jen lidé intelektem. Chemické vzorce a vzorky jsou v Berlínské databance. Takže jste přesvědčen ??  
!!, že LHC, pokud najde „cosi těžkého“, že **to** už bude „věc“ už ve vesmíru existující ??, tj. věc reprezentující temnou hmotu a která byla vesmírem vyrobená evolučním vývojem, anebo by to mohla být taková „těžká“ částice-hmota, která ještě ve vesmíru neexistuje v paralele k těm „polyuretanům“ a dalším. Co když LHC najde „těžkou částici“, která bude umělým výtvozem ?, nikoliv artefaktem pro temnou hmotu ?! Jak budou vědci vědět „**na 100%**“, že objevili to, co „tam“ ve vesmíru už existuje, a není to jen „novovýrobek hmotový“ ?? →

[http://chyla.bigblogger.lidovky.cz/clanok\\_disk.asp?cl=131558](http://chyla.bigblogger.lidovky.cz/clanok_disk.asp?cl=131558)

JN, 02.04.2010