

Životopis vesmíru

POŘAD PRO PLANETÁRIUM, O VZNIKU A VÝVOJI VESMÍRU
TOMÁŠ GRÁF

text	hudba	diapozitivy	video	planetárium
<p>Každý z vás se už někdy pokoušel napsat svůj životopis. Kdo právě rezolutně prohlašuje, že to není pravda, ať si vzpomene na slohová cvičení. Je to přece jedna z ustálených slohových forem s pevnými pravidly. Leda, že by v těch hodinách právě chyběl....</p> <p>(pauza 3 sec)</p> <p>Správný životopis musí obsahovat vaše jméno, datum a místo narození a také chronologickou řadu podstatných událostí, jež vás v životě potkaly. Řeknete si: „Brnkačka!“ a budete mít pravdu. Vždyť napsat životopis je záležitost tak na půl hodinky! Ovšem napadlo vás někdy, jak by asi vypadal životopis nějakého stromu nebo hory? A co teprve životopis naší planety, to by bylo popsáno papíru! Já vám ale říkám, že to je pořád brnkačka. Je to úplné nic proti tomu, oč se budeme spolu snažit v následujících minutách. Pokusíme se totiž o životopis vesmíru!</p> <p>(pauza 3 sec)</p> <p>Takže jméno: Vesmír. Výborně, tak to bychom měli. Co nás bude zajímat dál? Datum narození Hmm, první potíž. Víte někdo, kdy se narodil vesmír? I kdyby tady v sále seděli všichni lidé z celého světa, nedočkal bych se kladné pravdivé odpovědi. Opravdu to zatím nikdo na světě neví. Abychom byli přesní, nikdo to neví přesně. Vesmír se narodil zhruba před patnácti miliardami let. Mohlo to být ale také o nějakou tu miliardu let dříve nebo později. Dokonce jsou tací, kteří by se s vámi do krve hádali, že vesmír je tu odjakživa, že existuje stále. Co s tím? No nic, půjdeme dále. Místo narození. Kde se vesmír narodil? Mohlo to být klidně u vás doma! Nebo tady u nás, v planetáriu, jenže stejně tak se zrození vesmíru mohlo odehrát i v jiné galaxii. Ano, je tomu skutečně tak, každý z nás si může po příchodu domů</p>				

přípevnit na dveře pamětní štítek, kde bude stát: „Zde se narodil vesmír“. A nikdo z nás nebude lhát! Vesmír vznikl všude, kam dohlédneme! Tak to je přinejmenším podivné.

A teď údaje o rodině. Je vesmír jedináček, nebo má také sourozence? A kdo jsou jeho rodiče? Má vůbec nějaké, anebo je sirotkem? Nevíme, prostě vůbec nevíme, odkud se ten vesmír vlastně vzal. A jeho porodní váha? Taky neznámá. Patrně byla nepředstavitelně veliká. Možná tak veliká, jako je hmotnost dnešního vesmíru. Možná. Ale my ani tu dnešní hmotnost neznáme. Neznáme a nevíme spoustu věcí. A má vesmír nějaké hranice? Začíná někde a končí někde? Těžko říct. Možná ano, možná ne. Kdo ví! Kdo ví, co je to prostor, čas, hmota, a jak jsou tyto veličiny provázány? Kdo ví, zdali při zrození vesmíru platily stejné zákony, jako platí dnes? Kdo ví!?

Těch zapeklitých otázek je najednou příliš mnoho. Poklidné psaní životopisu se nám před očima mění v tajemnou detektivku!

Sice bez zločinu i pachatele, ale zato plnou nejasností, záhad, logických dedukcí a intuitivních rozhodování....

Budeme pátrat po obecných vlastnostech, které vesmír má. A také po hlavních událostech, které vesmír prožil.

A tak stejně jako v detektivním příběhu také při vyšetřování záhad spojených s vesmírem začneme s hledáním stop přímo na místě činu. Budeme se tedy nejdříve zabývat tím, jak vypadá vesmír dnes, a to nás snad dovede k osvětlení toho, jak se vesmír vyvíjel v minulosti.

(pauza 3 sec)

Z toho, co jsme o vesmíru doposud zjistili, vyplývá, že veškerá hmota v něm obsažená je složena z pouhých šestnácti druhů elementárních částic, mezi kterými působí čtyři druhy sil. Je to síla elektromagnetická, slabá, silná a gravitační. Silná i slabá interakce má velmi krátký dosah a projevuje se pouze ve vzdálenostech na úrovni rozměrů atomového jádra.

(pauza 3 sec)

Zato gravitační i elektromagnetická interakce mají daleký dosah. Elektromagnetickou silou však na sebe mohou působit pouze tělesa s nenulovým elektrickým nábojem. A taková tělesa se ve vesmíru vyskytují jen velice vzácně. Jedinou všudypřítomnou interakcí ve vesmíru tak zůstává gravitace. Ta nevyžaduje žádnou další vlastnost dané částice nežli hmotnost větší než nula. Má-li těleso určitou hmotnost, pak působí na své okolí gravitační silou.

Hurá, naše pátrání přináší první výsledky! Máme první stopu: gravitaci. Její vlastnosti nás snad přivedou k tomu správnému životopisu vesmíru! Co o gravitaci vlastně víme?

(pauza 3 sec)

Teprve na přelomu sedmnáctého a osmnáctého století se Newtonovi podařilo popsat gravitační působení poměrně jednoduchým fyzikálním zákonem. Pro většinu praktických aplikací je Newtonův gravitační zákon dostačující.

Ale již v průběhu 19. století fyzikové zjistili, že nepopisuje gravitaci zcela dokonale. Na počátku 20. století Albert Einstein zformuloval novou teorii gravitace, která je známá jako obecná teorie relativity. Není popřením Newtonovy teorie, ale upřesňuje ji a rozšiřuje. Newtonův popis v sobě obsahuje jako speciální případ, který platí jen pro slabá gravitační pole.

(pauza 5 sec)

Nyní je už skutečně nejvyšší čas zanechat akademických odboček. Popíšeme si podrobněji přímo „místo činu“ čili dnešní podobu vesmíru.

Hmota tvořená elementárními částicemi vyplňuje nám známý vesmír. Částice nejsou samostatné. S pomocí dříve zmíněných interakcí vytvářejí složitější struktury. Silná a slabá interakce umožňuje vznik elementárních částic, jako jsou protony, neutrony a elektrony, případně celých atomových jader. Působení sil elektromagnetických dovoluje vznik atomů a molekul.

Pomiňme pro tuto chvíli strukturu mikrosvěta. Začněme u těles, při jejichž formování už hraje rozhodující roli gravitace. Lze ukázat, že pro jakékoliv pevné těleso začnou gravitační síly převládat nad silami elektromagnetickými při rozměrech nad 500

<p>kilometrů. Těleso pak vlivem vlastní gravitace začne zaujímat přibližně kulový tvar. Tak lze vysvětlit nejen tvar hvězd a planet, ale také vzhled kulových hvězdokup a řady dalších objektů.</p> <p>Bez jakékoliv nadsázky můžeme říci, že vznik a vývoj hvězd je plně v rukou gravitace. Hmotnost hvězd určuje jejich životní osudy.</p> <p>Hvězdy o hmotnosti našeho Slunce skončí svůj život jako stabilní, husté a pomalu chladnoucí objekty o rozměrech srovnatelných s velikostí naší Země, ale s původní velkou hmotností. Takovým hvězdám na sklonku svého života říkáme bílí trpaslíci. Postupně během desítek miliard let zcela vychladnou a změní se v černé trpaslíky. Přestože bílých trpaslíků ve vesmíru pozorujeme celou řadu, patrně vesmír není ještě dost starý na to, aby některý z nich stačil vychladnout a stát se černým trpaslíkem.</p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p><i>Mezi nejznámější bílé trpaslíky, které můžeme pozorovat z našich zeměpisných šířek, patří Sírius B. Měl by být spatřitelný již malým dalekohledem. Jenže je velmi blízko nejjasnější hvězdy naší noční oblohy Síria, a tak k jeho spatření potřebujeme dalekohled středního průměru.</i></p> <p><i>Soustava Síria je vzdálena asi 9 světelných let od Slunce. To je také ten hlavní důvod, proč jsou obě hvězdy soustavy tak jasné.</i></p> <p><i>Na zimní obloze najdeme ještě jeden obdobný případ. Je jím Prokyon ze souhvězdí Malého psa. Také v jeho soustavě se nalézá bílý trpaslík označovaný jako Prokyon B.</i></p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p>Hmotnější hvězdy, než je Slunce, projdou zpočátku obdobným vývojem, ale jejich hmotnost je natolik velká, že se gravitační smršťování nezastaví na poloměru bílého trpaslíka a pokračuje ještě dále.</p> <p>Gravitací jsou elektrony vtlačeny do jader, kde se reakcí s protony změní v neutrony. Vznikne tak gigantické „neutronové jádro“ o hmotnosti asi dvou Sluncí a poloměru několika kilometrů. Takový objekt nazývají astronomové neutronovou hvězdou.</p>				
---	--	--	--	--

<p>Hustota je nepředstavitelně vysoká! Centimetr krychlový neutronové látky by v pozemských podmínkách vážil mnoho miliónů tun.</p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p><i>Cesta k objevu neutronových hvězd byla složitější. Vedla přes objev pulsarů. To jsou zdroje periodických záblesků rádiového nebo rentgenového záření. Pokud pozemský pozorovatel nestojí velmi úzce směřovanému záblesku v cestě, nemá šanci se o existenci pulsaru dozvědět. Protože perioda záblesků řady pulsarů je na úrovni milisekund, dá se vyvodit, že tak rychle rotující těleso musí být nesmírně kompaktní, jinak by se dávno rozpadlo vlivem odstředivých sil.</i></p> <p><i>Dnes již můžeme považovat za prokázané, že za tajemnými pulsary se skrývají neutronové hvězdy a jejich mimořádně silná magnetická pole, která záření směřují do úzkých kuželů ve směru rotační osy pulsaru.</i></p> <p><i>Kromě toho se v minulých letech podařila už i přímá optická pozorování neutronových hvězd.</i></p> <p><i>Asi nejznámějším objektem, který skrývá ve svém středu neutronovou hvězdu – pulsar, je Krabí mlhovina. Nalezneme ji v souhvězdí Býka poblíž této hvězdy.</i></p> <p>(pauza 3 sec)</p> <p><i>Ačkoliv je vzdálená více než šest a půl tisíce světelných roků, je dostatečně jasná na to, abychom ji mohli pozorovat již středním dalekohledem. Jedná se o pozůstatek po výbuchu supernovy v roce 1054.</i></p> <p>(pauza 3 sec)</p> <p><i>Rozpínající se svrchní vrstvy původní hvězdy vytvořily mlhovinu připomínající svým vzhledem kraba. Neutronová hvězda – pulsar - je však skryta uprostřed mlhoviny a projevuje se především záblesky v rádiovém i rentgenovém oboru spektra s frekvencí třiceti pulsů za sekundu.</i></p>				
---	--	--	--	--

<p>(pauza 10 sec)</p> <p>Ale to zdaleka není vše, co gravitace dovede. Patrně nejpodivuhodnějším objektem jsou černé díry. Jako černá díra skončí svůj život jen nepatrná část velmi hmotných hvězd. Musí se jednat o tak hmotné těleso, že žádná síla nedokáže zastavit gravitační hroucení takřka do jednoho bodu. Ovšem gravitační pole zůstane zachováno, podstatně se změní jen jeho charakteristiky.</p> <p>V okolí černé díry dosahuje intenzita gravitačního pole takových hodnot, že z něj neunikne ani světlo, ani jiné elektromagnetické záření. Černé díry lze považovat za tělesa, která prakticky nezáří. Už z principu tedy nelze podat přímý pozorovací důkaz o existenci černých děr. Ale pokud se černá díra nalézá ve dvojhvězdných systémech, odehrává se v jejím těsném okolí řada pozorovatelných jevů, jež jsou typické výhradně pro černé díry. Taková pozorování mohou posloužit jako nepřímý, ale stejně pádný důkaz existence černých děr.</p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p><i>Kandidátů na černou díru je celá řada. Ale zvolme opět toho nejpobulárnějšího. Je jím zdroj rentgenového záření s označením Cyg X-1.</i></p> <p><i>Jak naznačuje zkratka v jeho názvu, nachází se v souhvězdí Labutě, která je typická pro letní oblohu a prochází jí Mléčná dráha.</i></p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p><i>Poloha zdroje se shoduje se spektroskopickou dvojhvězdou HDE 226868 (to není telefonní číslo, ale nepřiliš poetické jméno této dvojhvězdy). Z dvojhvězdy je viditelná přímo pouze její hmotnější složka. Ovšem ze vzhladu spektra lze vypočítat i hmotnost neviditelné složky. A ta v tomto případě vychází velmi značná, osmkrát větší, než je hmotnost Slunce!</i></p> <p><i>To je přiliš jak na bílého trpaslíka, tak na neutronovou hvězdu!</i></p> <p><i>Jedná se s největší pravděpodobností o černou díru.</i></p> <p>(pauza 10 sec)</p>				
---	--	--	--	--

<p>Uufff..., to jsme se zdrželi. Co nám ale může gravitace nabídnout ke zdárnému dosažení našeho hlavního cíle, k sepsání životopisu vesmíru? Asi nás bude nejvíce zajímat, jak utváří gravitace strukturu vesmíru ve větších měřítcích.</p> <p>Hvězdy, hvězdokupy a mezihvězdná látka vytvářejí dohromady gigantické „hvězdné ostrovy“, kterým říkáme galaxie. Průměrná galaxie obsahuje více než 150 miliard hvězd. Je to jen průměrné číslo, vždyť jsou pozorovány jak trpasličí galaxie s pouhými desítkami miliard členů, tak galaktičtí otesánci s pěti i s více stovkami miliard hvězd. Malé galaxie jsou však mnohem početnější než ty gigantické. Astronomové odhadují celkový počet doposud pozorovaných galaxií všech typů na 100 miliard!</p> <p>Ale pro nás, kteří se snažíme vypátrat podklady pro sepsání životopisu vesmíru, jsou galaxie jen základními cihličkami, ze kterých je „postaven“ vesmír. Ba ještě méně, jsou to pouhá zrnka písku vesmírného pískoviště. A takové pískoviště z galaxií by bylo více než kypré! Vždyť mezi dvěma zrnky písku by byla vzdálenost přesahující jeden centimetr.</p> <p>Větší struktury tvořené galaxiemi se nazývají skupiny galaxií. Ty pak tvoří kupy galaxií a předpokládá se existence ještě vyšších struktur, jež jsou označovány jako nadkupy galaxií. Zdá se, že i tyto nadkupy se dále seskupují do jakýchsi gigantických stěn nebo útvarů podobných včelím plástvím.</p> <p>Ale jak už to u detektivů bývá, nemáme na růžích ustláno! Pokud chceme napsat životopis vesmíru jako celku, nemůžeme nic ověřovat v laboratořích. Musíme se spolehnout pouze na astronomická pozorování. Ta, jako jediná, mohou prověřit pravdivost našich pracovních hypotéz.</p> <p>Co nás čeká při dalším pátrání? Budeme se snažit odhalit a pochopit strukturu vesmíru jako jediného gigantického celku. Na základě znalostí této struktury se pokusíme zkoumat vývoj vesmíru v čase.</p> <p>A to je úkol hodný Sherlocka Holmese!</p>				
---	--	--	--	--

<p>Je to asi jako když najdeme ležet na chodníku jediný psí chlup a snažíme se zrekonstruovat pouze na základě zkoumání toho chlupu nejen to, jak ten pes vypadá a komu patří, ale i jeho rodokmen a také to, jak asi svůj psí život skončí.</p> <p>Jenže při vši té bídě máme i trochu štěstí. Ukazuje se totiž, že máme dost dobrých důvodů považovat vesmír za jednodušší systém, než je zmíněný pes.</p> <p>Už jsme vypátrali, že struktura i vývoj vesmíru jsou dány gravitačním působením (s výjimkou počátečních vývojových stadií). Navíc můžeme použít další účinnou zbraň: principy! Že nevíte, oč běží? Momentíček, už to bude ...</p> <p>Některé oprávněné, ale exaktně nedokazatelné předpoklady se nazývají principy. Mezi takové patří i kosmologický princip. Podle něj se vesmír z každého místa a ve všech směrech jeví pozorovateli stejně. Jinými slovy: ve velmi velkém měřítku je možné považovat vesmír za homogenní a isotropní.</p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p>Zatímco si tady pěkně teoretizujeme a naše ohledání místa činu přináší první výsledky, nemůžeme se zbavit pocitu, že není vše v pořádku. Něco nám stále schází! Chybí nám hmota! Množství hmoty v současném vesmíru je totiž naší druhou hlavní stopou vedoucí k rozluštění případu.</p> <p>Problém skryté hmoty (<i>nečíst !!!, objeví se na titulku</i>)</p> <p>Hmotnost veškeré látky ve vesmíru je základním parametrem gravitačního působení. Má tak pod pantoflem nejen současný vzhled vesmíru, ale také jeho historii a budoucnost.</p> <p>Vědci se pokusili určit hmotnost jednotlivých pozorovaných galaxií. Nejprve použili metodu zjednodušeně pojmenovatelnou „ spočítej a násob“. Odhadli množství hvězd a dalších objektů v galaxii a toto číslo násobili průměrnou hmotností jednotlivých objektů.</p> <p>Jiná, důmyslnější metoda, můžeme ji říkat „měř a odvod“, je založena na odvození hmotnosti galaxie jako celku z charakteru její rotace. Asi každý by předpokládal, že obě metody musí vést ke zhruba stejnému výsledku. Omyl! Představte si, že hmotnost</p>				
---	--	--	--	--

odvozená z rotace galaxií většinou vychází asi 100x větší, než je hmotnost všech zářících objektů v galaxiích obsažených! Na tento skandální výsledek už si kosmologové dávno zvykli, začali jej elegantně nazývat problémem skryté neboli temné hmoty.

Čím je skrytá hmota tvořena?

Z přesnějších rozborů vyplynulo, že je tvořena dvěma složkami, jednu tvoří objekty rozptýlené rovnoměrně v galaxiích, přičemž v mezigalaktickém prostoru zastoupeny nejsou. Druhý typ pak tvoří nezářící objekty, které jsou rozptýleny docela rovnoměrně v galaxiích i v mezigalaktickém prostoru, zkrátka v celém vesmíru.

Skrytá hmota může být tvořena množstvím malých hmotných těles velikosti planet. Současné detektory tepelného záření totiž nedokáží tak chladná tělesa nalézt. Proto se několik vědeckých skupin snaží potvrdit existenci a zjistit početnost této skupiny těles alespoň důmyslnými nepřímými metodami. Docela dobře však lze vysvětlit problém chybějící hmoty existencí obrovského počtu zatím neznámých elementárních částic, které s ostatní látkou ve vesmíru interagují velmi zřídka. Jedná se o částice podobné neutrinům, ale s větší hmotností. Na rozlousknutí tohoto oříšku si patrně ještě nějakou dobu počkáme.

(pauza 5 sec)

Tak to je v hrubých obrysech vše důležité, co o současném vesmíru víme. Při pátrání na místě činu jsme zjistili, že hlavními indiciemi jsou: prostor, hmota, čas a gravitace. Víme i leccos dalšího. Že bychom se tedy do psaní životopisu vesmíru konečně pustili? Jasně, jdeme na to, řečeno s Rychlými šípy: „Rychle do toho a pak honem od toho!“.

Standardní model *(opět nečíst, bude to na titulku)*

Až do počátku 20. Století byly veškeré kosmologické teorie spíše filozofickými úvahami než exaktními pokusy o teorii vesmíru. Pokud se nad problémem vzniku a vývoje vesmíru hlouběji zamyslíte, brzy vás jistě napadne, jak se celý problém krásně zjednoduší, budeme-li považovat vesmír za nekonečný v čase i prostoru. Odpadnou problémy hledání hranic vesmíru, ale také jeho počátku a časového vývoje. Status quo je opravdu věc k nezaplacení. Pohodička.

Tento léta přijímaný pohled byl na počátku 20. století rozbourán stejně jako přesvědčení o neměnnosti hvězd, ba dokonce ještě revolučněji.

Vždyť i Albert Einstein nejprve hledal jen taková řešení svých rovnic, která by pro vesmír jako celek zaručovala právě zmiňovaný status quo. Až později byl pod tíhou pozorovacích faktů nucen připustit reálnost rozpínání vesmíru. Asi se ptáte, kdo byl tím revolucionářem, tím Mikulášem Koperníkem moderní kosmologie?

Byl jím americký astronom Edwin Hubble, který svým systematickým pozorováním vzdálených galaxií podal důkaz, že se od nás vzdalují. Zároveň zjistil, že rychlost jejich vzdalování je závislá na vzdálenosti. Konstanta této přímé úměry je dnes označována jako Hubblova a je jednou z nejdůležitějších veličin současné kosmologie.

Popisuje povahu rozpínání vesmíru a na její hodnotě závisí řada dalších vlastností vesmíru, například jeho stáří. Určení její přesné hodnoty je jedním z hlavních úkolů pozorovací astronomie. A také podstatnou součástí pozorovacího programu Hubblova kosmického dalekohledu vypuštěného na oběžnou dráhu kolem Země v roce 1990.

(pauza 5 sec)

Možná vám samotná představa rozpínajícího se vesmíru připadne neskutečná, ale je tomu tak. Ne, nebojte se, nerozpíná se ani váš byt, ani Země se nám nezvětšuje. Dokonce ani v rámci naší Galaxie bychom na žádné rozpínání neměli šanci přijít. Tato skutečnost se projeví teprve na škále vzdáleností mezi jednotlivými kupami a nadkupami galaxií.

(Dát sem živou pasáž spojenou s nafukováním balónku polepeného desetníky nebo něčím jiným, případně korálky na šňůrce???)

Po objevu rozpínání vesmíru byla ihned zřejmá řada věcí! Například že se vesmír vyvíjí v čase a že musel mít i svůj počátek. Vesmír se přitom nerozpíná do „připraveného prostoru“, ale rozpíná se i samotný prostor.

Najednou bylo možné začít uvažovat o tom, že někde hluboko v minulosti se musí skrývat okamžik absolutní geneze, zrodu vesmíru. Okamžik vzniku hmoty, prostoru i času. Kýžené datum narození vesmíru!

Této teorii se později začalo říkat „big bang“ neboli teorie velkého třesku. Na sklonku dvacátého století byla doplněna o myšlenku počátečního gigantického rozepnutí vesmíru označovaného jako inflační fáze rozpínání vesmíru. Teorie velkého třesku dokázala totiž jako jediná předpovědět jevy, které mnohem později potvrdila pozorovací astronomie. Sečteno a podtrženo: ze všech pozorovaných vlastností vesmíru jich teorie velkého třesku dokáže postihnout nejvíce.

(pauza 5 sec)

Událost, které se dnes obrazně říká horký velký třesk, se odehrála přibližně před 15 miliardami let. Z takzvané singularity čili něčeho tak malého, jako je geometrický bod, se začal vyvíjet vesmír. Začal běžet čas, vznikl prostor i hmota. Protože prostor sám teprve „vznikal“ a rozpínal se, není možné žádný bod ve vesmíru považovat za jeho střed. Počáteční fáze, první zlomky sekundy existence nového vesmíru není možné dost dobře popsat současnými fyzikálními zákony. Také teplota i hustota je v prvních okamžicích naprosto mimo naše představy. Teprve po uplynutí tzv. Planckova času (deset na mínus čtyřicátou třetí sekundy) lze použít pro popis mladého vesmíru známé fyzikální zákony.

Existoval však pouze jediný druh částic i jediná, univerzální síla. Pak patrně následovala fáze velmi rychlého rozepnutí prostoru, takzvaná inflační fáze, která kromě enormního zvětšení vesmíru měla za následek také jeho ochlazení a pokles hustoty.

I tento proces si lze ztěžít představit, vždyť rozměry vesmíru se skokem během nicotného zlomku sekundy zvětšily nejméně deset na třicátou krát a hustota klesla z deset na osmdesátou na deset na mínus dvacátou čtvrtou kilogramů na metr krychlový!! To máte jako kdyby se prostor o velikosti jednoho vodíkového jádra rozepnul na velikost současného námi pozorovaného vesmíru. Nepředstavitelné.

Jak vesmír postupně chladl, jednotná univerzální síla se rozdělila na čtyři dnes známé síly a vznikla celá řada částic. To vše netrvalo déle než neuvěřitelně krátký zlomek sekundy. Během následujících tří minut vznikla atomová jádra dvou nejhojnějších a také nejjednodušších prvků ve vesmíru, vodíku a hélia.

Jádro obyčejného vodíku je tvořeno jedním protonem, ale jádro izotopu vodíku, jemuž se říká těžký vodík neboli deuterium, je tvořeno kromě protonu i jedním neutronem. Na 100 000 obyčejných vodíkových jader vzniklo tehdy jedno jediné jádro deuteria. To je ostatně poměr, který je zachován dodnes a lze se o něm experimentálně přesvědčit. Také

hélium vzniklo ve dvou variantách, lehké pouze s jedním neutronem a dvěma protony a „normální“, které je tvořeno dvojicí protonů a dvojicí neutronů. Složitější prvky tehdy vzniknout nemohly, protože k tomu již nebyla dostatečně vysoká teplota. Pouhé tři minuty po svém vzniku byl vesmír sice fyzikálně mnohem složitější, ale chemicky naprosto triviální. Vždyť jej tvořilo 75% vodíku a 25% hélia.

V té době byl ovšem vesmír stále velmi horký a veškeré záření okamžitě interagovalo s volnými elektrony. Vysoká teplota neumožňovala atomovým jádrům, aby si mohly dovolit své samostatné elektronové obaly. Vesmír byl zkrátka pro záření neprůhledný podobně jako zvířená špinavá voda plná bahna. Ale rozpínání vesmíru stále pokračovalo a ruku v ruce s ním se vesmír neustále ochlazoval.

Nová kapitola se začala psát po 300 000 letech, vesmír měl v té době již „pouhých“ 3000 stupňů. Pro nás je to stále mnoho, ale elektrony se už nepohybovaly jako šílené a mohly se uhnízdít v jednotlivých atomech. Se vznikem neutrálních atomů vodíku a hélia se najednou stal celý vesmír průhledný i pro záření. Podle výpočtů vědců by dnes „osvobozené záření“ mělo mít teplotu necelé 3 Kelviny. Bylo nazváno reliktním zářením, bylo hledáno a bylo úspěšně nalezeno! Právě existence a nalezení všesměrového reliktního záření je silnou podporou pravdivosti teorie velkého třesku.

Další vývoj vesmíru již nebyl zdaleka tak překotný. Tempo rozpínání se zmenšovalo. Trvalo celou nepředstavitelnou jednu miliardu let, než se rovnoměrně rozptýlené hélium a vodík začaly shlukovat do obrovských mračen o rozměrech v řádu jednotek milionů světelných let. V těchto obrovitých chomáčích již měla gravitace vyhráno. Postupně se z nich zformovaly zárodky útvarů, jimž dnes říkáme galaxie. V centrech galaxií vznikly superhmotné černé díry, které tam jsou dodnes. Jejich vznik však nijak nesouvisí s vývojem hvězd, o němž jsme hovořili v úvodu. Teprve později došlo k vnitřní diferenciaci látky obsažené v jednotlivých galaxiích. Z hustých mračen, opět pod taktovkou gravitace, začala vznikat první generace hvězd. Galaxie se staly objekty, jejichž podstatnou část svítící hmoty tvoří právě hvězdy.

(pauza 5 sec)

Podívejme se nyní na to, jak vypadala geneze vesmíru v oblasti, v níž dnes žijeme. Naše Galaxie se zformovala v době, kdy od velkého třesku uplynuly asi tři miliardy let.

<p>Slunce patří již do druhé generace hvězd tohoto hvězdného ostrova a jeho vznik datujeme do doby před 4 miliardami 600 miliony let. To je také stáří celé sluneční soustavy, do níž patří nejen Slunce a Země, ale také dalších osm planet, planetky, komety a nesmírné množství malých těles, kterým souhrnně můžeme říkat meziplanetární hmota.</p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p>Táák, a máme to za sebou. „Díky, Watsone, životopis vesmíru je hotov“, by asi zaznělo z úst Sherlocka Holmesa po dokončení dalšího ze zapeklitých případů. My si tak oddechnout ale zdaleka nemůžeme. Jakousi skicu, kterou jsme pojmenovali životopis vesmíru, sice máme, ale ihned nás napadne, jak se vesmír bude vyvíjet dál?</p> <p>Budoucnost vesmíru <i>(opět nečíst, jen na titulku)</i></p> <p>Nebude to žádný alibismus, pokud se shodneme na tom, že budoucnost našeho vesmíru je skryta ve skryté hmotě. Inventura hmoty v našem vesmíru není bohužel úplná. Nevíme totiž, kolik té skryté hmoty je.</p> <p>Že vám osobně to nijak nevádí? Tak to rád věřím! Jenže existuje hranice hustoty vesmíru, která je svým způsobem „zlomová“. Pokud by hustota vesmíru byla pod touto hodnotou, bude se vesmír rozpínat stále. Co na tom, že rychlost jeho expanze se bude zmenšovat. Rozpínání se nikdy zcela nezastaví. Jiná situace by však nastala v případě, kdyby skutečná hustota vesmíru tuto hranici přesáhla. Pak by se po jisté době, vyjádřené jak jinak než v desítkách miliard roků, expanze zastavila. Velkolepé vítězství gravitace by pak vedlo nejprve k pomalému, ale postupně se stále více zrychlujícímu smršťování celého vesmíru. Došlo by k opětovnému nahuštění hmoty v procesu do určité míry „obrácenému“ vůči událostem po velkém třesku. V literatuře se tomuto smrštění celého vesmíru do jednoho bodu říká velký krach.</p> <p>Achillovou patou současné kosmologie je neznalost střední hustoty vesmíru, respektive neznalost přesného podílu skryté hmoty na celkové hmotnosti vesmíru. Současná astronomická pozorování vedou k takové hodnotě celkové hustoty vesmíru, která zaručuje jeho neustálé rozpínání. Ovšem chyba měření je taková, že musíme připustit i</p>				
--	--	--	--	--

<p>možnost zcela plochého vesmíru, který má střední hustotu přesně rovnu hustotě kritické, a dokonce i variantu „mírně uzavřeného“ vesmíru s hustotou nadkritickou!</p> <p>Nic naplat, místo činu stále ještě nemáme prozkoumáno tak, aby byla vyloučena veškerá překvapení...</p> <p>Ke správnému životopisu se mnohdy přikládají doklady o dosaženém vzdělání, délce praxe a dalších důležitých okolnostech. I náš životopis vesmíru si takové speciální doplňky zaslouží. A budou dva.</p> <p>(pauza 5 sec)</p> <p>Doplněk první: Pomůže nám antropický princip? <i>(opět nečíst, bude na tit.)</i></p> <p>Z matematického hlediska je řada otázek spojených se vznikem a vývojem vesmíru spojena s řešením tzv. diferenciálních rovnic. Ne, nemusíte mít husí kůži, nebudeme se pouštět ani do jejich sestavování, ani do jejich řešení.</p> <p>Nicméně něco byste o těchto rovnicích vědět mohli. Totiž to, že jejich jednoznačné řešení není možné najít bez dodatečných informací, kterým se říká okrajové nebo počáteční podmínky.</p> <p>Ukazuje se, že určité omezující hranice pro hodnoty počátečních podmínek lze vyvodit již ze samotné existence člověka. Aby se vyvinul kdekoliv ve vesmíru jeho inteligentní pozorovatel, je k tomu nutná celá řada podmínek. Je to jisté omezení i pro stáří vesmíru, protože nejprve se procesem jaderné syntézy musely ve hvězdách generovat složitější prvky jako je uhlík, kyslík a další, bez kterých je vývoj života nemožný.</p> <p>Tento princip se nazývá antropický. Jenže ani aplikace antropického principu nás nedovede k přesným počátečním podmínkám a tudíž ani k jednoznačnému řešení zmíněných diferenciálních rovnic.</p> <p>(pauza 10 sekund)</p> <p>Doplněk druhý:</p>				
--	--	--	--	--

<p>Je libo kosmologický gulášek? (<i>Opět nečíst, jen titulek !!</i>)</p> <p>V průběhu několika posledních let se řada kosmologů vrátila ke zkoumání takzvaného kosmologického členu lambda, který ve své teorii zavedl Albert Einstein. Chtěl jím dosáhnout toho, aby řešení jeho rovnic popisujících vesmír bylo statické. Jenže, jak se později ukázalo, byl tento předpoklad mylný. Samotný Einstein později nazval kosmologický člen za největší omyl svého života. Jeho hodnota se pak pokládala rovna nule.</p> <p>V čem spočívá návrat k tomuto „omylu“? Pokud by kosmologický člen byl nenulový, dejme tomu, že záporný, alespoň v některých vývojových stádiích vesmíru, pak by se nám počet možných kosmologických modelů rozrostl. Dokonce bychom v některých případech dostali taková řešení, která by se „obešla“ bez horkého velkého třesku na svém počátku. V praxi by kladná hodnota kosmologického členu znamenala „brzdu“ gravitačního působení, záporná hodnota by byla „urychlovačem“ gravitace. Čili pokud připustíme nenulový kosmologický člen, vzroste nám počet možností, mezi kterými se musíme rozhodovat.</p> <p>Epilog (<i>opět nečíst!!!</i>)</p> <p>Přes naši ohromnou snahu, zaujetí a pracovní nasazení se nám ten životopis vesmíru nepodařilo sepsat příliš jednoznačně a už vůbec ne podrobně, co říkáte?! Co se dá dělat?!</p> <p>Na podrobný životopis vesmíru si budeme muset ještě mnoho generací počkat. Zdá se však, že jsme na dobré cestě. Už víme, podle jakých zákonů se vesmír jako celek chová a které jsou jeho rozhodující parametry.</p> <p>Kam se bude kosmologie ubírat v budoucnosti? Pokud se strom kosmologických modelů bude košatit tak jako v posledních desetiletích, pak se máme na co těšit!</p> <p>Ale nezoufejme, dá se předpokládat, že nová měření provedená novým kosmickým dalekohledem budou znamenat průlom v přesnosti určení Hubbleovy konstanty. Ovšem trápení s hodnotou kosmologické konstanty, to bude nejspíš kosmologický maratón!</p> <p>Ale taková už je věda. Odpověď na jednu položenou otázku nám ihned umožní položit deset nových, které jsme před tím nedokázali ani zformulovat. A to je na vědecké</p>				
---	--	--	--	--

kosmologii to fascinující. Nevíme, jestli dokážeme poznat beze zbytku strukturu vesmíru a jeho vývoje, ale je ohromné dobrodružství se o to znovu a znovu pokoušet.

(pauza 5 sekund)

Až se ocitnete uprostřed přírody a nad hlavou vám budou svítit hvězdy, neváhejte, zakloňte hlavu a kochejte se vesmírem.

Možná vás najednou zasáhne jeho výzva a pustíte se do krásné, ušlechtilé, ale nekonečné bitvy o jeho poznání.

Hodně štěstí!