

Cyklický model kosmu a řešení problému kosmologické konstanty

Oldřich Klimánek 2.06.2006

Fyzici Neil Turok a Paul Steinhardt přišli s nápadem, jak vyřešit jednu z nejožehavějších otázek kosmologie, problém kosmologické konstanty. Využili k tomu cyklický model kosmu, model, jenž byl stejnými fyziky vytvořen vcelku nedávno v rámci teorie superstrun/M-teorie. Je ale kontroverzní; předpokládá existenci času před Velkým třeskem, stáří kosmu je podle něj větší než 14 miliard let a vesmír prochází opakujícími se cykly velkých třesků a velkých křachů.

Kosmologická konstanta (označována velkým řeckým písmenem lambda) byla do rovnic obecné teorie relativity prvně zavedena Einsteinem v roce 1917, aby zabránila vesmíru se rozpínat (řešení Einsteinových rovnic jasně ukazovala, že vesmír se buď rozpíná, nebo smršťuje, ovšem dogmatem tehdejší doby bylo, že vesmír je statický). Později astronomickými pozorováními Edwin Hubble dokázal, že vesmír se skutečně rozpíná, což Einsteina přimělo nazvat kosmologickou konstantu svým "největším vědeckým omylem". Když vědci v roce 1998 poprvé velikost kosmologické konstanty změřili, zjistili, že její hodnota je malá a kladná - což ukazuje, že rozpínání vesmíru zrychluje.

Nicméně zůstává nejasné, proč tato hodnota zaostává za hodnotou očekávanou podle "standardní" teorie Velkého třesku o neuvěřitelných 120 řádů. Řešení této záhady patří k nejdůležitějším otázkám současné kosmologie.

Fyzici navrhli několik teorií, jimiž se snaží objasnit, proč je kosmologická konstanta tak malá. Podle jedné z nich, která však není teorií jako takovou a říká se jí "antropický princip", je hodnota kosmologické konstanty zrovna taková, aby dovolila vzniknout nám a my se tak mohli ptát, proč je taková, jaká je. Další alternativa antropické selekce, opírající se o inflační "multivesmírnou" hypotézu (podle níž je náš kosmos jen jednou "bublinou" mezi "bublinami" bezpočtu dalších vesmírů), říká, že hodnota kosmologické konstanty se v každé z bublin liší, přičemž právě v našem kosmu je její hodnota vhodná ke vzniku inteligentního života. Tyto principy antropické selekce mají logicky spousty odpůrců, protože by bylo mnohem lepší, kdyby fyzici byli schopni vypočítat kosmologickou konstantu ze základních principů.

Předpokladem teorie Steinhardta a Turoka je, že žijeme v cyklickém kosmu, v němž jeden cyklus od Velkého třesku k Velkému křachu trvá zhruba bilion let. Vyžaduje existenci dlouhé posloupnosti vakuových stavů, v nichž se kosmologická konstanta po malých krocích mění; na počátku je kosmologická konstanta velká a kladná a poté seskakuje k nižším hodnotám.

Každý seskok trvá déle než předchozí, takže celý kosmos tráví mnohem více času ve stavech s menší kosmologickou konstantou (jako třeba v současnosti). Poslední seskok k záporné hodnotě ukončuje cyklické chování vesmíru a kosmos končí Velkým křachem.

Ačkoliv podobný model vyvinul v osmdesátých letech Larry Abbot, z jeho práce vyplynulo, že sestup k nižším hodnotám kosmologické konstanty trval natolik dlouho, že všechna hmota ve vesmíru se během té doby rozptýlila natolik, že vesmír zcela zpuštěl. Steinhardt a Turok tuto trhlinu opravili tak, že propojili Abbotův model se svým cyklickým modelem. Rozdíl je teď takový, že vysoká hustota hmoty na počátku každého cyklu zaručí, že vesmír nikdy prázdný není.

"Navrhli jsme mechanismus, v němž teorie superstrun/M-teorie (dnes nejjednodušší teorie kvantové gravitace) dovoluje vesmíru projít Velkým třeskem," říká Turok. "Avšak je potřeba další teoretické práce, abychom se dozvěděli, zda náš návrh je zcela konzistentní."

Možná vás zajímá, zda tato kontroverzní teorie bude experimentálně ověřitelná. Odpověď zní ano. Fyzici dlouho vědí, že chvíli po Velkém třesku se vesmír prudce rozfouknul, prošel inflací, která zaplnila vesmír tzv. prvotními gravitačními vlnami. V současnosti existuje spousta projektů kladoucích si za cíl tyto vlny detekovat. Nicméně gravitační vlny vzniklé v Steinhardtově-Turokově modelu jsou příliš slabé na to, aby je bylo možné detekovat (rozkuchy časoprostoru jsou prostě slaboučké). Takže nalezneme-li tyto gravitační vlny v příštích letech, jejich teorie tím bude vyloučena.

Pokud jste nikdy neslyšeli o Steinhardtově-Turokově modelu, tak ten se od jiných, starších cyklických modelů značně liší. Předchozí modely založené čistě na obecné teorii relativity představovaly řešení rovnic odpovídající vesmíru, který z období rozpínání přechází do éry smršťování, zkolabuje do malinké velikosti, znovu se "odrazí" a opětovně se začne rozpínat. Tento jednoduchý model původně ve 30. letech 20. století předložil Richard Tolman. Ten a podobné cyklické modely se však setkaly s řadou problémů, a dokonce je možné ukázat, že takové vesmíry, zdánlivě bez časového počátku, počátek stejně mají.

Steinhardtův-Turokův model je zcela jiný, protože byl vytvořen v kontextu teorie superstrun/M-teorie. Náš vesmír je zde tzv. bránovým světem, trojbránou neboli trojrozměrnou bránou, vznášející se ve vícerozměrném časoprostorovém moři. V jejich modelu v naší blízkosti existuje další paralelní trojbrána, jiný vesmír, se kterým se zhruba jednou za bilion let srážíme. Právě kolize tohoto páru trojbrán odpovídá Velkému třesku.

Více o cyklických modelech a speciálně také o Steinhardtově-Turokově modelu naleznete v knize Briana Greena Struktura vesmíru (Paseka, 2006), 13. kapitola Vesmír na bráně a také 14. kapitola Vzhůru k nebesům a dolů k Zemi.

Cyklický model kosmu a řešení problému kosmologické konstanty

Oldřich Klimánek 2.06.2006

Fyzici Neil Turok a Paul Steinhardt **přišli s nápadem**, jak vyřešit jednu z nejožehavějších otázek kosmologie, problém kosmologické konstanty. Mírně se pozastavuji nad tím, že fyzikové už řeší desítkami návrhu jak „rozřešit“ kosmologickou konstantu a přitom nemají ještě observační poznatky bezchybné a stoprocentní...proč? Využili k tomu cyklický model kosmu, model, jenž byl stejnými fyziky vytvořen vcelku nedávno v rámci teorie superstrun/M-teorie. Je ale kontroverzní; **předpokládá existenci času před Velkým třeskem**, stáří kosmu je podle něj větší než 14 miliard let a vesmír prochází opakujícími se cykly velkých třesků a velkých krachů. Kdyby to řekl Navrátil, určitě by byl podle Petráska pavědcem co utekl z Bohnic

Kosmologická konstanta (označována velkým řeckým písmenem lambda) byla do rovnic obecné teorie relativity prvně zavedena Einsteinem v roce 1917, aby zabránila vesmíru se rozpínat (řešení Einsteinových rovnic jasně ukazovala, že vesmír se buď rozpíná, nebo smršťuje, ovšem dogmatem tehdejší doby bylo, že vesmír je statický). Později astronomickými pozorováními Edwin Hubble dokázal, že vesmír se skutečně rozpíná, což Einsteina přimělo nazvat kosmologickou konstantu svým "největším vědeckým omylem". Když vědci v roce 1998 poprvé velikost kosmologické konstanty změřili, ?? spíš změřili „jev“ s chybami-odchylkami z nedokonalosti měření a měřicí techniky zjistili,

že její hodnota je malá a kladná - což ukazuje, že rozpínání vesmíru zrychluje. To je vadný výklad kladného „lambda“. Kladné lambda bude i tehdy když se rozpínání bude zpomalovat.

Nicméně zůstává nejasné, proč tato hodnota zaostává za hodnotou očekávanou podle "standardní" teorie Velkého třesku o neuvěřitelných 120 řádů. Řešení této záhady patří k nejdůležitějším otázkám současné kosmologie. Objasnění, kterému se kosmologie brání zuby nehty, je jednoduché : vesmír je prostě plochý principiálně. A tedy je v parabolické rovnováze a tedy je "lambda" = 0. A tak by to měli vědci zkoumat tímto směrem. ... jim se více líbí navrhnout desítky krkolomných „zajímavých“ řešení.

Fyzici navrhli několik teorií, jimiž se snaží objasnit, proč je kosmologická konstanta tak malá. Ale nenavrhli ani jednu proč je a musí být nulová. Podle jedné z nich, která však není teorií jako takovou a říká se jí "antropický princip", je hodnota kosmologické konstanty zrovna taková, aby dovolila vzniknout nám a my se tak mohli ptát, proč je taková, jaká je. a ona je po každém novém měření jiná, takže je s jinou hodnotou (vždy po jiném experimentu) i „jiný ten antropický princip“, anebo... je stejný ikdyby byla K.K. jakákoliv, že ? Takže tudy cesta nevede. Další alternativa antropické selekce, opírající se o inflační "multivesmírnou" hypotézu (podle níž je náš kosmos jen jednou "bublinou" mezi "bublinami" bezpočtu dalších vesmírů), to je stejně kvalitní pohádka jako moje HDV říká, že hodnota kosmologické konstanty se v každé z bublin liší, přičemž právě v našem kosmu je její hodnota vhodná ke vzniku inteligentního života. Tyto principy antropické selekce mají logicky spousty odpůrců, (slušných a inteligentních odpůrců co na snílky neflusají odporná hanobení a neposílají snílky do Bohnic) protože by bylo mnohem lepší, kdyby fyzici byli schopni vypočíst kosmologickou konstantu ze základních principů. O.K.

Předpokladem teorie Steinhardta a Turoka je, že žijeme v cyklickém kosmu, v němž jeden cyklus od Velkého třesku k Velkému křachu trvá zhruba bilion let. Vyžaduje existenci dlouhé posloupnosti vakuových stavů, v nichž se kosmologická konstanta po malých krocích mění; na počátku je kosmologická konstanta velká a kladná a poté seskakuje k nižším hodnotám.

Každý seskok trvá déle než předchozí, takže celý kosmos tráví mnohem více času ve stavech s menší kosmologickou konstantou (jako třeba v současnosti). Poslední seskok k záporné hodnotě ukončuje cyklické chování vesmíru a kosmos končí Velkým křachem.

Ačkoliv podobný model vyvinul v osmdesátých letech Larry Abbot, z jeho práce vyplynulo, že sestup k nižším hodnotám kosmologické konstanty trval natolik dlouho, že všechna hmota ve vesmíru se během té doby rozptýlila natolik, že vesmír zcela zpuštěl. Steinhardt a Turok tuto trhlinu opravili tak, že propojili Abbotův model se svým cyklickým modelem. Rozdíl je teď takový, že vysoká hustota hmoty na počátku každého cyklu zaručí, že vesmír nikdy prázdný není.

"Navrhli jsme mechanismus, v němž teorie superstrun/M-teorie (dnes nejjednodušší teorie kvantové gravitace) dovoluje vesmíru projít Velkým třeskem," říká Turok. "Avšak je potřeba další teoretické práce, abychom se dozvěděli, zda náš návrh je zcela konzistentní."

Čili stále a stále jen spekulace a návrhy a hádání a vize a nápady...pro které mají právo jen vyvolení, ostatní mají právo držet hubu anebo odejít do Bohnic zavčas.

Možná vás zajímá, zda tato kontroverzní teorie bude experimentálně ověřitelná. Odpověď zní ano. Fyzici dlouho vědí, že chvíli po Velkém třesku se vesmír prudce rozfouknul, prošel inflací, která zaplnila vesmír tzv. prvotními gravitačními vlnami. V současnosti existuje spousta projektů kladoucích si za cíl tyto vlny detekovat. Nicméně gravitační vlny vzniklé v Steinhardtově-Turokově modelu jsou příliš slabé na to, aby je bylo možné detekovat (rozruchy časoprostoru jsou prostě slaboučké). Takže nalezneme-li tyto gravitační vlny v příštích letech, jejich teorie tím bude vyloučena.

Pokud jste nikdy neslyšeli o Steinhardtově-Turokově modelu, tak ten se od jiných, starších cyklických modelů značně liší. Předchozí modely založené čistě na obecné teorii relativity představovaly řešení

rovnic odpovídající vesmíru, který z období rozpínání přechází do éry smršťování, zkolabuje do malinké velikosti, znovu se "odrazí" a opětovně se začne rozpínat. Tento jednoduchý model původně ve 30. letech 20. století předložil Richard Tolman. Ten a podobné cyklické modely se však setkaly s řadou problémů... pro něž byli autoři poflusáni a posláni do Bohnic... a dokonce je možné ukázat, že takové vesmíry, zdánlivě bez časového počátku, počátek stejně mají.

Steinhardtův-Turokův model je zcela jiný, protože byl vytvořen v kontextu teorie superstrun/M-teorie. Náš vesmír je zde tzv. bránovým světem, trojbránou neboli trojrozměrnou bránou, vznášející se ve vícerozměrném časoprostorovém moři. V jejich modelu v naší blízkosti existuje další paralelní trojbrána, jiný vesmír, se kterým se zhruba jednou za bilion let srážíme. Právě kolize tohoto páru trojbrán odpovídá Velkému třesku. kolik má věda naplánováno vymyslet „modelů“ každý rok ? něk jim ty spekulace dou pomalu...

Více o cyklických modelech a speciálně také o Steinhardtově-Turokově modelu naleznete v knize Briana Greena Struktura vesmíru (Paseka, 2006), 13. kapitola Vesmír na bráně a také 14. kapitola Vzhůru k nebesům a dolů k Zemi.