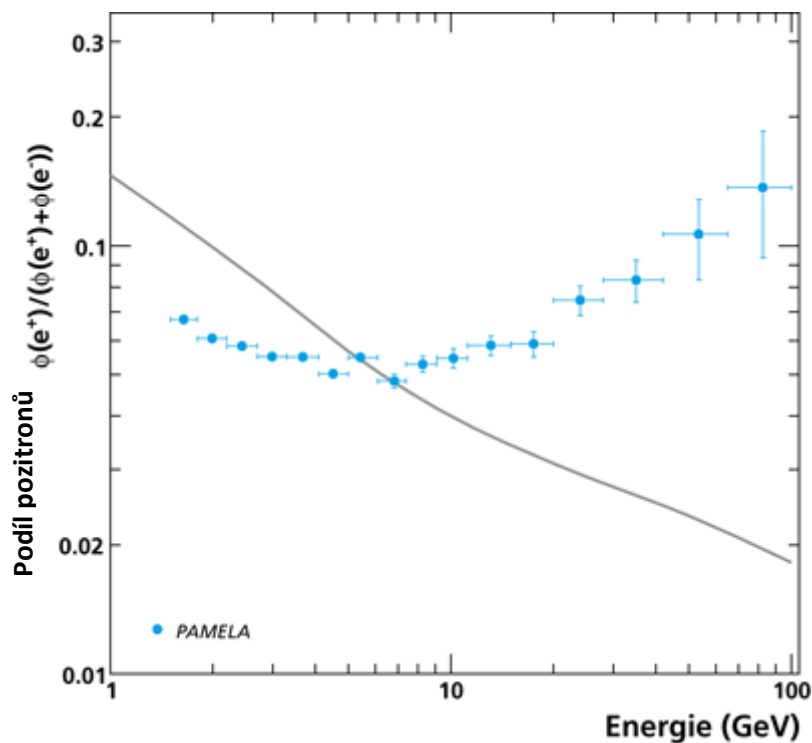


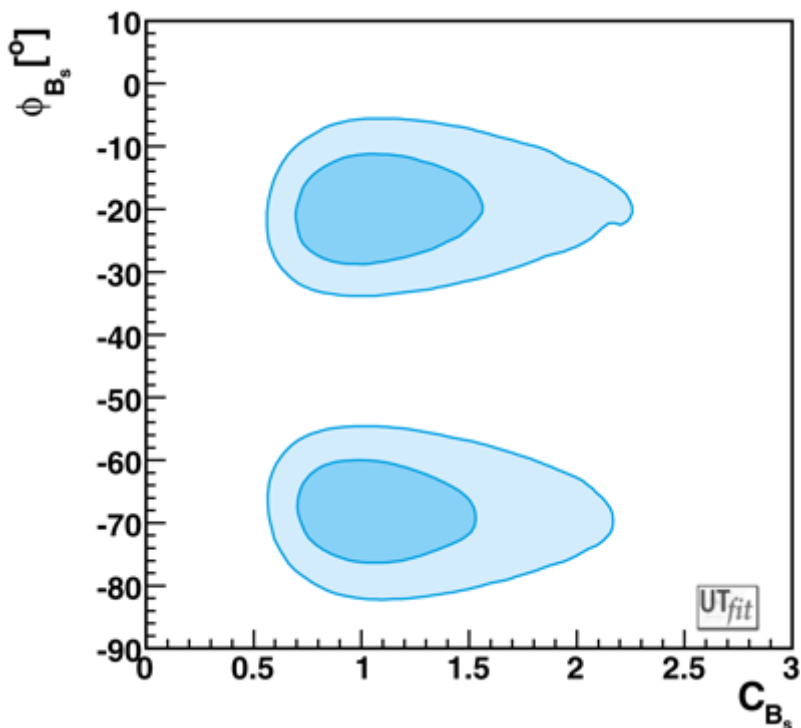
DAMA

Experiment DAMA se pokouší prokázat existenci temné hmoty, zatímco probíhají srážky mezi atomovými jádry a částicemi temné hmoty. V určitých materiálech je při takových srážkách uvolňováno scintilační světlo, které lze zesílit a následně načíst. Aby se předešlo totožným, kosmickým zářením způsobených signály, byl experiment sestaven v podzemní laboratoři. Podle názoru zúčastněných výzkumníků prokázala dlouholetá měření jednoznačně existenci temné hmoty (Bernabei 2008a). Samozřejmost spočívá v tom, že počet naměřených srážek, jak je znázorněno na obr. 1, vykazuje zřetelný roční výkyv. Tato obměna je možná způsobena tím, že v létě, když má Země vyšší relativní rychlost vůči Mléčné dráze, prochází detektorem více částic temné hmoty. Statistická příznačnost pozorovaného ročního výkyvu je skutečně velmi vysoká. Problém spočívá v tom, že v údajích konkurujících si experimentů, jež jsou schopny měřit toto roční obměňování, se nenachází žádná odpovídající upozornění. Možnost, že má temná hmota zcela zvláštní vlastnosti, které mohou být prokázány pouze experimentem DAMA, se stává čím dál tím nepravděpodobnější (Bernabei 2008b). Tím by mohla DAMA sdílet osud ostatních experimentů, čímž by mělo být učiněno údajné odhalení, které je však v rozporu s následujícími měřeními. Nehledě na tento kontroverzní výsledek, zůstaly dosud všechny ostatní pokusy přímo prokázat temnou hmotu marné.

Pamela a ATIC



Obr. 2: Porovnání podílů pozitronů naměřených sondou Pamela (modré datové body) s teoretickou předpovědí (černá linka). Pamela zohledňuje pouze sekundární tvorbu pozitronů srážkami kosmického záření s mezihvězdným plynem (z Adriani 2009). Odchylka při hlubokých energiích se odvodí z toho, že ve sluneční soustavě je spektrum energie kosmického záření ovlivněno slunečním větrem.



Obr. 3:

Oblasti pravděpodobnosti dvou parametrů, které popisují odchylku naměřených oscilací B_s vůči očekáváním standardního modelu (z Bona 2008). Opravdové hodnoty C_{B_s} a F_{B_s} leží s pravděpodobností 68 % v tmavých oblastech a s pravděpodobností 95 % ve světlých oblastech. Ve standardním modelu platí, že $C_{B_s} = 1$ a $F_{B_s} = 0$.

Koncem roku 2008 byly zveřejněny naměřené výsledky dvou experimentů, při kterých byl v kosmickém záření pozorován neočekávaný přebytek elektronů, respektive pozitronů. Na jedné straně se jedná o experiment ATIC, který referuje o přebytku elektronů s energií několika stovek GeV (Chang 2008), na straně druhé jde o experiment Pamela, který při energii od přibližně 10 GeV zjistil přítomnost více pozitronů, než se očekávalo, viz obr. 2 (Adriani 2009). Obě kolaborace ve svých zveřejněních výslovně poukazují na to, že by přebytky mohly být odvozeny od anihilace temné hmoty v našem bližším kosmickém prostředí. Na základě pozorovaných rotačních křivek galaxií se má za to, že každá galaxie včetně Mléčné dráhy je obklopena halovými jevy z temné hmoty. Při setkání dvou částic temné hmoty se podle povahy temné hmoty může stát, že se dané části za vzniku elektron-pozitronových párů vzájemně vyruší. Tím by existoval první negravitační důkaz temné hmoty a zároveň Nové fyziky. Každopádně jako zdroje vysoce energetických částic v obou případech připadají v úvahu také již známé astrofyzikální objekty, například pulsary (Profumo 2008). Proto nelze z výsledků nutně vyvozovat Novou fyziku. Přesto tyto výsledky vyvolaly nárůst publikací, jež uvažují, které částicové fyzikální modely by mohly nejlépe vysvětlit pozorované přebytky. Výsledky však dostačují pouze pro omezení některých volných parametrů v odlišných modelech.

Oscilace B_s

Další publikace z roku 2008, jejíž autoři vysvětlují, že našli důkazy pro Novou fyziku, se zabývají oscilací B_s (Bona 2008). Mezon B_s je elementární částicí, která se skládá z kvarku b a kvarku s . Tato částice se může díky částicovému fyzikálnímu procesu spontánně přeměnit na vlastní antičástici, která sestává z kvarku b a kvarku s . Jelikož je stejně tak možný opačný proces, vzniká mezi těmito oběma stavy nepřetržitá oscilace. Takový průběh oscilace mohl být poprvé pozorován v roce 2006 v urychlovači Tevatron v blízkosti Chicaga (Abulencia 2006). Následnými měřeními mohla být určena frekvence kmitavého pohybu, jejíž hodnota odpovídala očekáváním v rámci standardního modelu. Naproti teoretickým předpovědím standardního modelu však bylo zjištěno, že se mezon B_s a jeho antičástice při rozpadu na částici J/ψ a částici J nechovají totožně. V rámci standardního modelu se očekávalo, že se mezony B_s rozpadají alespoň velmi podobně, když už ne zcela totožně. Kombinace výsledků dvou experimentů v urychlovači Tevatron prokázala odchylku s více než trojnásobným odchýlením od standardu v rámci předpovědi standardního modelu (Bona 2008). Jak je patrné z obr. 3, naměřené výsledky se skutečně značně odchylojí od očekávané hodnoty. Další analýza dat nezávislou skupinou výzkumníků prokázala odchylku ještě o více než dvě odchylky od standardu (Deschamps 2008). Ukazuje se tedy jasné odchýlení od předpovědi standardního modelu, i když je příznačnost výsledků od obou skupin uvedena trochu odlišně. Budou nutná další měření, aby se zlepšila statistická příznačnost výsledků. Při interpretaci výsledků vyvstává níže popsáný problém, že na základě jednotlivých měření nemůže být jednoznačně vyvozeno určité rozšíření standardního modelu. Ačkoliv činí vyzorovaná odchylka některé modely nepravděpodobnými, o určitém rozšíření však nemůže být učiněno žádné rozhodnutí.

Shrnutí

Standardní model částicové fyziky etablovaný od 70. let nabízí i po více než třiceti letech nanejvýš přesný popis známých částicových fyzikálních fenoménů. Kromě v úvodu zmíněných oscilací neutrin neexistují zatím i přes intenzivní hledání žádné všeobecně akceptované odchylky, které by nám mohly poskytnout konkrétní poukazy na Novou fyziku. Velká očekávání budou kladena na částicový urychlovač LHC v CERNu v Ženevě, jehož kolizní energie je sedmkrát vyšší než energie dosavadního urychlovače. Tím by se dala přezkoušet část navrhovaného modelu k rozšíření standardního modelu částicové fyziky. Po incidentu na konci roku 2008 se každopádně uvedení do provozu zpozdí o další rok.

Pokud se nadále potvrdí diskutované výsledky nebo pokud by měly být známy další výsledky odchylojící se od standardního modelu, pak nebude jednoduché, moci tyto výsledky v kosmologii aplikovat. Jak ukazuje případ experimentu DAMA, bude vůči takovým výsledkům projevována značná skepse do té doby, než budou moci být potvrzeny nezávislou stranou. Další problém spočívá v tom, že je nutné rozhodnout, která nesčetná rozšíření standardního modelu správně popisují pozorované procesy. Je naprosto nutné očekávat, že různé teorie mohou vysvětlit jednotlivá měření. Teprve když by se teorie měla mnoha nezávislými experimenty ukázat pravdivou, může být s určitou mírou jistoty prohlášeno, do jaké míry tím budou zodpovězeny dosud nevysvětlené kosmologické otázky.

Hodnocení

Abychom mohli lépe zhodnotit závislost modelu Velkého třesku na Nové fyzice, je nutné se blíže podívat na existenci různých modelů k rozšíření standardního modelu částicové fyziky. Stejně jako standardní model spočívá na pevných základech i kvantová teorie pole. Standardní model přesahují do té míry, že požadují nové symetrie, jinými slovy nové částice a interakce. Tyto rozšířené teorie musí být natolik vyvinuty, aby jejich předpovědi neodporovaly dosud prováděným experimentům. Konkrétně to znamená, že například nově zavedené částice musejí být velmi těžké nebo velmi lehké, aby interagovaly s prozatím známými elementárními částicemi. Rozšíření standardního modelu zpravidla popisují procesy, které probíhají při vyšších než dnes dostupných energiích. Právě odsud vyplývá přirozené propojení s kosmologickým standardním modelem. Na základě pozorovaného kosmologického rozpínání se vychází z toho, že byl vesmír ve svém raném stádiu velmi horký, respektive velmi bohatý na energii. K popisu tohoto stavu je nutně zapotřebí fyziky mimo standardního modelu. Toto platí především pro výše popsanou problémovou oblast inflace a vzniku baryonové asymetrie, která se týká velmi raného stádia vesmíru. Potud již není neuvěřitelné, že je model velkého třesku odkázán na Novou fyziku. Protože požadované, vysoké energie časného vesmíru jsou v laboratoři stěží dosažitelné, dá se z toho vyvodit, že s modelem velkého třesku bude již stále spjat spekulativní charakter.

Hodnocení z pohledu biblické nauky o stvoření světa musí pro čtyři diskutovaná témata v první části vycházet rozdílně. Začneme s tématem inflace. Protože zpráva o stvoření naznačuje stvoření již vytvořenými strukturami ve vesmíru, je inflační fáze jako vysvětlení k původu zbytečná. I zmíněný problém horizontu nezastává stanovisko modelu o stvoření světa. Je zajímavé sledovat, jak je řešen problém, který v raném vesmíru vykazuje podobnost známé problematiky dráhy světla za určitý čas. V jednom případě je k dispozici příliš málo času k vyrovnání teplot mezi velmi vzdálenými oblastmi, v jiném případě chybí čas, aby světlo vzdálených galaxií dosáhlo Země. Téma skryté energie je těžší posoudit. Problematika se podrobuje standardnímu modelu na základě interpretace souvislostí mezi vzdáleností a rudým posuvem, stejně jako kosmickým reliktním zářením. Otázka, zda fenomén urychleného rozpínání vystupuje i v modelu o stvoření světa, by mohla být zodpovězena jen pomocí konkrétního modelu. Bohužel zatím neexistuje žádný dostatečně vypracovaný model, který by k tomu mohl být použit. Co se týká temné hmoty, existují upozornění na její existenci, která jsou, jak již bylo zmíněno, na určitém kosmologickém modelu nezávislá. Proto by zastánci modelu o stvoření světa měli být otevřeni tomu, že existuje více hmoty, než mohlo být dosud přímo pozorováno. Na rozdíl od modelu velkého třesku však neexistují argumenty, jež by vymezovaly horní hranici podílu baryonové hmoty. Pozorovaná dominance hmoty představuje stejně jako problém optického izomeru v biologii typickou nesnáz naturalistického pokusu o vysvětlení, která se v modelu o stvoření světa vysvětluje jako počáteční podmínka pro stvoření logickým způsobem.

Doslov

Záměrem tohoto článku není zpochybňovat existenci Nové fyziky. To by se zhruba rovnalo tvrzení, že naše dnešní vědění na poli částicové fyziky je úplné a že v budoucnosti nelze očekávat žádné další objevy. Navíc by mělo být ukázáno, jak silně je kosmologický model odkázán na doposud neověřenou fyziku. Přes mnohé nové astronomické a kosmologické poznatky, které by v současnosti měly umožňovat kosmologii přesnosti, je mnoho zásadních otázek doposud nezodpovězeno. Tuto skutečnost by měli brát v potaz i zástupci

kosmologického standardního modelu, aby od alternativních modelů nepožadovali více, než si jejich model může dovolit.

Poděkování: Srdečné poděkování za hodnotné odborné a jazykové rady patří Christianu Knobelovi, Reinhardu Junkerovi a Tobiasi Holderovi.