

**Univerzita Karlova**

Filozofická fakulta

Ústav translatologie

## **Bakalářská práce**

Ondřej Brom

Komentovaný překlad předmluvy, úvodu a první kapitoly z knihy *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* od Neila deGrasse Tysona a Donalda Goldsmitha. New York and London: W. W. Norton & Company, 2004.

An annotated translation of the Preface, Overture and the first chapter from *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* by Neil deGrasse Tyson and Donald Goldsmith. New York and London: W. W. Norton & Company, 2004.

## **Zadání**

Přeložte zadaný text do češtiny a vypracujte komentář, ve kterém provedete překladatelskou analýzu výchozího textu. Dále popište typy překladatelských problémů, které se vyskytly v zadaném textu. Popište a zdůvodněte zvolenou metodu překladu a typy nezbytných posunů.

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat Mgr. Šárce Brotánkové, D. Phil., za vedení práce, trpělivost, vstřícnost a užitečné rady.

*Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, že jsem řádně citoval všechny použité prameny a literaturu a že práce nebyla využita v rámci jiného vysokoškolského studia či k získání jiného nebo stejného titulu.*

*V Jesenici dne 04.05.2024*

*Jan Bzom*  
Podpis

## Abstrakt

Tato práce je rozdělena na dvě části: překlad vybraného výchozího textu z angličtiny do češtiny a komentář k tomuto překladu. Výchozím textem je předmluva, úvod a první kapitola populárně naučné knihy *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* publikované v nakladatelství W. W. Norton & Company, jejímiž autory jsou Neil deGrasse Tyson a Donald Goldsmith. Vybraný úsek výchozího textu se zabývá postojem lidstva ke vědě a vesmíru a následně prvními několika fázemi vzniku vesmíru. Komentář překladu se zabývá analýzou výchozího textu, zvolenými překladatelskými metodami a překladatelskými problémy a posuny.

**Klíčová slova:** vznik vesmíru, věda, evoluce, překlad, komentář, překladatelské problémy a posuny

## Abstract

This thesis is divided into two part: a translation of the chosen source text from English into Czech and a commentary on the translation. The source text is the Preface, Overture and the first chapter of the popular science book *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* published by W. W. Norton & Company and written by Neil deGrasse Tyson and Donald Goldsmith. The chosen excerpt of the source text is concerned with humanity's stance towards science and cosmos followed by the first phases of the formation of the universe. The commentary is concerned with an analysis of the source text, the methods of translation, and translation issues and shifts.

**Key Words:** the origin of the universe, science, evolution, translation, commentary, translation problems and shifts

# Obsah

1.	Úvod.....	6
2.	Překlad .....	7
3.	Komentář k překladu .....	25
3.1.	Vnětextové faktory .....	25
3.1.1.	Autor a záměr.....	25
3.1.2.	Adresát .....	25
3.1.3.	Médium .....	26
3.1.4.	Místo a čas .....	26
3.1.5.	Jazykové funkce textu.....	27
3.2.	Vnitrotextové faktory.....	28
3.2.1.	Téma a obsah .....	28
3.2.2.	Presupozice .....	28
3.2.3.	Kompozice textu .....	29
3.2.4.	Lexikum .....	29
3.2.5.	Syntax .....	30
3.3.	Fiktivní zadání .....	31
3.4.	Metoda překladu .....	31
3.5.	Překladačské problémy .....	32
3.5.1.	Terminologická a faktická správnost .....	32
3.5.2.	Intertextualita .....	34
3.5.3.	Kulturně-specifické reference .....	36
3.5.4.	Expresivita .....	37
3.5.5.	Jmenné tvary slovesné .....	38
3.5.6.	Pasívum.....	41
3.5.7.	Dlouhá souvětí .....	42
3.6.	Překladačské posuny.....	43
3.6.1.	Stylistické lexikální ochuzení .....	43
3.6.2.	Vykládání nedořečeného .....	44
3.6.3.	Změny v AČV.....	45
4.	Závěr .....	46
5.	Seznam použité literatury .....	47
6.	Přílohy.....	51
6.1.	Příloha 1 – Výchozí text .....	51

# 1. Úvod

Cílem této práce je přeložit předmluvu, úvod a první kapitolu knihy *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* od autorů Neila deGrasse Tysona a Donalda Goldsmitha. Kniha se zabývá vznikem vesmíru a jeho následným vývojem až po vznik života na zemi. Předmluva obsahuje zamyšlení nad lidským postojem ke vědě a k vesmíru jako takovému, úvod slouží k sumarizaci hlavního textu knihy a ve zkratce chronologicky popisuje události od vzniku vesmíru po vyvinutí člověka. První kapitola se pak do hloubky zabývá několika prvními fázemi vzniku vesmíru po velkém třesku. Vysvětluje rozdíly mezi klasickou a moderní fyzikou, představuje rovnici  $E = mc^2$ , chronologicky popisuje vznik vesmíru až po vznik atomů a následně je uzavřena filozofickým zamyšlením o událostech před vznikem vesmíru a o naší snaze vzniku vesmíru porozumět.

Jedná se o populárně naučný text, který tedy patří k populárně naučnému odbornému stylu. Cílem autorů je přiblížit téma širší veřejnosti, a proto se vyhýbají nejhlubším detailům a nevěnují se do hloubky užívání fyzikálních rovnic – představí je, jsou-li skutečně významné a relevantní, ale neprovádějí s nimi výpočty. Očekávaným čtenářem je laik, který se však o dané téma hlouběji zajímá.

Tento text jsem si zvolil, protože se o vesmír sám laicky zajímám, a to jak na filozofické rovině, tak především na rovině faktů. Konkrétní úseky textu jsem si zvolil proto, že se mezi nadšenci do tématu vesmíru jedná o často opomíjená témata. To platí jak o filozofických úvahách v předmluvě, tak zejména o prvních momentech vesmíru, které jsou popsány v první kapitole – např. Planckova epocha.

Cílem této práce je vybraný text přeložit do českého jazyka a následně provést překladatelskou analýzu textu, popsat překladatelské problémy, které se v textu vyskytují a popsat a zdůvodnit jejich řešení. Analýzu provádím na základě modelu Christine Nordové.

Výsledný text by mohl být samostatně publikován v popularizačním časopise zabývajícím se daným tématem, např. časopis *Astro*. Celá kniha by pak mohla v českém překladu vyjít v nakladatelstvích, která již vydala jiná díla jednoho z autorů, např. *Mladá fronta* či *Matfyz Press*.

## 2. Překlad

### Předmluva

#### **Meditace o počátcích vědy a o vědě o počátcích**

Objevila se a nadále vzkvétá nová syntéza vědeckého poznání. V posledních letech odpovědi na otázky našeho vesmírného původu nepřicházely jen ze sféry astrofyziky. Astrofyzici si uvědomili, že mohou mnohé získat spoluprací s jinými vědními obory a včleněním jejich poznatků do astrofyziky, což udělali pomocí nových oborů jako je astrochemie, astrobiologie a astročásticová fyzika. To, že při hledání odpovědi na otázku „Odkud jsme přišli?“ vycházejí z více vědních odvětví jim umožňuje daleko hlouběji a fundovaněji nahlédnout do fungování vesmíru.

V naší knize *Počátky: čtrnáct miliard let vývoje vesmíru* představujeme čtenáři tuto novou znalostní syntézu, díky níž se můžeme zabývat nejen vznikem vesmíru, ale i původem největších těles tvořených hmotou, vznikem hvězd, které osvětlují kosmos, původem planet, jež nabízí ta nejpravděpodobnější místa pro vznik života, a vznikem života na jedné z nich jako takovým.

Lidstvo téma počátků nadále fascinuje z mnoha logických i emocionálních důvodů. Stěží můžeme něco pochopit, aniž bychom věděli, odkud to pochází. A ze všech příběhů, které slýcháme, v nás největší zálibení vzbuzují ty, které vypráví o našem vlastním původu.

Sebestřednost, kterou máme díky evoluci hluboko v kostech, nás spolu s naší pozemskou zkušeností přirozeně vedou k tomu, abychom se při převyprávění většiny příběhů o počátcích soustředili na místní události a zajímavosti. Na druhou stranu nám však každý další objev na poli vesmíru prozradil, že žijeme na vesmírném smítku prachu, které se točí kolem průměrné hvězdy v zapadlém koutu obyčejné galaxie mezi stovkou miliard dalších galaxií v celém vesmíru. Zprávy o naší kosmické bezvýznamnosti v naší psychice spouští působivé obranné mechanismy. Mnozí z nás nevědomky připomínají postavu z kresleného filmu, která hledí na hvězdami posetou oblohu a praví svým druhům: „Když se tak dívám na hvězdy, dochází mi, jak jsou bezvýznamné.“

V průběhu dějin vyprodukovaly různé kultury mýty o stvoření, které vysvětlují náš původ jako výsledek manipulace kosmických sil s našimi osudy. Tyto příběhy nám pomáhaly zahánět pocity bezvýznamnosti. Přestože příběhy o stvoření většinou

začínají ve velkém, velmi rychle přeskočí stvoření vesmíru a všeho v něm i stvoření života na Zemi a začnou se zabývat přízemními záležitostmi, zdlouhavě vysvětlují spousty detailů dějin lidstva a jeho společenských konfliktů, jako bychom snad byli středem veškerého stvoření.

Téměř všechny tyto nesourodé odpovědi na otázku počátků přijímají základní premisu, podle níž se vesmír chová v souladu s obecnými pravidly, která se nám, alespoň teoreticky, vyjeví po důkladném zkoumání světa kolem nás. Staří řečtí filozofové tuto premisu vyzdvihli do závratných výšin a trvali na tom, že my, lidé, máme schopnost pozorovat, jak příroda funguje, a zároveň pozorovat základní realitu skrytou pod tím, co vidíme: základní pravdy, které vládnu všemu ostatnímu. Celkem pochopitelně lpěli na tom, že odhalit tyto pravdy nebude snadné. Před dvěma tisíci třemi sty lety přirovnal řecký filozof Platón ve své slavné úvaze o naší ignoranci ty, kteří usilují o vědění, k vězňům spoutaným v jeskyni, kteří nevidí předměty za sebou, takže se musí snažit vyvodit přesný popis skutečnosti ze stínů na stěně před nimi.

Tímto přirovnáním Platón nejen shrnul lidské snažení o pochopení vesmíru, ale také zdůraznil, že je pro nás přirozené věřit, že nadpřirozené, stěží vnímatelné entity vládnu vesmíru a jsou zasvěceny do vědění, z něhož je nám známá jen nepatrná část. Každá lidská kultura od Platóna k Buddhovi, od Mojžíše k Mohamedovi, od hypotetického stvořitele kosmu k filmům o „Matrixu,“ došla k závěru, že vesmír řídí vyšší síly obdařené porozuměním propasti mezi skutečnou podstatou věcí a tím, jak se věci jeví navenek.

Před pěti sty lety se pomalu prosadil nový přístup k porozumění světu. Tento přístup, kterému nyní říkáme věda, vzniknul spojením nových technologií s objevy, které tyto technologie umožnily. Šíření knihtisku spolu s pokrokem v oblasti cestování jak po zemi, tak po vodě, umožnilo jednotlivcům komunikovat s ostatními mnohem rychleji a efektivněji, takže mohli ostatním naslouchat a odpovídat jim mnohem rychleji než předtím. To v 16. a 17. století urychlilo debaty a dalo vzniknout novému způsobu, jakým získáváme znalosti. Podle jeho principu závisí ne-nejefektivnější metody k porozumění vesmíru na opatrném pozorování a na snaze specifikovat široké a základní principy, které výsledky těchto pozorování vysvětlují.

Za stvořením vědy však stojí ještě další koncept. Věda je závislá na organizovaném skepticizmu, tedy na průběžném, metodickém zpochybňování. Málokterí z nás



pochybují o svých vlastních závěrech, a proto věda implementuje svůj skepticismus tak, že odměňuje ty, kdo pochybují o závěrech ostatních. Tento proces můžeme právem považovat za nepřirozený. Ne úplně proto, že vyžaduje zpochybňování nápadů ostatních lidí, ale proto, že věda odměňuje ty, kdo dokážou prokázat, že závěry jiného vědce jsou zcela nesprávné. Upozornit kolegu či kolegyni na chyby nebo předložit dobré důvody, proč o jeho či jejích závěrech pochybovat, je podle vědecké komunity ušlechtilý čin. Něco jako když mistr zenu usměrní novice, co sešel z cesty meditace, ačkoli vědci se navzájem opravují jako sobě rovní, ne jako učitel a student. Tím, že odměňují ty, kteří opravují ostatní – chování, které je pro lidi mnohem přirozenější, než oprava chyb vlastních – vytvořili vědci vrozený systém vlastní korekce. Jako kolektiv spolu vytvořili náš nejefektivnější nástroj na analýzu přírody, protože se snaží vyvrátit teorie svých kolegů, i když zároveň podporují jejich upřímné snahy o rozšíření lidského vědění. Věda je tedy kolektivním snažením, ale není to společnost postavená na vzájemném obdivu a ani taková být nemá.

Jako všechny pokusy posouvat lidstvo kupředu, vědecká metoda funguje lépe v teorii než v praxi. Ne všichni vědci pochybují jeden o druhém tak efektivně, jak by měli. Snaha udělat dojem na vědce na významných pozicích, na které mají občas vliv faktory mimo jejich vědomé znalosti, se může tlouct se schopností vědy opravit vlastní chyby. Z dlouhodobého hlediska však chyby nemohou přetrvat, protože je odhalí ostatní vědci, kteří si tím budují kariéru. Ty závěry, které přežijí útoky ostatních vědců, se nakonec stanou vědeckými „zákony“, které přijímáme jako validní popis skutečnosti, ačkoli všichni badatelé si jsou vědomi toho, že se někdy může ukázat, že všechny tyto zákony jsou jen součástí mnohem větší a hlubší pravdy.

Vědci se však neustále nesnaží jen prokázat, že se ti ostatní mýlí. Většina vědeckého snažení se posouvá kupředu testováním nedokonalých hypotéz pomocí o něco zdokonalených pozorovaných výsledků. Jednou za čas se však objeví nový významný pohled na nějakou důležitou teorii nebo (což je ve světě technologického pokroku častější) otevřou nová pozorování dveře pro nové hypotézy, které tyto nové výsledky mohou vysvětlit. Největší okamžiky v historii vědy se staly a stávají se vždy budou tehdy, když nová vysvětlení, třeba podložená novými pozorováními, otřesou našimi dosavadními závěry o fungování světa. Vědecký pokrok závisí na jednotlivcích na obou stranách: na těch, kteří dají dohromady lepší data, na jejichž základě opatrně vyvozují závěry, a na těch, kteří podstupují veliké riziko (a kteří mohou v případě úspěchu mnohé získat) tím, že obecně přijímané závěry zpochybňují.

Věda je v jádru skeptická, a proto je pro lidská srdce a mysl, která se nikdy nekončících vědeckých polemik zaleknou, a raději se uchýlí do bezpečí zdánlivě věčných pravd, jen chabým soupeřem. Kdyby byla vědecká metoda pouze další interpretací vesmíru, nikdy by to nikam nedotáhla. Její obrovský úspěch se opírá o to, že věda funguje. Nastoupíte-li do letadla, které bylo sestrojeno podle vědy – pomocí principů, které přežily bezpočet pokusů o jejich vyvrácení – vaše šance na přežití je mnohem větší než v letadle sestrojeném dle pravidel védické astrologie.

Při konfrontaci s úspěchem vědy na poli vysvětlování přírodních úkazů reagovali lidé v průběhu relativně nedávné historie čtyřmi různými způsoby. Zaprvé, nepočtená menšina přijala vědeckou metodu jako naši nejlepší možnost, jak porozumět přírodě, a nesnaží se toho docílit žádnými jinými způsoby. Zadruhé, mnohem více lidí vědu ignoruje, považuje ji za nezajímavou, nesrozumitelnou, nebo za opak lidského ducha. (Ti, kteří hltavě sledují televizi, aniž by se zamysleli nad tím, odkud se všechny ty obrazy a zvuky berou, nám připomínají, že slova „magie“ a lidovější název pro stroj, „mašina,“ sdílí hluboké etymologické kořeny.) Zatřetí, je tu menšina, podle níž věda zjevně útočí na jejich ctěnou víru, a proto se aktivně snaží otravné a nesnesitelné vědecké poznatky vyvracet. Činí tak ovšem zcela mimo skeptický rámec vědy, jak můžete snadno zjistit, položíte-li jednomu z nich otázku: „Jaký důkaz by vás přesvědčil, že se mýlíte?“ Tito anti-vědci stále pociťují tentýž šok, jaký popsal John Donne, kazatel a autor milostné a náboženské poezie, v básni *Anatomie světa: první výročí*, kterou napsal v roce 1611, zatímco moderní věda začala poprvé přinášet výsledky.

*Vše mate nová filozofie,  
není nic, o čem nepochybuje,  
co pro jiné byl zákon, pro nás ne,  
element ohně užuž vyhasne,  
slunce je pryč a holým rozumem  
nenajdem způsob, jak je naleznem.  
Přiznává člověk, že je po světě,  
když v obloze a každé planetě  
objevil nové; a v tom na Zemi  
vidí, že rozpadne se v atomy.  
Vše na kusy je, pryč je soudržnost...*

Čtvrtá, tentokrát opět velická část veřejnosti přijímá vědecký přístup k vesmíru, avšak stále si zachovává víru v nadpřirozené entity, které existují mimo naše úplné chápání a vládou vesmíru. Baruch Spinoza, filozof, jenž vytvořil nejsilnější pouto mezi přirozeným a nadpřirozeným, odmítl jakkoli rozlišovat mezi Bohem a přírodou. Naopak trval na tom, že vesmír je zároveň příroda i Bůh. Stoupenci tradičnějších náboženství, které na tomto rozlišení typicky trvají, často tento spor vyřeší tím, že od sebe oddělují roviny, v nichž přirozené a nadpřirozené prvky fungují.

Bez ohledu na to, k jaké se řadíte skupině, není pochyb o tom, že pro objevování nových věcí o vesmíru žijeme v příhodné době. Pokračujme tedy v naší dobrodružné výpravě za počátky vesmíru coby detektivové, kteří objevují fakta o zločinu na základě zanechaných důkazů. Zveme Vás, abyste se k nám přidali při hledání vesmírných stop (a způsobů, jak je interpretovat), abychom mohli společně odhalit příběh o tom, jak se součást vesmíru proměnila v nás samotné.

## Úvod

### Největší příběh všech dob

*Svět přetrval po mnoho dlouhých let, byv jednou uveden do příslušného pohybu. Z toho vychází vše ostatní. - Lucretius*

Před přibližně 14 miliardami let, na počátku času, se všechnen prostor a všechna hmota a všechny energie známého vesmíru vešly na hlavičku špendlíku. Vesmír byl tehdy tak žhavý, že se veškeré základní přírodní veličiny, které dohromady definují vesmír, sloučily do jedné spojené síly. Když žhnul vesmír teplotou  $10^{50}$  stupňů a byl pouhých  $10^{-43}$  sekund stár (čas před nímž všechny naše teorie o hmotě a prostoru ztrácí smysl), spontánně se zformovaly černé díry, zmizely a opět se zformovaly z energie obsažené ve spojeném silovém poli. V těchto extrémních podmínkách, což je nutno přiznat spekulativní fyzika, se struktura času a prostoru značně zakřivila a s klokotem zformovala houbovitou, jakoby napěněnou texturu. V této době byly přírodní úkazy popsány Einsteinovou obecnou teorií relativity (moderní teorií gravitace) a jevy, jimiž se zabývá kvantová mechanika (ta popisuje hmotu v tom nejmenším měřítku), od sebe nerozeznatelné.

Jak se vesmír rozpínal a chladnul, od ostatních sil se oddělila gravitace. Zanedlouho se od sebe oddělily silná jaderná interakce a elektroslabá síla. Při této události se uvolnilo enormní množství uložené energie, což způsobilo, že se vesmír rychle zvětšil  $50^{10}$ krát. Rychlé rozpínání, známé jako „inflační epocha“, roztáhlo a uhladilo hmotu a energii natolik, že jakýkoli rozdíl v jejich hustotě mezi jednou částí vesmíru a druhou činil méně než jeden díl navíc ve sto tisících.

To, co následovalo, již patří k laboratorně potvrzené fyzice. Vesmír byl dostatečně horký na to, aby fotony spontánně převedly všechnu svou energii do částic hmoty a antihmoty, které spolu utvořily páry a ihned se navzájem zničily, čímž svou energii vrátily zpět fotonům. Z neznámých důvodů byla tato symetrie mezi hmotou a antihmotou narušena při výše popsaném oddělení sil, což vyústilo v nepatrný nadbytek hmoty oproti antihmotě. Tato asymetrie byla pouze drobná, nicméně zcela zásadní pro budoucí vývoj vesmíru: s každou miliardou částic antihmoty se zrodila miliarda a jedna částice hmoty.

Když vesmír nadále chladnul, elektroslabá síla se rozdělila na elektromagnetickou sílu a slabou jadernou sílu. V tuto chvíli byly všechny čtyři základní přírodní síly vytvořeny. Zatímco energie fotonové „koupele“ dále klesala, páry částic hmoty a antihmoty nemohly nadále spontánně vznikat z dostupných fotonů. Všechny zbývající dvojice částic hmoty a antihmoty se rychle zničily a zanechaly za sebou vesmír, kde na každou miliardu fotonů připadá jedna částice hmoty – a žádná antihmota. Neobjevila-li by se tato asymetrie mezi hmotou a antihmotou, rozpínající se vesmír by byl navždy tvořen jen světlem a ničím jiným, nebyli by v něm ani astrofyzici. Během přibližně tří minut se z hmoty staly protony a neutrony, z nichž mnohé se spojily a staly se tak nezákladnějšími jádry atomů. Mezitím kolem volně poletovaly elektrony, které důkladně rozptýlily fotony všude kolem, čímž stvořily kalnou polévku hmoty a energie.

Když vesmír vychladnul pod několik tisíc stupňů Kelvina (o něco žhavější než vysoká tavící pec), volné elektrony se pohybovaly dostatečně pomalu na to, aby je zachytila okolo letící jádra, čímž vznikly kompletní atomy vodíku, helia a lithia. Vesmír tak zcela poprvé začal propouštět viditelné světlo a tyto volně poletující částice můžeme dnes pozorovat ve formě reliktního záření. Během své první miliardy let se vesmír nadále rozpínal a nadále chladnul, zatímco se hmota pomocí gravitace spojila do obrovských koncentrací, kterým říkáme galaxie. Jen ve viditelném vesmíru vzniklo sto miliard galaxií a každá z nich obsahovala stovky miliard hvězd, v jejichž jádrech probíhá termonukleární fúze. Tyto hvězdy více než desetkrát hmotnější než Slunce dosahují dostatečného tlaku a teploty k vytvoření prvků těžších než vodík včetně prvků, z nichž se skládají planety a život na nich. Tyto prvky by byly naprosto k ničemu, kdyby zůstaly uzamčené ve hvězdách. Při úmrtí velmi hmotných hvězd však dochází k explozi, která rozptýlí jejich chemicky obohacené vnitřnosti napříč galaxií.

Po 7 až 8 miliardách let takového obohacování se v obyčejném sektoru (rameno Orionu) obyčejné galaxie (Mléčná dráha) v obyčejném koutu vesmíru (na okraji nadkupy galaxií v Panně) zrodila zcela obyčejná hvězda (Slunce). Mračno plynu, z něhož se Slunce zrodilo, obsahovalo dostatek těžkých prvků ke zformování několika planet, tisíců asteroidů a miliard komet. Během formování této sluneční soustavy se hmota zkonduzovala a oddělila se od původního mračna plynu, zatímco obíhala kolem Slunce. Během několika stovek milionů let soustavné nárazy komet a zbytkových trosek ve vysokých rychlostech roztavily povrchy pevných planet,

čímž zamezily vzniku složitých molekul. Čím méně volné poletující hmoty zůstalo ve sluneční soustavě, tím více chladly povrchy planet. Planeta, které budeme říkat Země, vznikla na takové oběžné dráze, kde může její atmosféra udržovat oceány ve většinou tekuté formě. Kdyby se Země zformovala o mnoho blíže ke Slunci, oceány by se vypařily. Kdyby vznikla o mnoho dále, oceány by zamrzly. V obou případech by se život tak, jak ho známe, nevyvinul.

V chemicky bohatých, tekutých oceánech se prostřednictvím neznámého mechanismu objevila jednoduchá anaerobní bakterie, která nevědomky přeměnila atmosféru Země bohatou na oxid uhličitý v atmosféru s dostatkem kyslíku pro vznik a vývoj aerobních organismů, jež pak ovládly oceány a pevninu. Tytéž atomy kyslíku, které běžně nacházíme v párech ( $O_2$ ), také utvořily trojice ( $O_3$ ). Daly tak vzniknout ozónu v horní vrstvě atmosféry chránícímu povrch Země před většinou slunečních ultrafialových fotonů ničících molekuly.

Pozoruhodná rozmanitost života na Zemi a lze předpokládat, že i jinde ve vesmíru vychází z kosmického přebytku uhlíku a bezpočtu molekul (jak jednoduchých, tak složitých), které se z něj skládají. Existuje více variací molekul založených na uhlíku, než kolik existuje variací všech ostatních molekul dohromady. Život je nicméně křehký. Střety Země a velikých těles (pozůstatků po vzniku sluneční soustavy) bývaly kdysi běžné a stále působí těžké škody našemu ekosystému. Před pouhými 65 miliony let (méně než 2 % života Země) dopadl asteroid o hmotnosti 10 bilionů tun na místo, kterému dnes říkáme Yucatánský poloostrov, a vyhladil 70 % všech rostlin a živočichů na pevnině, včetně dinosaurů, kteří tehdy pevnině dominovali. Tato ekologická katastrofa poskytla přeživším malým savcům příležitost obsadit čerstvě uvolněné pozice. Jedna větev těchto savců s velkým mozkem, které říkáme primáti, se vyvinula v rod a druh *Homo sapiens*, který dosáhl takové úrovně inteligence, jaká mu umožnila vynalézt metody a nástroje vědy – a odvodit si původ a vývoj vesmíru.

Ano, vesmír měl počátek. Ano, vesmír se dále vyvíjí. A ano, původ každého atomu v našich tělech lze vystopovat až k velkému třesku a k termonukleárním pecím v superhmotných hvězdách. Nejsme jen ve vesmíru, jsme jeho součástí. Jsme z něho zrozeni. Dalo by se dokonce říci, že skrze nás v našem malém kosmickém koutu může vesmír porozumět sám sobě. A to teprve začínáme.

## Kapitola 1

### Na počátku

Na počátku byla fyzika. „Fyzika“ popisuje, jak se hmota, energie a prostor chovají a jak spolu navzájem interagují. Souhra těchto postav v našem vesmírném dramatu je základem všech biologických a chemických jevů. Proto také vše, co my, pozemšťané, považujeme za základní a známé, závisí na fyzikálních zákonech. Když tyto zákony aplikujeme na astronomii, dostaneme fyziku ve velkém měřítku, které říkáme astrofyzika.

Hranice poznání se téměř v každém vědním oboru, zejména však ve fyzice, nachází v nejzazších bodech, v nichž můžeme měřit události a situace. Na okraji měřitelnosti hmoty, např. v blízkosti černé díry, dochází k tomu, že gravitace značně ohýbá okolní časoprostorové kontinuum. Na okraji měřitelnosti energie, v jádrech hvězd rozpálených na 15 milionů stupňů, je termonukleární fúze soběstačná. V každém extrému, který si dokážeme představit, nacházíme onu hustotu a nehorázný žár, podmínky, jež přetrvaly v několika počátečních okamžicích vesmíru. Abychom dokázali porozumět všemu, k čemu v těchto podmínkách dochází, budeme potřebovat fyzikální zákony objevené po roce 1900, které současní fyzici nazývají moderní fyzikou, aby je odlišili od klasické fyziky, tedy veškeré fyziky předchozí.

Jednou z hlavních vlastností klasické fyziky je to, že události a zákony a predikce dávají opravdu smysl, pokud se nad nimi na chvíli zamyslíte. Byly objeveny a ověřeny v běžných laboratořích v obyčejných budovách. Zákony gravitace a pohybu, elektřiny a magnetismu a podstaty a chování tepelné energie se stále vyučují v hodinách fyziky na středních školách. Tyto objevy o přírodním světě poháněly průmyslovou revoluci, která sama o sobě transformovala kulturu a společnost způsoby, jaké si předcházející generace nedovedly představit. Dodnes proto zůstávají v samém středu každodenních událostí.

Naproti tomu v moderní fyzice nedává smysl vůbec nic, neboť se vše odehrává za podmínek, které leží daleko za hranicí vnímání našich smyslů. A to je dobře. Můžeme s radostí oznámit, že naše každodenní životy zůstávají od extrémní fyziky zcela oproštěny. Ráno běžně vstanete z postele, potulujete se po domě, něco sníte a následně se vyřítíte z domu. Večer od vás vaši drazí očekávají, že budete vypadat stejně, jako když jste ráno odešli, a že se vrátíte domů v jednom kuse. Představte si

však, že byste dorazili do práce, dostavili se do přetopené konferenční místnosti na důležitou poradou v 10 hodin a najednou byste přišli o všechny své elektrony – nebo hůř, všechny atomy ve vašem těle by se rázem rozpadly. To by bylo zlé. Nebo si místo toho představte, že sedíte v kanceláři, snažíte se ve světle své 75-wattové stolní lampičky pracovat, když tu náhle někdo spustí 500-wattové stropní osvětlení, což s vaším tělem začne házet, a budete se náhodně odrážet od stěny ke stěně dokud vás to nevyhodí z okna. Nebo co kdybyste si po práci zašli na zápas sumo, kde uvidíte dva téměř zcela kulaté pány, jak do sebe narazí, vypaří se a následně se stanou dvěma světelnými paprsky a opustí místnost v opačných směrech? A co takhle, kdybyste se cestou domů vydali po méně užívané silnici a jakási temná budova by vás vcucla nohama napřed a roztáhla by vám tělo od hlavy k patě, zatímco by vás stlačovala ze stran, a nakonec vás protlačila jakousi dírou a nikdo o vás už nikdy neslyšel.

Kdyby se takové věci odehrávaly v našich každodenních životech, moderní fyzika by nám připadala mnohem méně bizarní – naše znalosti základů relativity a kvantové mechaniky by přirozeně vyplývaly z našich životních zkušeností. A naše rodiny by nás pravděpodobně nikdy nenechaly jít do práce. V počátečních minutách vesmíru se takové věci děly neustále. Abychom si to představili a mohli tomu porozumět, nemáme jinou možnost než založit novou verzi zdravého rozumu, upravenou intuici týkající se toho, jak se chová hmota a jak fyzikální zákony její chování definují v prostředích s extrémní teplotou, hustotou a tlakem.

Musíme vstoupit do světa  $E = mc^2$ .

Albert Einstein publikoval verzi této slavné rovnice v roce 1905. Ve stejném roce se jeho klíčová studie zvaná *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* objevila ve významném německém časopise o fyzice *Annalen der Physik*. V českém překladu se tento článek nazývá *O elektrodynamice pohybujících se těles*, ale jeho obsah je mnohem známější jako Einsteinova speciální teorie relativity, jež představila koncepty, které navždy změnily naše chápání času a prostoru. V témže roce ve věku pouhých šestadvaceti let Einstein, který tehdy pracoval jako patentový inspektor v Bernu ve Švýcarsku, poskytl další detaily, včetně své nejslavnější rovnice, v dalším, pozoruhodně krátkém článku o délce pouhých dvou a půl stran v tom samém časopise: *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?* neboli *Závisí setrvačnost tělesa na jeho energetickém obsahu?* Abychom vám ušetřili práci



s hledáním původního článku, navržením experimentu a následném ověření Einsteinovy teorie, odpověď na otázku v názvu článku zní ano. Jak napsal sám Einstein,

„Jestliže těleso vydá energii  $E$  ve formě záření, jeho hmotnost se zmenší o  $E / c^2$ . [...] Hmotnost tělesa je mírou jeho energetického obsahu; jestliže se jeho energie změní o  $E$ , pak se hmotnost změní ve stejném smyslu.“

Protože si nebyl jistý pravdivostí svých tvrzení, napsal dále:

„Snad bude možné ověřit tuto teorii užitím těles, jejichž energetický obsah se ve velkém rozsahu mění (kupříkladu solí radia).“\*

Tady to máte: algebraický recept pro všechny případy, kdy budete chtít převádět hmotu na energii nebo energii na hmotu.  $E = mc^2$  – energie rovná se hmota krát rychlost světla na druhou – nám poskytuje nesmírně výkonný výpočetní nástroj, který rozšiřuje naši schopnost poznávat a pochopit vesmír od jeho současné podoby až po nekonečně malé zlomky vteřiny po jeho zrození. S touto rovnicí můžete určit, kolik energie dokáže hvězda vyzařít nebo kolik energie byste mohli vyprodukovat, kdybyste převedli mince ve své kapse do energie v užitečné podobě.

Nejznámějším typem energie – takové, co září všude kolem nás, ač ji často nepoznáme a neumíme ji pojmenovat – je foton, nehmotná, elementární částice viditelného světla či jiných forem elektromagnetického záření. Fotonům jsme v životě vystaveni nepřetržitě: ze Slunce, Měsíce a hvězd, ze sporáku, lustru i noční lampičky, ze stovek rozhlasových a televizních stanic a z bezpočtu telefonních a radarových signálů. Proč tedy nevidíme každodenní přeměnu energie na hmotu nebo hmoty na energii? Energie běžných fotonů je mnohem nižší než hmotnost nejméně hmotných subatomárních částic převedená na energii pomocí  $E = mc^2$ . Fotony mají příliš málo energie na to, aby se staly čímkoli jiným, a tak vedou obyčejné, relativně klidné životy.

Chcete s  $E = mc^2$  zažít nějakou akci? Začněte se potloukat okolo fotonů záření gama, které už mají pořádnou energii – alespoň 200 000krát víc energie než fotony viditelného světla. Bude vám brzy špatně a zemřete na rakovinu, ale než k tomu dojde, uvidíte páry elektronů, jeden z hmoty a druhý z antihmoty (což je pouze

---

\* Albert Einstein, *The Principle of Relativity*, překl. W. Perrett a G. B. Jeffery (London: Methuen and Company, 1923), s. 69–71.

jeden z mnoha typů dynamických párů částic s antičásticemi), jak se náhle objeví tam, kde doposud poletovaly fotony. Při dalším pozorování také uvidíte, jak se dvojice elektronů z hmoty a antihmoty srazí, navzájem se zničí a opět vytvoří fotony záření gama. Zvýšíte-li energii fotonů ještě 2000krát, budete mít gama paprsky dost silné na to, abyste z osob k tomu náchylných udělali Hulka. Dvojice těchto fotonů mají dostatek energie (kterou můžeme plně popsat díky  $E = mc^2$ ) k vytvoření částic jako jsou neutrony, protony a jejich protějšky z antihmoty, z nichž každý je přibližně 2000krát hmotnější než elektron. Vysokoenergetické fotony se nenacházejí jen tak někde, ale existují v mnoha kosmických tavicích kotlích. Gama paprskům bohatě stačí jakékoli prostředí o teplotě nad několik miliard stupňů.

Kosmologický význam částic a balíčků energie, které se navzájem přeměňují jedny do druhých, je ohromující. Současná teplota našeho rozpínajícího se vesmíru zjištěná prostřednictvím měření energie mikrovlnných fotonů, které prostupují celým vesmírem, je pouhých 2,73 stupňů Kelvina (na Kelvinově stupnici jsou všechny teploty kladné: nejnižší možnou energii mají částice při 0 stupních, pokojová teplota činí přibližně 295 stupňů a voda se vaří při 373 stupních). Stejně jako fotony viditelného světla jsou mikrovlnné fotony příliš studené na to, aby měly jakékoli realistické ambice k tomu se prostřednictvím  $E = mc^2$  změnit na částice. Jinými slovy, žádná známá částice nemá tak nízkou hmotnost, že mohla být vytvořena z energie pouhého mikrovlnného fotonu. To samé platí pro fotony, které tvoří rádiové vlny, infračervené a viditelné světlo a také ultrafialové a rentgenové záření. Řečeno jednoduše, transmutace částic vždy vyžaduje gama paprsky. Včera byl však vesmír o něco menší a o něco chladnější než dnes. A především byl ještě menší a ještě chladnější. Přetočte hodiny pozpátku o něco více – řekněme 13,7 miliardy let – a přistanete přímo v prvotní polévce bezprostředně po velkém třesku, tedy v čase, kdy byla teplota vesmíru dostatečně vysoká na to, aby byla z pohledu astrofyziky zajímavá, a kdy vesmír zaplňovaly paprsky gama.

Porozumění chování času, prostoru, hmoty a energie od velkého třesku do současnosti je jedním z největších triumfů lidského myšlení. Hledáte-li kompletní vysvětlení událostí v prvotních okamžicích, kdy byl vesmír ještě menší a žhavější než kdykoli poté, musíte nalézt způsob, jak umožnit všem čtyřem známým přírodním silám – gravitaci, elektromagnetismu, silné jaderné interakci a elektro-slabé síle – aby spolu mohly komunikovat, spojit se a stát se jedinou, sloučenou meta-silou. Musíte také zjistit, jak uvést v soulad dvě v současné době nekompatibilní odvětví

fyziky: kvantovou mechaniku (vědu v nejmenším měřítku) a obecnou relativitu (vědu ve velkém měřítku).

Hnání kupředu úspěšným spojením kvantové mechaniky a elektromagnetismu, fyzici začali v polovině dvacátého století spojovat kvantovou mechaniku a obecnou relativitu do jedné koherentní teorie kvantové gravitace. Ačkoli doposud všichni selhali, již víme, kde narazíme na největší překážky: v „Planckově epoše.“ To je fáze vesmíru až do  $10^{-43}$  sekundy (jedné deseti-milion-bilion-bilion-biliontiny vteřiny) od počátku. Protože informace nemůže cestovat rychleji než rychlostí světla,  $3 \times 10^8$  metrů za sekundu, hypotetický pozorovatel by v Planckově epoše neviděl dále než  $3 \times 10^{-35}$  metru (tři sta miliard bilion-biliontin metru). Max Planck, německý fyzik, po němž jsou tyto neuvěřitelně krátké doby a malé vzdálenosti pojmenovány, představil v roce 1900 teorii kvantované energie a je obecně považován za otce kvantové mechaniky.

Co se však běžného života týče, není se třeba obávat. Rozpor mezi kvantovou mechanikou a gravitací neznamena pro současný vesmír prakticky žádný problém. Astrofyzici aplikují zásady a nástroje obecné relativity a kvantové mechaniky na extrémně rozdílné typy problémů. Na začátku Planckovy epochy však bylo velké málem, takže mezi nimi muselo dojít k jakési svatbě z donucení. Bohužel nám sliby pronesené během tohoto obřadu stále unikají, takže žádné (známé) fyzikální zákony nemohou popsat, jak se během oněch krátkých líbánek vesmír choval. Alespoň do té doby, kdy jeho rozpínání od sebe vše skutečně velké a vše skutečně malé oddělilo.

Ke konci Planckovy epochy se gravitace oddělila od ostatních, stále spojených přírodních sil, čímž získala samostatnou identitu, kterou dobře popisují naše současné teorie. Když vesmír přesáhl  $10^{-35}$  vteřiny, dále se rozpínal a chladnul a zbytek dříve spojených sil se rozdělil na elektro-slabou a silnou jadernou interakci. Ještě později se elektro-slabá síla rozdělila na elektromagnetickou a slabou jadernou sílu. Takto tedy vznikly čtyři samostatné známé síly – slabá jaderná síla, která ovládala radioaktivní rozpad, silná jaderná interakce, jež drží pohromadě částice v jádrech všech atomů, elektromagnetická síla, která drží pohromadě atomy v molekulách, a gravitace, která k sobě váže hmotu. Než vesmír zestárnul o jednu triliontinu vteřiny, jeho proměněné síly mu už spolu s dalšími zásadními událostmi vnukly jeho základní vlastnosti, o každé z nichž by se dala napsat samostatná kniha.

Zatímco se táhla první biliontina života vesmíru, interakce hmoty a energie nepřetržitě pokračovala. Krátce nato, okolo rozdělení silné jaderné síly a elektroslabé síly, obsahoval vesmír bouřlivý oceán kvarků, leptonů a jejich sourozenců z anti-hmoty spolu s bosony, což jsou částice, které umožňují ostatním částicím navzájem interagovat. Podle našich současných znalostí nelze žádnou z těchto částicových rodin rozdělit na cokoli menšího nebo základnějšího. Každá z nich však sestává z několika různých typů. Fotony, včetně těch tvořících viditelné světlo, patří k bosonům. Z leptonů jsou pro laiky nejznámější elektrony a možná neutrino. A nejznámější kvarky jsou... žádné známé kvarky nejsou, protože v běžném životě je vždy nacházíme spojené do protonů a neutronů. Každý typ kvarků dostal abstraktní jméno, které neslouží žádnému jinému filologickému účelu, než aby je bylo možné od sebe rozeznat: „dolů“, „nahoru“, „podivný“, „půvabný“, „svrchní“ a „spodní.“

Mimochodem, jméno bosonů je odvozeno od jména indického fyzika Satyendranatha Boseho. Slovo „lepton“ pochází z řeckého *leptos*, neboli „světlo“ či „malý.“ „Kvark“ má však literární a mnohem nápaditější původ. Americký fyzik Murray Gell-Mann, který v roce 1964 přišel s návrhem existence kvarků, a který si tehdy myslel, že se kvarky dělí pouze na tři typy, jejich jméno převzal z typicky nenápadného citátu z díla modernisty Jamese Joyce *Plačky nad Finneganem*: „Tři kvarky pro pána Marka!“ Jedna výhoda, kterou se kvarky mohou pyšnit, je, že všechna jejich jména jsou jednoduchá – něco, co chemici, biologové a geologové, když vymýšlejí své názvy, zdánlivě nedokážou.

Kvarky jsou zvláštní. Na rozdíl od protonů, které mají vždy elektrický náboj +1 nebo elektronů s nábojem -1, mají kvarky náboj zlomkový, který se počítá ve třetinách. A mimo skutečně extrémní podmínky nikdy nenajdete samotný kvark, vždy se bude držet jednoho nebo dvou dalších kvarků. Vlastně síla, která je drží pohromadě, zesílí, když je od sebe oddělíte – jako by je držela pohromadě nějaká subnukleární gumička. Pokud od sebe kvarky roztáhnete dostatečně daleko, gumička praskne. Energie uložená v takové gumičce pak povolá rovnici  $E = mc^2$  a vytvoří nový kvark na obou koncích, takže skončíte, kde jste začali.

V první biliontině vteřiny života vesmíru, v éře kvarků a leptonů, byla jeho hustota dostatečná natolik, aby bylo průměrné rozdělení nespojených kvarků srovnatelné s rozdělením kvarků spojených. V těchto podmínkách se přilehlé kvarky nemohly pevně spojit, takže se mezi sebou volně pohybovaly. Poprvé hmotu v tomto stavu

zaznamenal experiment z roku 2002, který provedli fyzici v Brookhaven National Laboratories na Long Islandu.

Kombinace pozorování a teorie naznačuje, že velmi rané období v životě vesmíru, možná během jednoho rozdělení různých typů sil, obdařilo kosmos pozoruhodnou asymetrií, kde částice hmoty měly oproti částicím antihmoty převahu pouze přibližně miliardy a jedné částice oproti miliardě. Díky tomuto rozdílu dnes existujeme. Tohoto maličkého populačního rozdílu byste si mezi neustálým tvořením, ničením a opakovaným tvořením kvarků a antikvarků, elektronů a antielektronů (též známých jako positrony) a neutrin a antineutrin jen stěží povšimli. V této epoše měla ona výjimka, nepatrná převaha hmoty nad antihmotou, mnoho příležitostí k vyhledání dalších částic, se kterými se mohla navzájem zničit, v čemž pokračovaly i všechny ostatní částice.

Ne však nadlouho. Jak se vesmír dále rozpínal a chladnul, spadla jeho teplota pod 1 bilion stupňů Kelvina. Od počátku nyní uplynula pouhá jedna miliontina vteřiny, ale tento vlažný vesmír již neměl dostatečnou teplotu ani hustotu k vaření kvarků. Všechny kvarky si rychle sehnaly taneční partnery, čímž daly vzniknout nové, stále rodině těžkých částic zvané hadrony (z řeckého *hadros*, tedy silný). Tento přechod z kvarků na hadrony rychle vyprodukoval protony a neutrony spolu s dalšími, méně známými těžkými částicemi, které se všechny skládaly z různých kombinací kvarků. Nepatrná asymetrie mezi hmotou a antihmotou v kvarko-leptonové polévce tak přešla do hadronů, a to s nebyvalými důsledky.

Souvisle s chladnutím vesmíru se snižovalo množství dostupné energie ke spontánnímu vzniku částic. V hadronové epoše nemohly fotony při tvorbě kvarků a antikvarků nadále spoléhat na  $E = mc^2$  – jejich  $E$  se nemohla vyrovnat  $mc^2$  páru. Fotony, které byly výsledkem zbývajících vzájemných ničení hmoty a antihmoty, navíc dále ztrácely energii ve prospěch stále se rozpínajícího vesmíru, takže jejich energie nakonec nedostačovala k vytvoření párů hadronů a anti-hadronů. Každá miliarda anihilací po sobě zanechala miliardu fotonů a jen jediný přeživší hadron – němé svědectví o nepatrném přebytku hmoty nad antihmotou v raném vesmíru. Tyto samostatné hadrony si však nakonec užily všechnu zábavu, kterou si hmota může užít: byly zdrojem galaxií, hvězd, planet a lidí.

Bez nerovnováhy miliarda a jedna ku pouhé miliardě mezi částicemi hmoty a antihmoty by se všechna hmota ve vesmíru (vyjma temné hmoty, jejíž podobu stále

neznáme) anihlovala dřív, než v něm uplyne první vteřina, což by znamenalo vesmír, v němž bychom, pokud bychom vůbec existovali, viděli jen a pouze fotony. Byla to dokonalá realizace věty „Budiž světlo!“

Nyní uplynula první vteřina.

Vesmír dosáhl jedné miliardy stupňů, takže byl stále nesmírně horký. Pořád to stačilo k vaření elektronů, které se spolu se svými antihmotovými protějšky (pozitrony) dokola objevovaly a mizely. Ale ve stále se rozpínajícím a stále chladnoucím vesmíru byly jejich dny (vlastně vteřiny) sečteny. Co dříve platilo pro hadrony, to nyní platilo pro elektrony a pozitrony: navzájem se zničily a jediným přeživším tohoto sebevražedného svazku hmoty a antihmoty byl jeden elektron z miliardy. Ostatní elektrony a pozitrony zemřely ve vesmírné potopě s ještě větším mořem fotonů.

Jakmile éra anihilací elektronů a pozitronů skončila, vesmír „zmrazil“ jejich stavy na jednom elektronu na každý proton. Jak chladl dále, jeho teplota se snížila pod 100 milionů stupňů a jeho protony se spojily s ostatními protony a neutrony. Takto vytvořily jádra atomů a daly vzniknout vesmíru, v němž jádra vodíku tvoří 90 % všech atomových jader a helium tvoří zbylých 10 % spolu s relativně nepatrnými počty jader deuteria, tritia a lithia.

Od počátku nyní uplynuly dvě minuty.

Naší částicové směsi elektronů, fotonů a jader vodíku a helia se po dalších 380 000 let mnoho nestalo. Během těchto stovek tisíců let zůstala teplota vesmíru dostatečně vysoká, aby mohly elektrony volně poletovat mezi fotony a občas se s nimi srazit.

Jak krátce popisujeme ve třetí kapitole, elektrony o tuto svobodu náhle přišly, když teplota vesmíru spadla pod 3 000 stupňů Kelvina (přibližně polovina teploty povrchu Slunce). Právě v té době si elektrony našly orbity okolo jader, čímž vznikly atomy. Svazek elektronů a jader po sobě zanechal nově zformované atomy v lázni fotonů viditelného světla, což uzavírá příběh o vzniku částic a atomů v prapůvodním vesmíru.

Jak se vesmír dále rozpínal, jeho fotony dále ztrácely energii. Ať se dnes astrofyzici podívají kamkoli, naleznou tam kosmický otisk prstu ve formě mikrovlnných fotonů o teplotě 2,73 stupňů, což znamená tisícinásobný propad oproti energii, jakou fotony měly při vzniku atomů. Vzorce, podle kterých se fotony pohybují po obloze,

tedy stejné množství energie, které přichází z různých směrů, v sobě nesou záznam vesmírné distribuce hmoty z doby těsně předtím, než se zformovaly atomy. Z těchto vzorců mohou astrofyzici nabýt nebývalých znalostí, včetně poznatků o věku a tvaru vesmíru. Přestože atomy jsou dnes součástí běžného života ve vesmíru, Einsteinova rovnice má nadále na mnohých místech plno práce: v urychlovačích částic, kde se běžně tvoří páry částic z hmoty a antičástic z energetických polí; v jádru Slunce, kde se každou vteřinu převádí 4,4 milionu tun hmoty na energii; a v jádrech všech ostatních hvězd.

Rovnice  $E = mc^2$  se také umí angažovat poblíž černých děr, přímo na pokraji jejich horizontu události, kde se na úkor impozantní gravitační energie černé díry zničehonic objevují páry částic a antičástic. Britský kosmolog Stephen Hawking prvně popsal toto jejich složité chování v roce 1975. Ukázal, že se pomocí tohoto mechanismu může pomalu vypařit veškerá hmota černé díry. Jinými slovy, černé díry nejsou tak úplně černé. Tento úkaz je známý jako Hawkingova radiace a připomíná nám, že Einsteinova nejslavnější rovnice je stále plodná.

Co se ale stalo *před* touto kosmickou bouří? Co se stalo před začátkem?

Astrofyzici o tom nemají ponětí. Respektive naše nejkreativnější nápady se téměř vůbec nezakládají na vědeckých experimentech. Nábožní, hluboce věřící lidé však často poněkud samolibě trvají na tom, že něco to všechno přeci jen muselo spustit: síla nad všechny síly, zdroj, z něhož vše pochází. Původní hybatel. V mysli takového člověka se samozřejmě jedná o Boha, jehož podoba se liší od jednoho věřícího k druhému, ale který za spuštění této laviny vždy nese zodpovědnost.

Ale co když vesmír existoval vždy, ve stavu či kondici, které teprve musíme objevit – například v mnohovesmíru, v němž je to, čemu říkáme vesmír, jen malou bublinou v moři plném pěny? Nebo co kdyby se vesmír, podobně jako částice, jen tak objevil z ničeho, či z něčeho pro nás neviditelného?

Tyto odpovědi většinou nikoho neuspokojují. Nicméně nám připomínají, že informovaná neznalost poskytuje vědcům přirozený stav mysli pro výzkum na neustále se posouvajících hranicích poznání. Lidé, kteří věří, že znají vše, buď nikdy nehledali kosmickou hranici mezi známým a neznámým, nebo na ni nikdy nenarazili. V tom tkví fascinující dichotomie. Odpověď „Vesmír vždy existoval,“ nelze brát vážně jako odpověď na otázku „Co existovalo před začátkem?“ Pro mnohé věřící

je však tvrzení: „Bůh existoval vždy,“ jasnou a příjemnou odpovědí na otázku: „Co bylo před Bohem?“

Pokud se, ať už jste kýmkoliv, pustíte do objevování toho, kde a jak vše začalo, může to ve vás vyvolat nadšení či vášně – jako by v očekávání, že pokud poznáte naše počátky, umožní vám to poznat či dokonce ovládnout, co přijde v budoucnu. Co platí pro sám život, platí tedy i pro vesmír: vědět, odkud přicházíte, je stejně tak důležité, jako vědět, kam míříte.



## 3. Komentář k překladu

### 3.1. Vnětextové faktory

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu vnětextových faktorů výchozího textu podle modelu Christine Nordové (2005: 43–87). Podkapitola o funkčních stylech je založena na modelu Romana Jakobsona (1995: 74–105).

#### 3.1.1. Autor a záměr

Autory knihy *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* jsou známí američtí popularizátoři astrofyziky, astronomie a kosmologie, Neil deGrasse Tyson a Donald Goldsmith.

Neil deGrasse Tyson (1958 – ) je uznávaný astrofyzik, univerzitní lektor, ředitel Haydenova planetária v New Yorku a jeden z nejznámějších popularizátorů astrofyziky a vědy obecně. O tom v první řadě svědčí jeho obsáhlá bibliografie, která sestává jak z odborných textů, tak z textů populárně naučných, z nichž některé vyšly i v českém překladu, např. *Vesmírný posel* či *Krátké přivítání ve vesmíru*. Kromě toho se Tyson objevil jako moderátor mnoha populárně naučných televizních pořadů o vesmíru včetně seriálu *Kosmos: časoprostorová odyssea*, který navazuje na podobný populárně naučný pořad Carla Sagana. V tomto popisu čerpám z autorova vlastního webu (c2024) a z webu Databáze knih (c2008–2024)

Donald Goldsmith (1943 – ) je známým autorem populárně naučných textů v oblasti astrofyziky a za své zásluhy v tomto odvětví obdržel různá ocenění, např. ocenění za celoživotní zásluhy ve vzdělávání v oblasti astronomie od Americké astronomické společnosti a za popularizaci astronomie od Pacifické astronomické společnosti. V tomto odvětví je známý především svými populárně naučnými knihami, např. *Exoplanets*, *The Runaway Universe* nebo *The Hunt for Life*. Informace o tomto autorovi čerpám z webu The Planetary Society (c2024).

Záměrem autorů je v tomto díle podrobně představit čtenáři počátky vesmíru v poutavé a záživné podobě přívětivé pro širší veřejnost se zájmem o dané téma.

#### 3.1.2. Adresát

Za příjemce textu lze považovat zejména pokročilé zájemce z řad širší veřejnosti o téma vesmíru či přímo o astrofyziku. Nepředpokládají se nezbytně obsáhlejší znalosti z daného oboru, text je však značně podrobný a nejzákladnější znalosti dané problematiky, ač jsou některé z nich v textu vysvětlené, jsou spojeny se znalostmi

pokročilými, např. základní znalost toho, že hmota a antihmota se při vzájemném střetu navzájem zničí, se v textu poprvé objevuje již v kontextu informace, že hmota antihmota vznikly tak, že fotony převedly svou energii do formy částic hmoty a antihmoty, a že po jejich vzájemném zničení se daná energie opět vrací do formy fotonů. Je proto možné, že se čtenář nebude v textu dobře orientovat, pokud již tyto základy neovládá. Některé základní informace pak v textu přímo chybí, a navzdory tomu, že jejich znalost není nezbytná k pochopení textu, obohacují požitek čtenáře. Přestože je v první kapitole např. vysvětleno, že Kelvinova teplotní stupnice nepracuje se zápornými čísly, nikde není uvedeno, že mezi jejími jednotlivými stupni jsou stejné rozdíly, jako mezi stupni Celsia, které používáme denně. Tato informace by pomohla čtenáři v utvoření představy o teplotě vesmíru.

Oproti např. *Stručné historii času* od Stephena Hawkinga (2007: 84–87), který svým dílem také cílil na širší veřejnost, je tato kniha nejen delší, ale také komplexnější, zaměřuje se na užší téma a méně podrobně vysvětluje základní pojmy, na které následně navazuje. Oba dva texty se v jednom bodě věnují rozdělení původních přírodních sil neboli interakcí v raném vesmíru, nicméně Hawking všechny čtyři interakce nejprve podrobně vysvětlí na přibližně čtyřech stranách textu a až poté popisuje jejich rozdělení a jeho dopady, zatímco Tyson a Goldsmith věnují definici těchto čtyř sil necelých 5 řádků.

### 3.1.3. Médium

Knihy vyšla v nakladatelství W. W. Norton & Company, které bylo založeno již v roce 1923. Jedná se o vysoce prestižní nakladatelství, jehož prostřednictvím publikovali laureáti významných cen, od Pulitzerovy ceny po Nobelovu cenu za literaturu. V tomto nakladatelství vychází jak beletrie (např. *A Clockwork Orange* od Anthonyho Burgesse), tak populárně naučná a odborná literatura. Kromě toho v něm vychází různé příručky určené jak pro širokou veřejnost, tak pro vyučující a studenty. Tyto informace čerpám z webových stránek W. W. Norton & Company (c2024).

### 3.1.4. Místo a čas

W. W. Norton & Company je americké nakladatelství sídlící v New Yorku. Tiráž knihy uvádí, že byla vytištěna v USA. První vydání knihy *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* je podle údajů v tiráži z roku 2005, copyright je pak

z roku 2004. V roce 2014 vyšlo obsahově totožné druhé vydání. Informace podávané v textu jsou tedy aktuální k roku 2004, kdy původní text vznikl.

### 3.1.5. Jazykové funkce textu

Nejvýrazněji se v textu projevuje **funkce referenční**, která se zaměřuje na kontext a denotát a jejímž cílem je podávat příjemci informace. Tyto informace jsou zpravidla oproštěny od osobních názorů autorů či citového zabarvení. V tomto textu je pak často doplňována **funkcí konativní**, jež autoři užívají např. žádají-li čtenáře, aby si představil mnohé neblahé následky hypotetické situace, v níž by byly fyzikální zákony v našem měřítku stejně tak nepředvídatelné, jako fyzikální zákony v kvantové fyzice. V textu se také vyskytuje několik příkladů **funkce fatické**, např. ve větě:

Do you long for some action with  $E = mc^2$ ? (s. 66)

Na tuto větu pak přímo navazuje věta obsahující funkci konativní, v níž autoři instruuji čtenáře, co by měl pro onu „zábavu“ s Einsteinovou nejslavnější rovnicí udělat. Dále je v textu v částech, kde autoři vysvětlují důležité termíny, patrná **funkce metajazyková**. Ta je též přítomna u vysvětlení etymologie slova „kvark“. V textu je pak poměrně často patrná **funkce expresivní až poetická**, neboť autoři se ve snaze učinit text poutavějším pro širší veřejnost často vyjadřují metaforicky, např. když popisují spojení dvou vědních oborů, konkrétně kvantové mechaniky a elektromagnetismu, jako manželský svazek:

Spurred by the successful marriage of quantum mechanics and electromagnetism [...] (s. 67)

Autoři též využívají přirovnání – něco, co si nedokážeme představit, přirovnávají k věcem nám známým, např.:

Or what if you go to a sumo wrestling match after work, only to see the two nearly spherical gentlemen collide, disappear, and then spontaneously become two beams of light that leave the room in opposite directions? (s. 64)

Zde je jedno ze tří přirovnání, pomocí něhož autoři popisují zdánlivou nesmyslnost moderní fyziky.

Co se funkčních stylů týče, text lze zařadit k odbornému, populárně naučnému stylu (Krčmová, 2017), případně stylu populárně vědeckému (Knittlová a kol., 2010: 150). Přestože jsou u příjemce předpokládány základní znalosti tématu, text je

formulován jakožto přístupný a čtivý a cílí na širší veřejnost za účelem popularizace daného tématu.

## **3.2. Vnitrotextové faktory**

Tato kapitola se zaměřuje na analýzu vněttextových faktorů výchozího textu podle modelu Christine Nordové (2005: 87–153).

### **3.2.1. Téma a obsah**

Vybraný úsek textu se dělí na tři části: předmluvu, úvod a první kapitolu.

Předmluva se zaměřuje na lidské poznání ve vztahu k vesmíru a jeho počátkům, lidské schopnosti porozumět světu kolem sebe a tomu, jak k výzkumu obecně přistupuje vědecká metoda. Předmluva končí popisem čtyř skupin lidí rozdělených podle toho, jak tito lidé vnímají vědecké poznatky a jak s nimi nakládají. Tato část textu je zaměřena i filozoficky a zmiňuje mimo jiné i Platóna či Johna Donna, jehož dílo i cituje.

Úvod slouží do jisté míry jako sumarizace obsahu zbytku celého textu a chronologicky ve zkratce popisuje události od vzniku vesmíru až po vznik člověka.

První kapitola se již podrobně zabývá kvantovou mechanikou, obecnou teorií relativity a vznikem samotného vesmíru. Prvně popisuje rozdíl mezi běžnou fyzikou a fyzikou moderní a následně se již chronologicky věnuje vzniku vesmíru, Planckově epoše, rozdělení přírodních sil, vzniku částic a antičástic až po vznik atomů. Kapitulu uzavírá krátké filozofické zamyšlení nad tím, co se mohlo udát před samotným velkým třeskem.

### **3.2.2. Presupozice**

Jak již uvádím výše, důkladné porozumění textu vyžaduje od čtenáře již základní, obecnou orientaci v daném tématu. Není potřeba znát podrobně termíny vědního oboru astrofyziky, neboť jsou v textu vždy vysvětleny, ale základní znalosti ze středoškolské fyziky se u příjemce předpokládají. Např. vztah mezi energií částic a teplotou není v textu podrobně vysvětlen, pouze se na něj odkazuje v kontextu dalších informací, např. ve větě

As the universe cooled, the amount of energy available for the spontaneous creation of particles declined continuously. (s. 70)

Informaci o této korelaci lze tedy z textu odvodit, autoři však zjevně předpokládají, že si jí je čtenář alespoň okrajově vědom.

Autoři také od čtenáře očekávají základní kulturní znalost anglofonní jazykové sféry. Citují totiž několik děl od různých autorů, u nichž očekávají, že je čtenář obeznámen alespoň s jejich existencí, neboť autory ne odborných textů ani jejich díla blíže nepředstavují. Tato intertextualita by tedy mohla pro českého čtenáře představovat problém. V předmluvě najdeme citaci básně *The Anatomy of the World* od Johna Donna, který není dále jakkoli blíže popsán. Je pouze uvedeno v jakém roce byla báseň napsána a proč je relevantní k historii vědy. V první kapitole pak autoři popisují vznik slova kvark a při tom odkazují na Jamese Joyce. Tohoto irského modernistického spisovatele však necharakterizují, pouze uvádějí, z jakého jeho díla pochází citát, podle něhož jsou kvarky pojmenovány. Autoři dále odkazují i na současnou americkou popkulturu, konkrétněji na komiks od společnosti Marvel:

Increase the photons' energy by another factor of 2,000, and you now have gamma rays with enough energy to turn susceptible people into the Hulk. (s. 66)

### 3.2.3. Kompozice textu

Celý text je rozdělen do předmluvy, úvodu a pěti tematicky odlišných a na sebe chronologicky navazujících částí, které jsou vždy rozděleny do několika kapitol, v nichž je text následně klasicky dělen na odstavce. Jednotlivé části jsou od kapitol a běžného textu odlišeny velikostí textu a fontem. První odstavec každé kapitoly začíná iniciálou. Dále text obsahuje rejstřík, slovníček pojmů, doporučenou navazující literaturu a údaje o autorských právech vztahujících se na použité obrázky, které jsou do textu vloženy na samostatných stránkách a slouží jako vizuální příloha k textu.

V textu převládají odstavce dlouhé přibližně 100–150 slov, nicméně se v textu nachází i nezanedbatelné množství velmi krátkých odstavců zabírajících pouze jeden řádek, které autoři používají ke zvýraznění v nich obsažených informací či k přechodu z jednoho tématu na druhý.

### 3.2.4. Lexikum

Vzhledem k tomu, že se jedná o populárně naučný text, nikoli text vědecký, využívá primárně neutrální slovní zásobu. Styl populárně naučný však stále spadá pod styl odborný (Krčmová, 2017), což se v textu odráží častým užíváním formálního

lexika, např. *incessantly, derive, fractional, contemporary, significance, elude, predictions, remarkably, inquiry, intermittent* apod. Jak ale uvádí Knittlová a kol. (2010: 150), populárně naučný styl užívá i prvků hovorových, případně publicistických.

Velmi významnou lexikální složku textu pak tvoří odborné termíny z oblasti astrofyziky. Jedná se především o názvy jednotlivých jevů a objektů, které jsou v textu popisovány, např. *quark, lepton, hadron, boson, atom, antimatter, electron, photon, supercluster, nucleus* atd. S tím pak souvisí vlastní jména některých objektů, např. *the Milky Way, the Orion arm, the Virgo supercluster* apod. Obecněji se pak v textu vyskytuje lexikum z oblasti fyziky, které se však na rozdíl od lexika výše zmíněného objevuje i v neoborném kontextu, např. *energy, temperature, matter, radiation, mass, particle* apod.

V textu je však patrná též aktualizace prostřednictvím expresivního lexika. Např. ve větě

At the end of the Planck Era, gravity wriggled itself loose from the other, still-unified forces of nature, achieving an independent identity nicely described by our current theories. (s. 67)

lze pozorovat adherentní expresivitu ve slově *wriggled*, které je zde personifikací slova *gravity*. V textu jsou také poměrně časté metafory, např.

High-energy photons don't hang out just anywhere, but they do exist in many a cosmic crucible.. (s. 66)

While time dragged on for the universe's first trillionth of a second, the interplay of matter and energy continued incessantly. (s. 68)

Text je poměrně nominální, nicméně vzhledem k tomu, že se jedná o populárně naučnou knihu, nedosahuje nominálnosti odborných publikací. Na to má vliv i fakt, že v textu jsou oproti textu vědeckému patrnější slohové postupy výkladové a vyprávěcí, a naopak postup popisný je jimi relativně potlačen.

### **3.2.5. Syntax**

Syntax je poměrně složitá Často se vyskytují relativně rozsáhlá souvětí, která nezářídka přesahují tři a více řádků. Ke snazší orientaci v nich slouží interpunkce. Vzhledem k odborné povaze tématu jsou časté především vsuvky a vysvětlivky, které autoři oddělují jak pomocí čárek nebo závorek, tak pomocí pomlček.

V českém jazyce se vsuvka zpravidla považuje za celek, který s danou větou volně významově souvisí a není začleněn do její gramatické stavby (Internetová jazyková příručka, c2008–2024). Za jeden z mnoha případů výskytu vsuvky oddělené pomlčkami lze uvést následující větu originálu:

Roll the clocks backward some more – say, 13.7 billion years – and you land squarely in [...] (s. 66)

Tuto vsuvku lze přeložit bez jakýchkoliv interferencí či posunů, aniž by bylo nezbytné ji dále transformovat:

Přetočte hodiny pozpátku o něco více – řekněme, 13,7 miliardy let – a přistanete přímo v [...] (s. 18)

Bylo by však také možné namísto pomlček zvolit čárky, nicméně tím by došlo k odstranění výrazné separace mezi touto vsuvkou a zbytkem souvětí, jehož je součástí. Internetová jazyková příručka AV ČR (c2008–2024) též uvádí, že pomlčky mohou být pro oddělení vsuvek v některých případech dokonce vhodnější než čárky.

### **3.3. Fiktivní zadání**

Tato podkapitola se zabývá otázkou, zda a kde by mohl být český překlad výchozího textu publikován.

Knihy Donalda Goldsmitha v českém překladu zatím nevyšly, ale díla Neila de-Grasse Tysona již ano. Jedná se o populárně naučné knihy zaměřené na vesmír, které vyšly v různých nakladatelstvích, např. *Mladá fronta*, *Zoner Press*, *Knihna Zlín* či *Matfyz Press* (Databáze knih, c2008–2024) Český překlad celé knihy by tedy mohl být publikován v jednom z těchto nakladatelství. Překládaný úryvek sestává ze tří částí: předmluvy, úvodu a první kapitoly. Předmluva je alespoň částečně spjata s knihou, není tedy publikovatelná samostatně. Úvod či první kapitola jsou však s minimální úpravou publikovatelné samostatně, přičemž by mohly být vhodné např. pro časopis *Astro*.

### **3.4. Metoda překladu**

Podle Knittlové a kol. (2010: 14) musí kvalitní překlad splňovat přinejmenším tři základní kritéria: musí působit přirozeně v cílovém jazyce, musí mít totožný význam jako předloha a musí ve čtenáři v cílovém jazyce vyvolat stejnou reakci, jakou ve svém čtenáři vyvolává předloha.

Je tedy nezbytné zachovat odbornou správnost textu, všechny jeho jazykové funkce a slohové postupy společně s popularizačním stylem vyjadřování. Zároveň je však potřeba přizpůsobit původní text české gramatice, aby text působil pro českého čtenáře přirozeně a nedocházelo v něm k interferencím z anglického jazyka, např. co se týče syntaxe, nominálnosti, pasíva atd.

V souvislosti s tím je nutné přihlížet k výše uvedeným vnětetovým a vnitrotetovým faktorům textu dle Nordové (2005). Cílem textu je zejména předat čtenáři informace o daném tématu, proto jsem se během překládání snažil od textu odchylovat co nejméně, aniž by však docházelo k interferencím či jiným vadám.

Zásadní překážku mimo jiné představovala nutnost zachovat správnost užití odborné terminologie, zejména z oblasti astrofyziky. Abych tuto překážku překonal, užil jsem české texty pojednávající o daných jevech, z nichž jsem tak mohl načerpat potřebnou slovní zásobu. Tyto texty mi též umožnily lépe výchozímu textu porozumět. Stejně tak mi pomohly již existující české překlady populárně–naučné literatury na stejné či podobné téma.

### **3.5. Překladatelské problémy**

Tato kapitola se zabývá vybranými aspekty původního textu, které bylo z různých důvodů obtížné převést do českého jazyka. Jedná se jak o syntaktické problémy, jež jsou způsobeny rozdíly mezi českou a anglickou syntaxí, tak o problémy lexikální povahy, zejména pak o odbornou terminologii a častou expresivitu. Zvláštní kategorií jsou také citáty jiných děl, které nejsou v textu časté, nicméně se vyskytují, a je tedy třeba je správně přeložit. V textu se také objevuje několik kulturně–specifických referencí, které nemusí být českému čtenáři známé.

#### **3.5.1. Terminologická a faktická správnost**

Protože se jedná o populárně naučný text, je nezbytné zachovat správnost odborné terminologie v textu používané. V případě tohoto textu se jedná o termíny z oblasti astrofyziky a fyziky obecně, popř. z jiných vědních disciplín. Mnohé termíny jsou obecně známé, např. *gravitace*, vyskytovaly se však i termíny, jejichž správnou podobu jsem si musel ověřit prostřednictvím odborných či populárně naučných textů v českém jazyce.

Jednalo se např. o názvy čtyř základních přírodních sil, tedy *gravity*, *electromagnetic force*, *weak nuclear force* a *strong nuclear force*, v češtině pak *gravitace*,



*elektromagnetická síla, slabá jaderná síla a silná jaderná interakce*. Tyto české termíny jsem ověřil v českém překladu díla *Stručná historie času* (Hawking, 2007: 84–87).

Dalším takovým termínem je tzv. *reliktní záření*, ve výchozím textu zvané *cosmic microwave background*. Tento termín jsem ověřil z českého textu na webových stránkách České astronomické společnosti (Šmída, 2004). V tomto článku je reliktní záření též nazýváno *mikrovlnné pozadové záření*, což je lexikálně blíže výchozímu textu. Je v něm však explicitně uvedeno, že je toto záření dnes známé pod názvem *reliktní záření* (Šmída, 2004). Z toho důvodu používám v překladu tento termín.

Komplikovaný byl zejména překlad termínu *primordial soup*, který může označovat dva různé jevy. Jedním z nich je tzv. *prebiotická polévka*, což je tekutina obsahující zárodky života na zemi (Houser, 2002). Autoři zde však hovoří o tzv. *prvotní polévce* (Mihulka, 2020: 18), taktéž známé jako *kvarková polévka* (*quark soup*), jak je nazvána dále ve výchozím textu. Těmito dvěma termíny označujeme hmotu ve vesmíru bezprostředně po velkém třesku.

Také bylo nezbytné ověřit správný překlad tzv. „vůní“ kvarků, které jsou označeny jinak zcela všedními termíny:

“up” and “down,” “strange” and “charmed,” and “top” and “bottom.” (s. 68)

„dolů,“ „nahoru,“ „podivný,“ „působivý,“ „svrchní“ a „spodní.“ (s. 20)

Seznam těchto šesti vůní kvarků jsem našel v *Multimediální encyklopedii Fyziky* (Reichl, Všeticka, c2006–2024), nicméně *top* v něm chybí, namísto něj je uveden název *truth*. Dle Wikipedie (2001–) jsou termíny *top* a *truth* zaměnitelné, přičemž *top* je přeloženo jako *svrchní*.

Dále lze uvést např. termín *the Virgo supercluster*, tedy *nadkupa galaxií v Panně*, který překládám dle serveru Astronomia, jehož provoz zajišťuje Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni (2013).

Další termíny:

- *Planck era – Planckova epocha* (Mihulka, 2020: 15)
- *Quantized energy – Kvantovaná energie* (Fikáček, 2020)

### 3.5.2. Intertextualita

V překládaném úseku výchozího textu se citace jiných děl či osob vyskytují na pouze čtyřech místech. V předmluvě se jedná o úryvek básně Johna Donna, v úvodu je na samém začátku citován Lucretius, v první kapitole je několik citátů za sebou ze stejného díla od Alberta Einsteina a v též kapitole je krátký citát z díla Jamese Joyce. V textu je také jmenováno několik specifických děl Alberta Einsteina a v případě citátu Johna Donna je zmíněn název citované básně.

Jak uvádí např. Levý (2012: 82–90), překlad plní v cílovém jazyce více funkcí a mimo jiné v něm a jeho kultuře reprezentuje text výchozí. Z tohoto důvodu jsem se kdykoli to bylo možné uchýlil k existujícímu překladu daných citovaných úryvků, neboť právě v té podobě budou známy i českému čtenáři, je-li s nimi obeznámen.

V případě úryvku básně *The Anatomy of the World: The First Anniversary* od Johna Donna tedy překlad přebírám z výboru *Komu zvoní hrana*, který uspořádal a přeložil Zdeněk Hron (1987: 128).

Mnohem větší problém pro mě představovaly citace Alberta Einsteina. Citovány a jmenovány byly články *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*, tedy *O elektrodynamice pohybujících se těles* a *Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?*, tedy *Závisí setrvačnost tělesa na jeho energetickém obsahu?* Překlad německého originálu autoři přebírají z díla *The Principle of Relativity*, které kompiluje mnoho textů Alberta Einsteina v anglickém překladu, jenž vyhotovili W. Perrett a G.B. Jeffrey. Mně se nicméně nepodařilo najít oficiálně publikované české překlady těchto článků, ani český překlad *The Principle of Relativity*. Na webových stránkách Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy jsem však našel výukové materiály s názvem *O rovnici  $E = mc^2$ , jaderných reakcích, energii hvězd a vzniku prvků*, které vytvořil Jiří Podolský (2003). V těchto materiálech jsou obsaženy identické citáty, jaké používají Tyson a Goldsmith, a to včetně českých názvů daných článků. Vzhledem k tomu, že jsem nenalezl oficiálně publikované překlady těchto článků, a že původcem zmíněných materiálů je Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy, jsem se rozhodl tyto překlady převzít. Výhodou je, že neobsahují velmi specifické termíny, jejichž správnost by bylo složité ověřit. Je v nich však zachováno značení  $L$  a  $V$  pro energii a rychlost světla, které je užito ve vzorcích v původním článku (Einstein, 1905). Znaky, které pro tyto veličiny standardně používáme, jsou  $E$  pro energii a  $c$  pro rychlost světla, které ve svých citacích

užívají také Tyson a Goldsmith. Jejich správnost jsem dodatečně ověřil v učebnici *Kompendium fyziky* (Gasha, Pflanz, 2008). Příkladem budiž první ze dvou citátů:

If a body gives off the energy  $E$  in the form of radiation, its mass diminishes by  $E/c^2$  ... The mass of a body is a measure of its energy-content; if the energy changes by  $E$ , the mass changes in the same sense. (s. 65)

Jestliže těleso vydá energii  $E$  ve formě záření, jeho hmotnost se zmenší o  $E/c^2$ . [...] Hmotnost tělesa je mírou jeho energetického obsahu; jestliže se jeho energie změní o  $E$ , pak se hmotnost změní ve stejném smyslu. (s. 17)

Na podobný problém jsem narazil s citátem římského filozofa a básníka, Tita Lucretia Cara. Zde jsem však nebyl schopen nalézt ani zdroj původního citátu, ani jeho překlad do českého jazyka. Překladů jediného známého Lucretiova díla, *De rerum natura*, do anglického jazyka je mnoho, což zvyšuje pravděpodobnost chyby na mé straně při hledání zdroje citátu v angličtině. Na tom však pro účely nalezení oficiálního českého překladu nezáleží, protože překlad do jazyka českého existuje pouze jeden, a to od Julie Novákové (1971). Text jsem v digitální podobě prohledal celý, ale daný citát v něm obsažen není. Byl jsem tedy nucen vytvořit překlad vlastní:

The world has persisted many a long year, having once been set going in the appropriate motions. From these everything else follows. (s. 58)

Svět přetrvával po mnoho dlouhých let, byv jednou uveden do příslušného pohybu. Z toho vychází vše ostatní. (s. 12)

Posledním citátem jiného díla je pak úryvek z *Finnegan's Wake* od Jamese Joyce, podle něhož dostaly podle autorů své jméno elementární částice kvarky. Toto dílo se nikdy nedočkal českého překladu, a není tedy možné citát z oficiálního překladu převzít. Dílo je v českém jazyce běžně označováno jako *Plačky nad Finneganem* (Mlynář, 2023), tudíž jsem je tak nazval ve svém překladu. Samotný citát pak vypadá následovně:

„Three quarks for Muster Mark!“ (s. 68)

Oficiální český překlad tohoto díla sice neexistuje, nicméně jsem na internetu našel různé neoficiální překlady této věty, zejména v článcích z oblasti fyziky, které se zabývaly kvarky. Nakonec jsem se rozhodl pro tento překlad z populárně naučného díla *Co nemůžeme poznat* od Marcuse du Sautoye (2019: 99):

„Tři kvarky pro pána Marka!“ (s. 20)

### 3.5.3. Kulturně-specifické reference

Ve výchozím textu jsou zmíněna dvě díla anglicky-píšících autorů, konkrétně *Anatomie světa* od Johna Donna a *Plačky nad Finneganem* od Jamese Joyce. Tito autoři nejsou v textu jakkoli blíže popsáni, protože pro anglofonního čtenáře se nejedná o neznámé osobnosti, které by tedy potřebovaly blíže uvést. Čtenář z českého prostředí s nimi však nemusí být blíže obeznámen a nemusí tedy porozumět tomu, proč jejich díla autoři výchozího textu citují. Kvůli tomuto pragmatickému významovému rozdílu může být nezbytné při překladu přidat informace, které nejsou obsaženy ve výchozím textu (Knittlová a kol., 2010: 92).

V případě Johna Donna je k pochopení citace nezbytné vědět, že se jednalo o silně věřícího básníka, který mimo jiné psal náboženskou poezii. Z tohoto důvodu byl na počátku 17. století vůči vědě jako takové skeptický. V tomto případě jsem zvolil vnitřní vysvětlivku – explikativní řešení pomocí přístavku volného (vyznačeno tučně):

These anti-scientists still feel the shock that John Donne described in his poem “The Anatomy of the World: The First Anniversary,” written in 1611 as the first fruits of modern science appeared: (s. 55)

Tito anti-vědci stále pociťují tentýž šok, jaký popsal John Donne, **kazatel a autor milostné a náboženské poezie**, v básni *Anatomie světa: první výročí*, kterou napsal v roce 1611, zatímco moderní věda začala poprvé přinášet výsledky: (s. 10)

James Joyce pak není popsán vůbec, je pouze uveden jako autor díla *Finnegan's Wake*:

[...] drew the name from a characteristically elusive line in James Joyce's *Finnegans Wake*: “Three quarks for Muster Mark!” (s. 68)

Nejzásadnější informací o Jamesi Joyceovi je v tomto kontextu to, že se jednalo o modernistického autora, neboť motivací pro vznik této repliky je Joyceova experimentální modernistická próza, v níž autor často vytváří zcela nové lexikum, což vysvětluje původ slova *kvark*. Nejefektivnějším způsobem, jak podat tuto informaci českému čtenáři, je nazvat Joyce modernistou, neboť lze předpokládat, že se základní charakteristikou modernistické prózy byl český čtenář seznámen již na střední škole. Abych při překladu omezil zásah do syntaxe na nezbytné minimum, zvolil jsem v tomto případě vnitřní vysvětlivku tvořenou těsným přístavkem:

[...] jejich jméno převzal z typicky nenápadného citátu z díla modernisty Jamese Joyce *Plačky nad Finneganem*: „Tři kvarky pro pána Marka!“ (s. 20)

Poslední kulturně-specifickou referencí na anglofonní realie, u níž není zaručeno, že jí bude český čtenář rozumět, je následující odkaz na komiksy od společnosti Marvel:

Increase the photons' energy by another factor of 2,000, and you now have gamma rays with enough energy to turn susceptible people into the Hulk. (s. 66)

Jedná se o odkaz na komiks společnosti Marvel o Dr. Bruci Bannerovi, který je v důsledku nehody zasažen extrémním množstvím záření gama, kvůli čemuž se přemění na obří zelené stvoření známé jako Hulk.

Vzhledem ke konkrétní povaze tohoto odkazu ho nelze řešit pomocí substituce za odkaz na podobný příběh z českého prostředí, neboť takový příběh odkazující na záření gama se v českém prostředí nevyskytuje.

Tuto referenci jsem se oproti předchozím zmíněným příkladům rozhodl nevysvětlovat, a to ze tří důvodů. Zaprvé by nebylo možné provést explikaci této reference bez vážnějšího zásahu do syntaxe.

Zadruhé se jedná o bonmot, jehož případné nepochopení nepřekáží čtenáři v porozumění podávaných informací (tedy že fotony viditelného světla disponují mnohem menší energií než fotony záření gama, a proto u nich nedochází k neustálé přeměně hmoty na energii a zpět), což je hlavním účelem populárně naučného textu.

A zatřetí se jedná o referenci, které v dnešní době český čtenář pravděpodobně porozumí. Komiksy od společnosti Marvel se dočkaly velmi populárních a celosvětově známých filmových zpracování, takže lze do jisté míry předpokládat, že je s nimi český čtenář obeznámen, a vtip mu tedy neunikne. V době vydání výchozího textu (2004) tato filmová zpracování neexistovala, takže by mohlo být nezbytné bonmot dále vysvětlit, pokud bychom si chtěli být jisti, že zachováme jeho účinek.

#### **3.5.4. Expresivita**

Populárně naučný text se mimo jiné od odborného textu často liší tím, že obsahuje bohatší lexikum, někdy včetně expresivních výrazů. Patří do něj i hovorové a publicistické vyjadřovací prostředky, vše za účelem podat široké veřejnosti informace z daného vědního oboru zajímavou a poutavou formou (Knittlová a kol., 2010:

150). Oproti odbornému textu též vykazuje vyšší úroveň kontaktovosti (Krčmová, 2017).

V tomto textu slouží expresivita často k názornému popsání komplexních a abstraktních jevů, přičemž pracuje se čtenářovou představivostí. Autoři poměrně často využívají zejména personifikaci a metaforu:

All the quarks quickly grabbed dance partners, creating a permanent new family of heavy particles called hadrons [...] (s. 69)

Tento úryvek obsahuje jak personifikaci, tak metaforu (popisuje vytvoření subnukleárního spojení mezi dvěma částicemi jako shánění tanečních partnerů).

Všechny kvarky si rychle sehnaly taneční partnery, čímž daly vzniknout nové, stálé rodině těžkých částic zvané hadrony [...] (s. 21)

Vzhledem ke stylu a účelu textu není důvod tuto expresivitu záměrně nivelizovat. Existují však případy, kde není možné expresivní výrazové prostředky zcela převést do českého jazyka, např. proto, že pro dané lexikum v češtině neexistuje úplný protějšek, který by zachoval jak denotační, tak konotační význam lexika výchozího textu:

Or what if the universe, like its particles, just popped into existence from nothing we could see? (s. 72)

Sloveso *pop* je založeno na citoslovci *pop* a jeho ekvivalenty v češtině všechny odkazují na zvuky jako prásknutí, prasknutí, rupnutí atd., ale v angličtině se běžně používá k vyjádření toho, že se něco znenadání objevilo. V češtině však tato asociace neexistuje.

Nebo co kdyby se vesmír, podobně jako částice, jen tak z čista jasna objevil z ničeho, či z něčeho pro nás neviditelného? (s. 23)

Abych zachoval expresivitu daného výroku aniž bych tím přišel o denotát, rozhodl jsem se *pop* přeložit jako *objevit se*, k čemuž jsem přidal expresivní ustálenou formulaci z *čista jasna*.

### 3.5.5. Jmenné tvary slovesné

Angličtina pracuje s jmennými tvary slovesnými, konkrétně s infinitivem, gerundiem a participiém oproti češtině velmi odlišně, a proto mohou představovat překladatelské problémy.

## Gerundium

Ve výchozím textu se gerundia vyskytují poměrně často.

Gerundia v pozici předmětu přímého, který lze v angličtině vyjádřit mimo jiné sekundární predikací, tedy gerundiem, infinitem, či větou vedlejší (Dušková a kol., 1994: 431), jsou v textu nejčastější. Autoři je spolu s participii ve formě přechodníku používají ke kondenzaci textu. Je to navíc typické pro populárně naučný styl v angličtině. V následujícím úryvku jsou čtyři různá gerundia tohoto typu:

But imagine yourself arriving at the office, walking into an overheated conference room for an important 10 A.M. meeting, and suddenly losing all your electrons—or worse yet, having every atom of your body fly apart. (s. 64)

Gerundiální předmět přímý lze přeložit do češtiny více způsoby. Já zde užívám věty vedlejší s několikanásobným přísudkem, neboť tato metoda působí nejpřirozeněji.

Představte si však, že byste dorazili do práce, dostavili se do přetopené konferenční místnosti na důležitou poradou v 10 hodin a najednou byste přišli o všechny své elektrony – nebo hůř, všechny atomy ve vašem těle by se rázem rozpadly. (s. 15–16)

Gerundia se též často vyskytují v pozici podmětu, což je v angličtině velmi běžné (Dušková a kol., 1994: 571–572). V textu jsou též užívána, ale méně často než gerundiální předměty.

No matter who you may be, engaging yourself in the quest to discover where and how everything began can induce emotional fervor—as if knowing our beginnings would bestow upon you some form of fellowship with, or perhaps governance over, all that comes later. (s. 72)

K překladu tohoto typu gerundia lze přistoupit různě. Je možné ho např. nahradit infinitivem. V tomto souvětí by to však působilo nepřirozeně – např. „pustit se do objevování toho, kde a jak vše začalo, může vyvolat vášnivé emoce“. Lze také užít deverbativního substantiva *puštění se*. To však opět působí nepřirozeně, jedná se o interferenci z angličtiny a nezapadá to do struktury souvětí. Proto jsem rozhodl převést gerundia na podmínkové věty:

Pokud se, ať už jste kýmkoliv, pustíte do objevování toho, kde a jak vše začalo, může to ve vás vyvolat nadšení či vášně – jako by v očekávání, že pokud poznáte naše počátky, umožní vám to poznat či dokonce ovládnout, co přijde v budoucnu. (s. 24)

## Participium

Participia se v angličtině velmi často vyskytují ve funkci přechodníku (Dušková a kol., 1994: 580), tedy tvaru, který je v češtině považován za archaický a výrazně knižní (Komárek a kol., 1986: 154–155), a není tedy žádoucí ho užívat v překladu, zejména překladu současného díla, kde není důvod snažit se o archaizaci textu.

Přechodníky však autoři používají poměrně často. Podobně jako v případě gerundiálních předmětů je autoři užívají ke kondenzaci textu. To představuje pro překlad tohoto textu problém vzhledem k výše zmíněné archaičnosti českého přechodníku.

V následujícím příkladu se přechodník vyskytuje dvakrát jakožto participiální vazba s nevyjádřeným konatelem, který je totožný s podmětem nadřazeného slovesa:

As you watch, you'll also see matter-antimatter pairs of electrons collide, annihilating each other and creating gamma-ray photons once again. (s. 66)

V obou případech, *annihilating* a *creating*, jsem se rozhodl převést přechodník na větu vedlejší přísudkovou:

Při dalším pozorování také uvidíte, jak se dvojice elektronů z hmoty a antihmoty srazí, navzájem se zničí a opět vytvoří fotony záření gama. (s. 18)

Participium se též vyskytuje v podobě přívlastku neboli atributu, a to jak v prepozici, tak v postpozici, kde je doplněno předmětem či příslovecným určením (Dušková a kol., 1994: 580–581). V této funkci odpovídá participium českému přídavnému jménu. Např.:

Had this matter-over-antimatter asymmetry not emerged, the expanding universe would forever be composed of light and nothing else, not even astrophysicists. (s. 59)

Neobjevila-li by se tato asymetrie mezi hmotou a antihmotou, rozpínající se vesmír by byl navždy tvořen jen světlem a ničím jiným, nebyli by v něm ani astrofyzici. (s. 13)

Autoři tento typ participia také často využívají, nicméně nepředstavuje stejně závažný problém jako přechodníky.



## Infinitiv

Infinitiv má v angličtině mnoho funkcí, které má ve stejné či podobné podobě také v češtině, např. může sloužit jako podmět, může být součástí jmenného přísudku se sponou, může být předmětem, doplňovat adjektiva, nebo být přívlastkem, nicméně atributivní infinitiv je v angličtině hojnější a rozmanitější než v češtině. Infinitiv má navíc v angličtině i funkci adverbialní, které v českém jazyce chybí. Adverbialní infinitiv se v angličtině vyskytuje zejména při určování účelu a v češtině mu odpovídá účelová věta vedlejší (Dušková a kol., 1994: 561). Jedná se o další velmi častý jev v textu. Např.:

[...] during what physicists now call the modern era, to distinguish it from the classical era that includes all previous physics. (s. 63)

[...] které současní fyzici nazývají moderní fyzikou, aby je odlišili od klasické fyziky, tedy veškeré fyziky předchozí. (s. 15)

V textu jsou však přirozeně přítomny i ostatní typy infinitivu, např. infinitiv ve funkci předmětu, a ty je obvykle možné zachovat:

$E = mc^2$  also manages to apply itself near black holes, just outside their event horizons, where particle-antiparticle pairs can pop into existence at the expense of the black hole's formidable gravitational energy. (s. 71)

Rovnice  $E = mc^2$  se také umí angažovat poblíž černých děr, přímo na pokraji jejich horizontu události, kde se na úkor imponující gravitační energie černé díry zničehonic objevují páry částic a antičástic. (s. 23)

### 3.5.6. Pasívum

Angličtina využívá pasíva více než čeština, zejména v případě pasíva s vyjádřeným konatelem, kde v češtině zpravidla odpovídá aktivum spojené se změnou slovosledu (Dušková a kol., 1994: 261). V textu se jedná o další častý jev, který nelze vždy zachovat, protože by text nepůsobil v českém jazyce přirozeně. Např.:

These revelations about the natural world fueled the industrial revolution, itself transforming culture and society in ways unimagined by generations that came before, [...] (s. 63)

Tyto objevy o přírodním světě poháněly průmyslovou revoluci, která sama o sobě transformovala kulturu a společnost způsoby, jaké si předcházející generace nedovedly představit. (s. 15)

Zde jsem namísto trpného rodu užil větu vedlejší vztažnou s aktivem. Užití pasíva, např. *způsoby nepředstavenými budoucími generacemi*, by znamenalo závažnou interferenci.

Jsou však případy, kdy je zachování pasíva žádoucí. V angličtině je nejčastějším typem pasíva pasívum s konatelem nevyjádřeným, kterému v češtině odpovídá rovněž pasívum s nevyjádřeným konatelem (Dušková a kol., 1994: 259), vyskytuje se tedy přirozeně i ve výchozím textu:

But within the ever-expanding, ever-cooling universe, their days (seconds, really) are numbered. (s. 70)

Ale ve stále se rozpínajícím a stále chladnoucím vesmíru byly jejich dny (vlastně vteřiny) sečteny. (s. 22)

V tomto příkladu jsem kromě zachování pasíva převedl přezens na préteritum, abych zachoval jednotný čas v daném odstavci a vylepšil tak kohezi textu.

### 3.5.7. Dlouhá souvětí

Ve výchozím textu se vyskytují poměrně dlouhá a komplexní souvětí o třech a více rádcích, která může být nezbytné rozdělit, aby bylo možné zachovat kohezi a koherenci textu. Příliš dlouhá a složitá souvětí mohou činit text méně čitelným a méně srozumitelným. Navíc se mohou některá souvětí stát v češtině složitějšími než angličtině, protože některá participia a gerundia je potřeba převádět v podobě vět vedlejších. To může mít za následek také nadměrné množství spojovacích výrazů.

Na druhou stranu může kvůli zkracování souvětí dojít ke stylistickým změnám. Příklad může na českého čtenáře působit jinak, než jak na anglofonního čtenáře působí výchozí text, což by bylo nežádoucí. Je tedy potřeba k rozdělování souvětí přistupovat pouze, je-li to nezbytné. Tuto tendenci jsem se snažil dodržet.

Without the imbalance of a billion and one to a mere billion between matter and anti-matter particles, all the mass in the universe (except for the dark matter whose form remains unknown) would have annihilated before the universe's first second had passed, leaving a cosmos in which we could see (if we had existed) photons and nothing else — the ultimate Let-there-be- light scenario. (s. 70)

Bez nerovnováhy miliarda a jedna ku pouhé miliardě mezi částicemi hmoty a anti-hmoty by se všechna hmota ve vesmíru (vyjma temné hmoty, jejíž podobu stále neznáme) anihilovala dřív, než v něm uplyne první vteřina, což by znamenalo vesmír, v

němž bychom, pokud bychom vůbec existovali, viděli jen a pouze fotony. Byla to dokonalá realizace věty „Budiž světlo! (s. 21–22)

Na konci tohoto souvětí ve výchozím textu odděluje pomlčka apozici. Nicméně tím přidává další text za rématem, kterým je informace, že bychom viděli pouze fotony a nic dalšího. Proto jsem vše za pomlčkou oddělil do samostatné věty.

Dalším takovým případem je toto souvětí:

The combination of observation and theory suggests that an episode in the very early universe, perhaps during one of the splits between different types of force, endowed the cosmos with a remarkable asymmetry, in which particles of matter outnumbered particles of antimatter by only about one part in a billion — a difference that allows us to exist today. (s. 69)

Kombinace pozorování a teorie naznačuje, že velmi rané období v životě vesmíru, možná během jednoho rozdělení různých typů sil, obdařilo kosmos pozoruhodnou asymetrií, kde částice hmoty měly oproti částicím antihmoty převahu pouze přibližně miliardy a jedné částice oproti miliardě. Díky tomuto rozdílu dnes existujeme. (s. 21)

### **3.6. Překladatelské posuny**

Tato kapitola se zabývá významovými odlišnostmi mezi výchozím textem a překladem, které vznikají při překladu v důsledku rozdílů mezi oběma jazyky nebo kvůli stylistickým požadavkům daného funkčního stylu. Vycházím z typologie překladatelských tendencí, jak je popsal Jiří Levý (2012: 126–140)

#### **3.6.1. Stylistické lexikální ochuzení**

##### **Generalizace/zobecňování**

V textu dochází k zobecňování zejména tehdy, když v češtině neexistuje úplný protějšek daného výrazu z výchozího textu. Např.:

Or suppose that on your way home, you take a road less traveled, and a darkened building sucks you in feet first, stretching your body head to toe while squeezing you shoulder to shoulder as you get extruded through a hole, never to be seen or heard from again. (s. 64)

Anglický výraz *shoulder to shoulder* nemá v češtině ekvivalentní vyjádření, které by vyjadřovalo tutéž konotaci. Zde je použit velmi netradičně, neboť typicky označuje situaci, kdy dělají lidé něco spolu či jsou na stejné straně. Tady však vyjadřuje

klaustrofobický pocit stlačení ze stran, v jehož důsledku by byla naše ramena stlačena k sobě.

A co takhle, kdybyste se cestou domů vydali po méně užívané silnici a jakási temná budova by vás vcucla nohama napřed a roztáhla by vám tělo od hlavy k patě, zatímco by vás stlačovala z obou stran, a nakonec vás protlačila jakousi dírou a nikdo o vás už nikdy neslyšel. (s. 16)

Zde onen výraz nahrazuji obecnějším stlačováním z obou stran. Jedná se zároveň o příklad dalšího posunu, tentokrát z kategorie intelektualizace – zlogičťování. Namísto obrazného výrazu s rameny jsem zvolil logický opis, opět z důvodu, že v češtině neexistuje vhodný ekvivalent, který by zachovával konkrétnost ramen a konotace původního výrazu.

### **Méně časté využití synonym k obměňování výrazu**

Tomuto posunu se nelze v populárně naučném textu obsahujícím odborné termíny vyhnout. Angličtina sice snáší opakování lépe než čeština, ale pro odborné termíny synonyma neexistují a jejich opakování je naopak žádoucí, neboť se díky jejich stálosti bude čtenář v textu lépe orientovat a nebude tak hrozit, že by docházelo k nepřehlednosti textu či k jeho nepochopení z důvodu přílišné lexikální rozmanitosti.

With the era of electron-positron annihilation over, the cosmos has “frozen” into existence one electron for every proton. As the cosmos continues to cool, with its temperature falling below 100 million degrees, its protons fuse with other protons and with neutrons, [...] (s. 70)

Jakmile éra anihilací elektronů a pozitronů skončila, vesmír „zmrazil“ jejich stavy na jednom elektronu na každý proton. Jak chladl dále, jeho teplota se snížila pod 100 milionů stupňů a jeho protony se spojily s ostatními protony a neutrony. (s. 22)

V tomto úryvku se opakují slova *proton* a *elektron*. Je to však nezbytné, protože se jedná o termíny. Je zde také patrné výše popsané rozdělení souvětí.

### **3.6.2. Vykládání nedořečeného**

K tomuto posunu v tomto textu dochází zejména ve výše zmíněných případech kulturních referencí, které je potřeba českému čtenáři dovysvětlit, např. u Johna Donna a Jamese Joyce, kde specifikuji, k jakým literárním směrům patřili, aby si český čtenář dokázal vytvořit představu o tom, proč je autoři výchozího textu citují a zmiňují.

Existuje však také případ, kdy se dopouštím vykládání nedořečeného, abych mohl uvést název díla v jeho přesné podobě (tedy v podobě, jakou by měl, kdyby dané dílo skutečně vyšlo přeložené do češtiny) bez skloňování či jiných úprav:

In *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution*, we introduce the reader to this new synthesis of knowledge [...] (s. 51)

V naší knize *Počátky: čtrnáct miliard let vývoje vesmíru* představujeme čtenáři tuto novou znalostní syntézu [...] (s. 7)

To samé platí v textu pro zmíněné *Plačky nad Finneganem*:

[...] line in James Joyce's *Finnegans Wake*: [...] (s. 68)

[...] citátu z díla modernisty Jamese Joyce *Plačky nad Finneganem*: [...] (s. 20)

### 3.6.3. Změny v AČV

Vzhledem k pevnému slovosledu angličtiny, který se řídí vzorem *podmět – sloveso – předmět*, dochází při překladu do českého jazyka ke změnám v aktuálním větném členění. Jedním z nejčastějších důvodů pro tyto změny je fakt, že v češtině je potřeba končit větu jejím jádrem, tedy rématem, zatímco angličtina se řídí svým fixním slovosledem.

One advantage quarks can claim: All their names are simple— something that chemists, biologists, and geologists seem unable to achieve in naming their own stuff. (s. 68)

V tomto úryvku je rématem informace, že chemici, biologové a geologové pojmenovávají věci jednoduše na rozdíl od autorů názvů různých kvarků nedokážou. Zásadní je informace o tom, že to nesvedou, nikoli o tom, že se tak děje, když tvoří termíny ve svých oborech.

Jedna výhoda, kterou se kvarky mohou pyšnit, je, že všechna jejich jména jsou jednoduchá – něco, co chemici, biologové a geologové, když vymýšlejí své názvy, zdánlivě nedokážou. (s. 20)

V překladu tedy tuto informaci přesouvám na konec souvětí.

## 4. Závěr

V této bakalářské práci jsem přeložil předmluvu, úvod a první kapitolu knihy *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution* od Neila deGrasse Tysona a Donalda Goldsmitha, kterou vydalo nakladatelství W. W. Norton & Company. Jde o populárně naučný text napsaný předními vědci a zároveň popularizátory v oboru astrofyziky, jehož cílem je představit téma vzniku vesmíru širší veřejnosti. Bylo tedy nezbytné zachovat jeho terminologickou a faktickou správnost. Zároveň bylo důležité zachovat jeho styl, komplexnost, ale i obraznost a expresivitu, které jsou pro populárně naučné texty typické.

Po překladu následuje analýza výchozího textu, která objasňuje jeho původ, záměry jeho autorů a zamýšlené publikum, jakož i jeho obsah, kompozici, syntax a lexikum. Na základě této analýzy jsem stanovil metody překladu. Na závěr práce představuje problémy, kterým bylo při překladu nutné čelit, a navrhuje jejich řešení.

Mezi nejvýznamnější problémy patřila nutnost zachovat terminologickou a faktickou správnost textu, neboť text obsahuje velké množství odborných termínů, jejichž české protějšky není vždy snadné dohledat, ať už v českých překladech zahraničních děl, či v původních českých textech. Dále se v textu vyskytuje intertextualita v podobě citací jak jednoho odborného, tak tří literárních textů, u nichž jsem musel buď nalézt existující český překlad, či vytvořit překlad vlastní.

Každá ze tří částí přeloženého úseku knihy může být publikována samostatně, nejlépe v časopise zaměřeném na dané téma nebo na webu. Celá kniha by pak v případě, že by se dočkala českého překladu, mohla vyjít v jednom z několika nakladatelství, která již publikovala jiná díla jednoho z autorů.

## 5. Seznam použité literatury

### Primární literatura

TYSON, Neil deGrasse a GOLDSMITH, Donald, 2004. *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution*. New York, London: W. W. NORTON & COMPANY. ISBN 978-0-393-34577-3.

### Sekundární literatura

#### Lingvistika a translatologie

DUŠKOVÁ, Libuše a kol., 1994. *Mluvnice současné angličtiny na pozadí češtiny*. 2. vydání. Praha: Academia, nakladatelství AV ČR. ISBN 80-200-0486-6.

JAKOBSON, Roman, 1995. Lingvistika a poetika. In: JAKOBSON, Roman, ČERVENKA, Miroslav (ed.). *Poetická funkce*. Jinočany: H & H, s. 74-105. ISBN 80-85787-83-0.

KNITTLOVÁ, Dagmar; GRYGOROVÁ, Bronislava a ZEHNALOVÁ, Jitka, 2010. *Překlad a překládání*. Olomouc: Univerzita Palackého v olomouci. ISBN 978-80-244-2428-6.

KOMÁREK, Miroslav; KOŘENSKÝ, Jan; PETR, Jan a VESELKOVÁ, Jarmila a kolektiv, 1986. *Mluvnice češtiny (2): Tvarosloví*. Praha: Academia. ISBN 21-114-86.

KRČMOVÁ, Marie, 2017. ODBORNÝ STYL. Online. In: PLESKALOVÁ, Jana, KARLÍK, Petr a NEKULA, Marek (ed.). *CzechEncy - Nový encyklopedický slovník češtiny*. Dostupné z: <https://www.czechency.org/slovník/OD-BORN%C3%9D%20STYL>. [cit. 2024-04-09].

LEVÝ, Jiří, 2012. *Umění překladu*. Čtvrté, upravené vydání. Praha: Miroslav pošta - Apostrof. ISBN 978-80-87561-15-7.

NORDOVÁ, Christine, 2005. *Text Analysis in Translation: Theory, Methodology, and Didactic Application of a Model for Translation-Oriented Text Analysis*. Second Edition. Amsterdam - New York: Rodopi B.V. ISBN 978-90-420-1808-2.

*Internetová jazyková příručka*, c2008-2024. Online. Praha: Ústav pro jazyk český AV ČR, v. v. i. [cit. 2024-04-15].

## Ostatní zdroje

DONNE, John, HRON, Zdeněk (ed.), 1987. Anatomie světa. In: DONNE, John, HRON, Zdeněk (ed.). *Komu zvoní hrana*. Praha: Československý spisovatel, s. 121-137. ISBN 22-028-87.

DU SAUTOY, Marcus, 2019. *Co nemůžeme vědět: výprava na hranice vědění*. Praha: Argo, Dokořán. ISBN 978-80-7363-904-4.

EINSTEIN, Albert, 1905. Ist die Trägheit eines Körpers von seinem Energieinhalt abhängig? *Annalen der Physik*. Roč. 323, č. 13, s. 639-641. ISSN 0003-3804. Dostupné z: <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/andp.19053231314>.

FIKÁČEK, Jan, 2020. *Kdy není energie kvantována (kamínky nám názorně vysvětlují kvantovou mechaniku)*. Online. IDNES. IDNES.cz. Dostupné z: <https://blog.idnes.cz/fikacek/kdy-neni-energie-quantovana-kaminky-nam-nazorne-vysvetluji-quantovou-mechaniku.Bg20060299>. [cit. 2024-04-23].

GASHA, Heinz a PFLANZ, Stefan, 2008. *Kompendium fyziky*. Euromedia Group, k. s. - Universum. ISBN 978-80-242-2013-0.

HAWKING, Stephen W., 2007. *Stručná historie času: Od velkého třesku k černým díram*. Vydání druhé - dotisk. Praha: Argo. ISBN 978-80-7203-946-3.

HOUSER, Pavel, 2002. *Co se dělo v prebiotické polévce?* Online. ScienceWorld. Dostupné z: <https://www.scienceworld.cz/neziva-priroda/co-se-delo-v-prebioticke-polevce-3768/>. [cit. 2024-04-22].

LUCRETIUS, Titus Carus a NOVÁKOVÁ, Julie, 1971. *O přírodě*. 12. Druhé, přepracované vydání. Antická knihovna. Praha: Svoboda. ISBN 25-068-71.

MIHULKA, Stanislav, 2020. Okamžiky po zrození. *Tajemství vesmíru*. Roč. 9, č. 1-2, s. 14-19. ISSN 1805-5249.

MLYNÁŘ, Michael, 2023. *V knižním klubu četli jedno dílo 28 let, teď si to chtějí zopakovat*. Online. Novinky.cz. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/clanek/koktejl-v-kniznim-klubu-cetli-jedno-dilo-28-let-ted-si-to-chteji-zopakovat-40446363>. [cit. 2024-04-22].



PODOLSKÝ, Jiří, 2003. *O rovnici  $E = mc^2$ , jaderných reakcích, energii hvězd a vzniku prvků*. Online. Dostupné z: <https://utf.mff.cuni.cz/~podolsky/Ejemc2/Ejemc2.htm>. [cit. 2024-02-21].

REICHL, Jaroslav a VŠETIČKA, Martin, c2006-2024. *\*\*\*Kvarková hypotéza*. Online. REICHL, Jaroslav a VŠETIČKA, Martin. Multimediální Encyklopedie Fyziky. Dostupné z: <http://fyzika.jreichl.com/main.article/view/908-kvarkova-hypoteza>. [cit. 2024-04-23].

ŠMÍDA, Radomír, 2004. *Reliktní záření I*. Online. ČESKÁ ASTRONOMICKÁ SPOLEČNOST. Astro.cz. Dostupné z: <https://www.astro.cz/clanky/vzdaleny-ve-smir/reliktni-zareni-i.html>. [cit. 2024-04-21].

TECHIESCIENCE CORE SME, 2022. *Proč je koncept kvantované energie ve fyzice světla zásadní? Odhalování tajemství fotonů*. Online. TechieScience. Dostupné z: <https://techiescience.com/cs/why-is-the-concept-of-quantized-energy-crucial-in-light-physics-unveiling-the-mysteries-of-photons/>. [cit. 2024-04-22].

W. W. NORTON & COMPANY, INC., c2024. *Who We Are*. Online. W. W. NORTON & COMPANY, INC. Dostupné z: <https://wwnorton.com/who-we-are>. [cit. 2024-04-09].

W. W. NORTON & COMPANY, INC., c2024. *Norton Books on Screen and Stage*. Online. W. W. NORTON & COMPANY, INC. Dostupné z: <https://wwnorton.com/norton-books-on-screen-and-stage>. [cit. 2024-04-09].

THE PLANETARY SOCIETY, c2024. *Donald Goldsmith: Astrophysicist and Science Communicator*. Online. THE PLANETARY SOCIETY. Dostupné z: <https://www.planetary.org/profiles/donald-goldsmith>. [cit. 2024-04-09].

*Profile*, c2024. Online. NeildeGrasseTyson.com. Dostupné z: <https://neildegrassetyson.com/profile/>. [cit. 2024-04-09].

*Kvark*, 2023. Online. In: Wikipedia: the free encyclopedia. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 22. 7. 2023. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Kvark>. [cit. 2024-04-23].

DATABAZE KNIH S.R.O., c2008-2024. *Neil deGrasse Tyson*. Online. Databáze knih. Dostupné z: <https://www.databazeknih.cz/autori/neil-degrasse-tyson-21057>. [cit. 2024-05-01].

*Nadkupa galaxií*, 2013. Online. Astronomia: Astronomický server fakulty pedagogické ZČU v Plzni. 27. ledna 2013. Dostupné z: <https://astronomia.zcu.cz/objekty/nase/2332-nadkupa-galaxii>. [cit. 2024-04-21].

## 6. Přílohy

### 6.1. Příloha 1 – Výchozí text

PREFACE

# A Meditation on the Origins of Science and the Science of Origins

A new synthesis of scientific knowledge has emerged and continues to flourish. In recent years, the answers to questions about our cosmic origins have not come solely from the domain of astrophysics. Working under the umbrella of emergent fields with names such as astrochemistry, astrobiology, and astro-particle physics, astrophysicists have recognized that they can benefit greatly from the collaborative infusion of other sciences. To invoke multiple branches of science when answering the question, Where did we come from? empowers investigators with a previously unimagined breadth and depth of insight into how the universe works.

In *Origins: Fourteen Billion Years of Cosmic Evolution*, we introduce the reader to this new synthesis of knowledge, which allows us to address not only the origin of the universe but also the origin of the largest structures that matter has formed, the origin of the stars that light the cosmos, the origin of planets that offer the likeliest sites for life, and the origin of life itself on one or more of those planets.

Humans remain fascinated with the topic of origins for many reasons, both logical and emotional. We can hardly comprehend the essence of anything without knowing where it came from. And of all the stories that we hear, those that recount our own origins engender the deepest resonance within us.

Self-centeredness bred into our bones by our evolution and experience on Earth has led us naturally to focus on local events and phenomena in the retelling of most origin stories. However, every advance in our knowledge of the cosmos has revealed that we live on a cosmic speck of dust, orbiting

a mediocre star in the far suburbs of a common sort of galaxy, among a hundred billion galaxies in the universe. The news of our cosmic unimportance triggers impressive defense mechanisms in the human psyche. Many of us unwittingly resemble the man in the cartoon who gazes at the starry heavens and remarks to his companion, “When I look at all those stars, I’m struck by how insignificant they are.”

Throughout history, different cultures have produced creation myths that explain our origins as the result of cosmic forces shaping our destiny. These histories have helped us to ward off feelings of insignificance. Although origin stories typically begin with the big picture, they get down to Earth with impressive speed, zipping past the creation of the universe, of all its contents, and of life on Earth, to arrive at long explanations of myriad details of human history and its social conflicts, as if we somehow formed the center of creation.

Almost all the disparate answers to the quest of origins accept as their underlying premise that the cosmos behaves in accordance with general rules, which reveal themselves, at least in principle, to our careful examination of the world around us. Ancient Greek philosophers raised this premise to exalted heights, insisting that we humans possess the power to perceive how nature operates, as well as the underlying reality beneath what we observe: the fundamental truths that govern all else. Quite understandably, they insisted that uncovering those truths would be difficult. Twenty-three hundred years ago, in his most famous reflection on our ignorance, the Greek philosopher Plato compared those who strive for knowledge to prisoners chained in a cave, unable to see objects behind them, and who must attempt to deduce from the shadows of these objects an accurate description of reality.

With this simile, Plato not only summarized humanity’s attempts to understand the cosmos but also emphasized that we have a natural tendency to believe that mysterious, dimly sensed entities govern the universe, privy to knowledge that we can, at best, glimpse only in part. From Plato to Buddha, from Moses to Mohammed, from a hypothesized cosmic creator to modern films about “the matrix,” humans in every culture have concluded

that higher powers rule the cosmos, gifted with an understanding of the gulf between reality and superficial appearance.

Half a millennium ago, a new approach toward understanding nature slowly took hold. This attitude, which we now call science, arose from the confluence of new technologies and the discoveries that they fostered. The spread of printed books across Europe, together with simultaneous improvements in travel by road and water, allowed individuals to communicate more quickly and effectively, so that they could learn what others had to say and could respond far more rapidly than in the past. During the sixteenth and seventeenth centuries, this hastened back-and-forth disputation and led to a new way of acquiring knowledge, based on the principle that the most effective means of understanding the cosmos relies on careful observations, coupled with attempts to specify broad and basic principles that explain a set of these observations.

One more concept gave birth to science. Science depends on organized skepticism, that is, on continual, methodical doubting. Few of us doubt our own conclusions, so science embraces its skeptical approach by rewarding those who doubt someone else's. We may rightly call this approach unnatural; not so much because it calls for mistrusting someone else's thoughts, but because science encourages and rewards those who can demonstrate that another scientist's conclusions are just plain wrong. To other scientists, the scientist who corrects a colleague's error, or cites good reasons for seriously doubting his or her conclusions, performs a noble deed, like a Zen master who boxes the ears of a novice straying from the meditative path, although scientists correct one another more as equals than as master and student. By rewarding a scientist who spots another's errors—a task that human nature makes much easier than discerning one's own mistakes—scientists as a group have created an inborn system of self-correction. Scientists have collectively created our most efficient and effective tool for analyzing nature, because they seek to disprove other scientists' theories even as they support their earnest attempts to advance human knowledge. Science thus amounts to a collective pursuit, but a mutual admiration society it is not, nor was meant to be.

Like all attempts at human progress, the scientific approach works better in theory than in practice. Not all scientists doubt one another as effectively as they should. The need to impress scientists who occupy powerful positions, and who are sometimes swayed by factors that lie beyond their conscious knowledge, can interfere with science's self-correcting ability. In the long run, however, errors cannot endure, because other scientists will discover them and promote their own careers by trumpeting the news. Those conclusions that do survive the attacks of other scientists will eventually achieve the status of scientific "laws," accepted as valid descriptions of reality, even though scientists understand that each of these laws may some day find itself to be only part of a larger, deeper truth.

But scientists hardly spend all their time attempting to prove one another mistaken. Most scientific endeavors proceed by testing imperfectly established hypotheses against slightly improved observational results. Every once in a while, however, a significantly new take on an important theory emerges, or (more often in an age of technological advances) a whole new range of observations opens the way to a new set of hypotheses to explain these new results. The greatest moments in scientific history have arisen, and will always arise, when a new explanation, perhaps coupled with new observational results, produces a seismic shift in our conclusions about the workings of nature. Scientific progress depends on individuals in both camps: those who assemble better data and extrapolate carefully from it; and those who risk much—and have much to gain if successful—by challenging widely accepted conclusions.

Science's skeptical core makes it a poor competitor for human hearts and minds, which recoil from its ongoing controversies and prefer the security of seemingly eternal truths. If the scientific approach were just one more interpretation of the cosmos, it would never have amounted to much; but science's big-time success rests on the fact that it works. If you board an aircraft built according to science—with principles that have survived numerous attempts to prove them wrong—you have a far better chance of reaching your destination than you do in an aircraft constructed by the rules of Vedic astrology.

Throughout relatively recent history, people confronted with the success of science in explaining natural phenomena have reacted in one of four ways. First, a small minority have embraced the scientific method as our best hope for understanding nature, and seek no additional ways to comprehend the universe. Second, a much larger number ignore science, judging it uninteresting, opaque, or opposed to the human spirit. (Those who watch television greedily without ever pausing to wonder where the pictures and sound come from remind us that the words “magic” and “machine” share deep etymological roots.) Third, another minority, conscious of the assault that science seems to make upon their cherished beliefs, seek actively to disprove scientific results that annoy or enrage them. They do so, however, quite outside the skeptical framework of science, as you can easily establish by asking one of them, “What evidence would convince you that you are wrong?” These anti-scientists still feel the shock that John Donne described in his poem “The Anatomy of the World: The First Anniversary,” written in 1611 as the first fruits of modern science appeared:

*And new philosophy calls all in doubt, The element of fire is quite  
put out,  
The Sun is lost, and th’earth, and no man’s wit Can well direct  
him where to look for it.  
And freely men confess that this world’s spent, When in the plan-  
ets and the firmament  
They seek so many new; they see that this [world] Is crumbled  
out again to his atomies.  
'Tis all in pieces, all coherence gone . . .*

Fourth, another large section of the public accepts the scientific approach to nature while maintaining a belief in supernatural entities existing beyond our complete understanding that rule the cosmos. Baruch Spinoza, the philosopher who created the strongest bridge between the natural and the supernatural, rejected any distinction between nature *and* God, insisting instead that the cosmos is simultaneously nature and God. Adherents of more conventional religions, which typically insist on this distinction, often reconcile the two by mentally separating the domains in which the natural and the supernatural operate.

No matter what camp you may live in, no one doubts that these are auspicious times for learning what’s new in the cosmos.

Let us then proceed with our adventurous quest for cosmic origins, acting much like detectives who deduce the facts of the crime from the evidence left behind. We invite you to join us in search of cosmic clues—and the means of interpreting them—so that together we may uncover the story of how part of the universe turned into ourselves.



# Overture

# The Greatest Story Ever Told

The world has persisted many a long year, having once been set going in the appropriate motions. From these everything else follows.

—Lucretius

Some 14 billion years ago, at the beginning of time, all the space and all the matter and all the energy of the known universe fit within a pinhead. The universe was then so hot that the basic forces of nature, which collectively describe the universe, were merged into a single, unified force. When the universe was a roaring 10<sup>30</sup> degrees and just 10<sup>-43</sup> seconds old

—the time before which all of our theories of matter and space lose their meaning—black holes spontaneously formed, disappeared, and formed again out of the energy contained within the unified force field. Under these extreme conditions, in what is admittedly speculative physics, the structure of space and time became severely curved as it gurgled into a spongy, foamlike structure. During this epoch, phenomena described by Einstein's general theory of relativity (the modern theory of gravity) and quantum mechanics (the description of matter on its smallest scales) were indistinguishable.

As the universe expanded and cooled, gravity split from the other forces. Soon thereafter, the strong nuclear force and the electro-weak force split from each other, an event accompanied by an enormous release of stored energy that induced a rapid, fifty-power-of-ten increase in the size of the universe. The rapid expansion, known as the “epoch of inflation,” stretched and smoothed matter and energy so that any variation in density from one part of the universe to the next became less than one part in a hundred thousand.

Continuing onward with what is now laboratory-confirmed physics, the universe was hot enough for photons to spontaneously convert their energy into matter-antimatter particle pairs, which immediately thereafter annihilated each other, returning their energy back to photons. For reasons unknown, this symmetry between matter and antimatter had been “broken” at the previous force splitting, which led to a slight excess of matter over

antimatter. The asymmetry was small but crucial for the future evolution of the universe: for every 1 billion antimatter particles, 1 billion+1 matter particles were born.

As the universe continued to cool, the electro-weak force split into the electromagnetic force and the weak nuclear force, completing the four distinct and familiar forces of nature. While the energy of the photon bath continued to drop, pairs of matter-antimatter particles could no longer be created spontaneously from the available photons. All remaining pairs of matter-antimatter particles swiftly annihilated, leaving behind a universe with one particle of ordinary matter for every billion photons—and no antimatter. Had this matter-over-antimatter asymmetry not emerged, the expanding universe would forever be composed of light and nothing else, not even astrophysicists. Over a roughly three-minute period, the matter became protons and neutrons, many of which combined to become the simplest atomic nuclei. Meanwhile, free-roving electrons thoroughly scattered the photons to and fro, creating an opaque soup of matter and energy.

When the universe cooled below a few thousand degrees Kelvin — somewhat hotter than a blast furnace—the loose electrons moved slowly enough to get snatched from the soup by the roving nuclei to make complete atoms of hydrogen, helium, and lithium, the three lightest elements. The universe had now become (for the first time) transparent to visible light, and these free-flying photons are observable today as the cosmic microwave background. During its first billion years, the universe continued to expand and cool as matter gravitated into the massive concentrations we call galaxies. Within just the volume of the cosmos that we can see, a hundred billion of these galaxies formed, each containing hundreds of billions of stars that undergo thermonuclear fusion in their cores. Those stars with more than about ten times the mass of the Sun achieve sufficient pressure and temperature in their cores to manufacture dozens of elements heavier than hydrogen, including the elements that compose planets and the life upon them. These elements would be embarrassingly useless were they to remain locked inside the star. But high-mass stars explode in death, scattering their chemically enriched guts throughout the galaxy.

After 7 or 8 billion years of such enrichment, an undistinguished star (the Sun) was born in an undistinguished region (the Orion arm) of an undistinguished galaxy (the Milky Way) in an

undistinguished part of the universe (the outskirts of the Virgo supercluster). The gas cloud from which the Sun formed contained a sufficient supply of heavy elements to spawn a few planets, thousands of asteroids, and billions of comets. During the formation of this star system, matter condensed and accreted out of the parent cloud of gas while circling the Sun. For several hundred million years, the persistent impacts of high-velocity comets and other leftover debris rendered molten the surfaces of the rocky planets, preventing the formation of complex molecules. As less and less accretable matter remained in the solar system, the planets' surfaces began to cool. The planet we call Earth formed in an orbit where its atmosphere can sustain oceans, largely in liquid form. Had Earth formed much closer to the Sun, the oceans would have vaporized. Had Earth formed much farther, the oceans would have frozen. In either case, life as we know it would not have evolved.

Within the chemically rich liquid oceans, by a mechanism unknown,

simple anaerobic bacteria emerged that unwittingly transformed Earth's carbon dioxide-rich atmosphere into one with sufficient oxygen to allow aerobic organisms to form, evolve, and dominate the oceans and land. These same oxygen atoms, normally found in pairs (O<sub>2</sub>), also combined in threes to form ozone (O<sub>3</sub>) in the upper atmosphere, which shields Earth's surface from most of the Sun's molecule-hostile ultraviolet photons.

The remarkable diversity of life on Earth, and (we may presume) elsewhere in the universe, arises from the cosmic abundance of carbon and the countless number of molecules (simple and complex) made from it; more varieties of carbon-based molecules exist than of all other molecules combined. But life is fragile. Earth's encounters with large objects, left over from the formation of the solar system, which were once common events, still wreak intermittent havoc upon our ecosystem. A mere 65 million years ago (less than 2 percent of Earth's past), a 10-trillion-ton asteroid struck what is now the Yucatán Peninsula and obliterated over 70 percent of Earth's land-based flora and fauna—including all the dinosaurs, the dominant land animals of that epoch. This ecological tragedy opened an opportunity for small, surviving mammals to fill freshly vacant niches. A big-brained branch of these mammals, one we call primates, evolved a genus and species—*Homo sapiens*—to a level of intelligence that enabled them

to invent methods and tools of science; to invent astrophysics; and to deduce the origin and evolution of the universe.

Yes, the universe had a beginning. Yes, the universe continues to evolve. And yes, every one of our body's atoms is traceable to the big bang and to the thermonuclear furnaces within high-mass stars. We are not simply in the universe, we are part of it. We are born from it. One might even say that the universe has empowered us, here in our small corner of the cosmos, to figure itself out. And we have only just begun.

Part I  
The Origin of the Universe

# In the Beginning

In the beginning, there was physics. “Physics” describes how matter, energy, space, and time behave and interact with one another. The interplay of these characters in our cosmic drama underlies all biological and chemical phenomena. Hence everything fundamental and familiar to us earthlings begins with, and rests upon, the laws of physics. When we apply these laws to astronomical settings, we deal with physics writ large, which we call astrophysics.

In almost any area of scientific inquiry, but especially in physics, the frontier of discovery lives at the extremes of our ability to measure events and situations. In an extreme of matter, such as the neighborhood of a black hole, gravity strongly warps the surrounding space-time continuum. At an extreme of energy, thermonuclear fusion sustains itself within the 15- million-degree cores of stars. And at every extreme imaginable we find the outrageously hot and dense conditions that prevailed during the first few moments of the universe. To understand what happens in each of these scenarios requires laws of physics discovered after 1900, during what physicists now call the modern era, to distinguish it from the classical era that includes all previous physics.

One major feature of classical physics is that events and laws and predictions actually make sense when you stop and think about them. They were all discovered and tested in ordinary laboratories in ordinary buildings. The laws of gravity and motion, of electricity and magnetism, and of the nature and behavior of heat energy are still taught in high school physics classes. These revelations about the natural world fueled the industrial revolution, itself transforming culture and society in ways unimagined by generations that came before, and remain central to what happens, and why, in the world of everyday experience.

By contrast, nothing makes sense in modern physics because everything happens in regimes that lie far beyond those to which our human senses respond. This is a good thing. We may happily report that our daily lives remain wholly devoid of extreme physics. On a normal morning, you get out of bed, wander around the house, eat something, then dash out the front door. At day’s end your loved ones fully expect you to look no different

than you did when you left, and to return home in one piece. But imagine yourself arriving at the office, walking into an overheated conference room for an important 10 A.M. meeting, and suddenly losing all your electrons—or worse yet, having every atom of your body fly apart. That would be bad. Suppose instead that you're sitting in your office trying to get some work done by the light of your 75-watt desk lamp, when somebody flicks on 500 watts of overhead lights, causing your body to bounce randomly from wall to wall until you're jack-in-the-boxed out the window. Or what if you go to a sumo wrestling match after work, only to see the two nearly spherical gentlemen collide, disappear, and then spontaneously become two beams of light that leave the room in opposite directions? Or suppose that on your way home, you take a road less traveled, and a darkened building sucks you in feet first, stretching your body head to toe while squeezing you shoulder to shoulder as you get extruded through a hole, never to be seen or heard from again.

If those scenes played themselves out in our daily lives, we would find

modern physics far less bizarre; our knowledge of the foundations of relativity and quantum mechanics would flow naturally from our life experiences; and our loved ones would probably never let us go to work. But back in the early minutes of the universe that kind of stuff happened all the time. To envision it, and to understand it, we have no choice but to establish a new form of common sense, an altered intuition about how matter behaves, and how physical laws describe its behavior, at extremes of temperature, density, and pressure.

We must enter the world of  $E = mc^2$ .

Albert Einstein first published a version of this famous equation in 1905, the year in which his seminal research paper entitled “Zur Elektrodynamik bewegter Körper” appeared in *Annalen der Physik*, the preeminent German journal of physics. The paper's title in English reads “On the Electrodynamics of Moving Bodies,” but the work is far better known as Einstein's special theory of relativity, which introduced concepts that forever changed our notions of space and time. Just twenty-six years old in 1905, working as a patent examiner in Bern, Switzerland, Einstein offered further details, including his best-known equation in another, remarkably short (two-and-a-half-page) paper published later the same year in the same journal: “Ist die Trägheit eines



Körpers von seinem Energieinhalt abhängig?” or “Does the Inertia of a Body Depend on Its Energy Content?” To save you the effort of locating the original article, of designing an experiment, and of thus testing Einstein’s theory, the answer to the paper’s title is yes. As Einstein wrote,

If a body gives off the energy  $E$  in the form of radiation, its mass diminishes by  $E/c^2$ . . . . The mass of a body is a measure of its energy-content; if the energy changes by  $E$ , the mass changes in the same sense.

Uncertain as to the truth of his statement, he then suggested,

It is not impossible that with bodies whose energy-content is variable to a high degree (e.g. with radium salts) the theory may be successfully put to the test.\*

There you have it: the algebraic recipe for all occasions when you want to convert matter into energy, or energy into matter.  $E = mc^2$ —energy equals mass times the square of the speed of light—gives us a supremely powerful computational tool that extends our capacity to know and understand the universe from as it is now, all the way back to infinitesimal fractions of a second after the birth of the cosmos. With this equation, you can tell how much radiant energy a star can produce, or how much you could gain by converting the coins in your pocket into useful forms of energy.

The most familiar form of energy—shining all around us, though often unrecognized and unnamed in our mind’s eye—is the photon, a massless, irreducible particle of visible light, or of any other form of electromagnetic radiation. We all live within a continuous bath of photons: from the Sun, the Moon, and the stars; from your stove, your chandelier, and your nightlight; from hundreds of radio and television stations; and from countless cell-phone and radar transmissions. Why, then, don’t we actually see the daily transmuting of energy into matter, or of matter into energy? The energy of common photons sits far below the mass of the least massive subatomic particles, when converted into energy

---

\* Albert Einstein, *The Principle of Relativity*, trans. by W. Perrett and G. B. Jeffery (London: Methuen and Company, 1923), pp. 69–71.

by  $E = mc^2$ . Because these photons wield too little energy to become anything else, they lead simple, relatively uneventful lives.

Do you long for some action with  $E = mc^2$ ? Start hanging around gamma-ray photons that have some real energy—at least 200,000 times more than visible photons. You'll quickly get sick and die of cancer; but before that happens, you'll see pairs of electrons, one made of matter, the other of antimatter (just one of many dynamic particle-antiparticle duos in the universe) pop into existence where photons once roamed. As you watch, you'll also see matter-antimatter pairs of electrons collide, annihilating each other and creating gamma-ray photons once again. Increase the photons' energy by another factor of 2,000, and you now have gamma rays with enough energy to turn susceptible people into the Hulk. Pairs of these photons wield enough energy, fully described by the power of  $E = mc^2$ , to create particles such as neutrons, protons, and their antimatter partners, each nearly 2,000 times the mass of an electron. High-energy photons don't hang out just anywhere, but they do exist in many a cosmic crucible. For gamma rays, almost any environment hotter than a few billion degrees will do just fine.

The cosmological significance of particles and energy packets that transform themselves into one another is staggering. Currently, the temperature of our expanding universe, found by measuring the bath of microwave photons that pervades all of space, is a mere 2.73 degrees Kelvin. (On the Kelvin scale, all temperatures are positive: particles have the least possible energy at 0 degrees; room temperature is about 295 degrees; and water boils at 373 degrees.) Like the photons of visible light, microwave photons are too cool to have any realistic ambitions of turning themselves into particles via  $E = mc^2$ . In other words, no known particle has a mass so low that it can be made from the meager energy of a microwave photon. The same holds true for the photons that form radio waves, infrared, and visible light, as well as ultraviolet and X rays. More simply expressed, particle transmutations all require gamma rays. Yesterday, however, the universe was a little bit smaller and a little bit hotter than today. The day before, it was smaller and hotter still. Roll the clocks backward some more—say, 13.7 billion years—and you land squarely in the post-big bang primordial soup, a time when the temperature of the cosmos was high enough to be astrophysically interesting as gamma rays filled the universe.

To understand the behavior of space, time, matter, and energy from the big bang to present day is one of the greatest triumphs of human thought. If you seek a complete explanation for the events of the earliest moments, when the universe was smaller and hotter than ever thereafter, you must find a way to enable the four known forces of nature—gravity, electromagnetism, the strong and the weak nuclear forces—to talk to one another, to unify and become a single meta-force. You must also find a way to reconcile two currently incompatible branches of physics: quantum mechanics (the science of the small) and general relativity (the science of the large).

Spurred by the successful marriage of quantum mechanics and electromagnetism during the mid-twentieth century, physicists moved swiftly to blend quantum mechanics and general relativity into a single and coherent theory of quantum gravity. Although so far they have all failed, we already know where the high hurdles lie: during the “Planck era.” That’s the cosmic phase up to  $10^{-43}$  second (one ten-million-trillion-trillion-trillionth of a second) after the beginning. Because information can never travel more rapidly than the speed of light,  $3 \times 10^8$  meters per second, a hypothetical observer situated anywhere in the universe during the Planck era could see no farther than  $3 \times 10^{-35}$  meter (three hundred billion trillion-trillionths of a meter). The German physicist Max Planck, after whom these unimaginably small times and distances are named, introduced the idea of quantized energy in 1900 and generally receives credit as the father of quantum mechanics.

Not to worry, though, so far as daily life goes. The clash between quantum mechanics and gravity poses no practical problem for the contemporary universe. Astrophysicists apply the tenets and tools of general relativity and quantum mechanics to extremely different classes of problems. But in the beginning, during the Planck era, the large was small, so there must have been a kind of shotgun wedding between the two. Alas, the vows exchanged during that ceremony continue to elude us, so no (known) laws of physics describe with any confidence how the universe behaved during the brief honeymoon, before the expanding universe forced the very large and very small to part ways.

At the end of the Planck era, gravity wriggled itself loose from the other, still-unified forces of nature, achieving an independent identity nicely described by our current theories. As the

universe aged past 10<sup>-35</sup> second, it continued to expand and to cool, and what remained of the once-unified forces divided into the electro-weak force and the strong nuclear force. Later still, the electro-weak force split into the electromagnetic and the weak nuclear forces, laying bare four distinct and familiar forces—with the weak force controlling radioactive decay, the strong force binding together the particles in each atomic nucleus, the electromagnetic force holding atoms together in molecules, and gravity binding matter in bulk. By the time the universe aged a trillionth of a second, its transmogrified forces, along with other critical episodes, had already imbued the cosmos with its fundamental properties, each worthy of its own book.

While time dragged on for the universe's first trillionth of a second, the interplay of matter and energy continued incessantly. Shortly before, during, and after the strong and electro-weak forces had split, the universe contained a seething ocean of quarks, leptons, and their antimatter siblings, along with bosons, the particles that enable these particles to interact with one another. None of these particle families, so far as we now know, can be divided into anything smaller or more basic. Fundamental though they are, each family of particles comes in several species. Photons, including those that form visible light, belong to the boson family. The leptons most familiar to the nonphysicist are electrons and (perhaps) neutrinos; and the most familiar quarks are . . . well, there are no familiar quarks, because in ordinary life we always find quarks bound together into particles such as protons and neutrons. Each species of quark has been assigned an abstract name that serves no real philological, philosophical, or pedagogical purpose except to distinguish it from the others: “up” and “down,” “strange” and “charmed,” and “top” and “bottom.”

Bosons, by the way, derive their name from the Indian physicist Satyendranath Bose. The word “lepton” comes from the Greek *leptos*, meaning “light” or “small.” “Quark,” however, has a literary and far more imaginative origin. The American physicist Murray Gell-Mann, who in 1964 proposed the existence of quarks, and who then thought that the quark family had only three members, drew the name from a characteristically elusive line in James Joyce's *Finnegans Wake*: “Three quarks for Muster Mark!” One advantage quarks can claim: All their names are simple—something that chemists, biologists, and geologists seem unable to achieve in naming their own stuff.

Quarks are quirky. Unlike protons, which each have an electric charge of +1, and electrons, each with a charge of -1, quarks have fractional charges that come in units of 1/3. And except under the most extreme conditions, you'll never catch a quark all by itself; it will always be clutching on to one or two other quarks. In fact, the force that keeps two (or more) of them together actually grows *stronger* as you separate them—as if some sort of subnuclear rubber band held them together. Separate the quarks sufficiently far, and the rubber band snaps. The energy stored in the stretched band now summons  $E = mc^2$  to create a new quark at each end, leaving you back where you started.

During the quark-lepton era in the cosmos's first trillionth of a second, the universe had a density sufficient for the average separation between unattached quarks to rival the separation between attached quarks. Under those conditions, allegiances between adjacent quarks could not be established unambiguously, so they moved freely among themselves. The experimental detection of this state of matter, understandably named “quark soup,” was reported for the first time in 2002 by a team of physicists working at the Brookhaven National Laboratories on Long Island.

The combination of observation and theory suggests that an episode in the very early universe, perhaps during one of the splits between different types of force, endowed the cosmos with a remarkable asymmetry, in which particles of matter outnumbered particles of antimatter by only about one part in a billion—a difference that allows us to exist today. That tiny discrepancy in population could hardly have been noticed amid the continuous creation, annihilation, and recreation of quarks and antiquarks, electrons and anti-electrons (better known as positrons), and neutrinos and antineutrinos. During that era, the odd man out—the slight preponderance of matter over antimatter—had plenty of opportunities to find other particles with which to annihilate, and so did all the other particles.

But not for much longer. As the universe continued to expand and cool, its temperature fell rapidly below 1 trillion degrees Kelvin. A millionth of a second had now passed since the beginning, but this tepid universe no longer had a temperature or density sufficient to cook quarks. All the quarks quickly grabbed dance partners, creating a permanent new family of heavy particles called hadrons (from the Greek *hadros*, meaning “thick”).

That quark-to-hadron transition quickly produced protons and neutrons as well as other, less familiar types of heavy particles, all composed of various combinations of quarks. The slight matter-antimatter asymmetry in the quark-lepton soup now passed to the hadrons, with extraordinary consequences.

As the universe cooled, the amount of energy available for the spontaneous creation of particles declined continuously. During the hadron era, photons could no longer invoke  $E = mc^2$  to manufacture quark-antiquark pairs: their  $E$  could not cover the pairs'  $mc^2$ . In addition, the photons that emerged from all the remaining annihilations continued to lose energy to the ever-expanding universe, so their energies eventually fell below the threshold required to create hadron-antihadron pairs. Every billion annihilations left a billion photons in their wake—and only a single hadron survived, mute testimony to the tiny excess of matter over antimatter in the early universe. Those lone hadrons would ultimately get to have all the fun that matter can enjoy: they would provide the source of galaxies, stars, planets, and people.

Without the imbalance of a billion and one to a mere billion between matter and antimatter particles, all the mass in the universe (except for the dark matter whose form remains unknown) would have annihilated before the universe's first second had passed, leaving a cosmos in which we could see (if we had existed) photons *and nothing else*—the ultimate Let-there-be-light scenario.

By now, one second of time has passed.

At 1 billion degrees, the universe remains piping hot—still able to cook electrons, which, along with their positron (antimatter) counterparts, continue to pop in and out of existence. But within the ever-expanding, ever-cooling universe, their days (seconds, really) are numbered. What was formerly true for hadrons now comes true for electrons and positrons: they annihilate each other, and only one electron in a billion emerges, the lone survivor of the matter-antimatter suicide pact. The other electrons and positrons died to flood the universe with a greater sea of photons.

With the era of electron-positron annihilation over, the cosmos has “frozen” into existence one electron for every proton. As the cosmos continues to cool, with its temperature falling below 100 million degrees, its protons fuse with other protons and with neutrons, forming atomic nuclei and hatching a universe in which

90 percent of these nuclei are hydrogen and 10 percent are helium, along with relatively tiny numbers of deuterium, tritium, and lithium nuclei.

Two minutes have now passed since the beginning.

Not for another 380,000 years does much happen to our particle soup of hydrogen nuclei, helium nuclei, electrons, and photons. Throughout these hundreds of millennia, the cosmic temperature remains sufficiently hot for the electrons to roam free among the photons, batting them to and fro.

As we will shortly detail in Chapter 3, this freedom comes to an abrupt end when the temperature of the universe falls below 3,000 degrees Kelvin (about half the temperature of the Sun's surface). Right about now, all the electrons acquire orbits around the nuclei, forming atoms. The marriage of electrons with nuclei leaves the newly formed atoms within a ubiquitous bath of visible light photons, completing the story of how particles and atoms formed in the primordial universe.

As the universe continues to expand, its photons continue to lose energy. Today, in every direction astrophysicists look, they find a cosmic fingerprint of microwave photons at a temperature of 2.73 degrees, which represents a thousandfold decline in the photons' energies since the time atoms first formed. The photons' patterns on the sky—the exact amount of energy that arrives from different directions—retain a memory of the cosmic distribution of matter just before atoms formed. From these patterns, astrophysicists can obtain remarkable knowledge, including the age and shape of the universe. Even though atoms now form part of daily life in the universe, Einstein's equation still has plenty of work to do—in particle accelerators, where matter-antimatter particle pairs are created routinely from energy fields; in the core of the Sun, where 4.4 million tons of matter are converted into energy every second; and in the cores of all other stars.

$E = mc^2$  also manages to apply itself near black holes, just outside their event horizons, where particle-antiparticle pairs can pop into existence at the expense of the black hole's formidable gravitational energy. The British cosmologist Stephen Hawking first described the hijinks in 1975, showing that the entire mass of a black hole can slowly evaporate by this mechanism. In other words, black holes are not entirely black. The phenomenon is known as Hawking radiation, and serves as a reminder of the continued fertility of Einstein's most famous equation.

But what happened *before* all this cosmic fury? What happened before the beginning?

Astrophysicists have no idea. Rather, our most creative ideas have little or no grounding in experimental science. Yet the religious faithful tend to assert, often with a tinge of smugness, that something must have started it all: a force greater than all others, a source from which everything issues. A prime mover. In the mind of such a person that something is, of course, God, whose nature varies from believer to believer but who always bears the responsibility for starting the ball rolling.

But what if the universe was always there, in a state or condition that we have yet to identify—a multiverse, for example, in which everything we call the universe amounts to only a tiny bubble in an ocean of suds? Or what if the universe, like its particles, just popped into existence from nothing we could see?

These rejoinders typically satisfy no one. Nonetheless, they remind us that informed ignorance provides the natural state of mind for research scientists at the ever-shifting frontiers of knowledge. People who believe themselves ignorant of nothing have neither looked for, nor stumbled upon, the boundary between what is known and unknown in the cosmos. And therein lies a fascinating dichotomy. “The universe always was,” gets no respect as a legitimate answer to “What was around before the beginning?” But for many religious people, the answer, “God always was,” is the obvious and pleasing answer to “What was around before God?”

No matter who you may be, engaging yourself in the quest to discover where and how everything began can induce emotional fervor—as if knowing our beginnings would bestow upon you some form of fellowship with, or perhaps governance over, all that comes later. So what is true for life itself is true for the universe: knowing where you came from is no less important than knowing where you are going.