

1.

JEDEN VEČER POD HVĚZDAMI...

– Dědo, řekla jsem svým kamarádům, že spolu budeme psát knihu o vesmíru, a oni měli spoustu otázek, které ti mám předat.

– Například?

– *Jak velký je vesmír? A co bylo před velkým třeskem? Skončí jednou svět? A jak se to stane? Co bude potom? Existují i jiné obydlené planety? Věříš v mimozemšťany? Někteří kamarádi povídali, že ve svých knihách používáš přirovnání z kuchyně – třeba písmenkovou polévku nebo těsto s rozinkami, jak ho dělala tvoje maminka.*

– Dobře, tak si o tom všem budeme povídat. Díky různým vědám – a především astronomii – mnoha věcem rozumíme. Velké množství otázek ale pořád zůstává bez odpovědi a mnoho záhad je stále nerozluštěných. Budu

mluvit i o nich, aby sis nemyslela, že už víme všechno. Vesmír je pro nás stále ještě velkým tajemstvím.

Udělej si pohodlí na svém lehátku, zavři oči a zhluboka dýchej. Soustřeď se na své tělo: nohy, ruce, prsty... oči, uši, nos... Jsi připravena?

– *Moment – ano, cítím celé své tělo.*

– Pro každého z nás vesmír začíná právě takto: jako to, co cítíš, co ti dovoluje vidět, slyšet, vnímat svůj vnitřní svět a zároveň i svět kolem sebe... Jsi součástí vesmíru a my ten vesmír budeme zkoumat prostřednictvím svého těla a své mysli. Teď otevři oči. Je noc a nebe je jasné. Vidíme hvězdy, některé se jasně třpytí, jiné jsou sotva vidět... Stojíme na Zemi, Slunce nám osvětluje den a Měsíc noc.

Vesmír je tohle všechno – všechno, co cítíš.

Ale nejdřív mi řekni: kolik je ti let?

– *Brzy mi bude čtrnáct!*

– A kde jsi byla před dvaceti lety?

– *Ale dědo, to jsem přece ještě nebyla!*

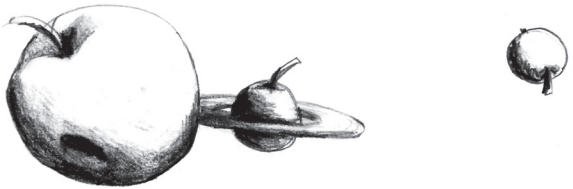
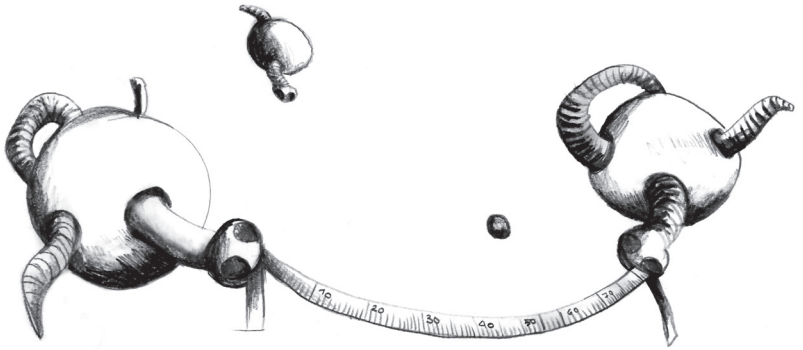
– Správně, já už jsem existoval, ale ty ještě ne. A pak se stala ta výjimečná událost, vznikla jsi, přišla jsi na tento svět, začala jsi existovat. Vstoupila jsi do vesmíru, ve kterém jsi předtím nebyla. Nemlu-

vím o dni, kdy ses narodila. Mluvím o okamžiku asi o devět měsíců dřív, kdy tě tvoji rodiče z lásky jeden k druhému počali. Ten den je pro tebe důležitější než datum tvého narození. Ten den ses objevila na malé planetce Zemi, která obíhá kolem Slunce, které obíhá kolem středu naší galaxie, Mléčné dráhy, jedné z mnoha galaxií našeho vesmíru. Stalo se to v těle tvé maminky. Tvůj otec do těla tvé matky vložil miliony malých buněk s dlouhým ocáskem, kterým se říká spermie. Ty pak mezi sebou závodily, která dříve dostihne maminčino vajíčko a oplodní je. Podaří se to vždy jenom jedné, ostatní zahynou. A potom ty vstoupíš do života. Dvě buňky se spojily a staly se tebou – díky nim jsi začala existovat. Od této chvíle jsi jednou z obyvatelk vesmíru. V tom okamžiku jsi začala žít dobrodružství svého života. Během následujících devíti měsíců se to malé oplodněné vajíčko stalo embryem a pak zárodkem. Buňky tvého těla se uspořádaly tak, aby ti dovolily žít a poznávat svět, do kterého jsi samostatně vstoupila ten den, kdy ses narodila z těla své matky. Potom jsi otevřela oči, rozhlédla ses po světě a připravila sis pro mě otázku, jako je tato: Dědo, co je to vesmír?

A teď řeknu něco, čemu se podivíš: kdyby dávno před tvým narozením nebyly na nebi hvězdy, neexistovala bys ani ty, ani já, a spolu bychom si tady nepovídali.

– *Nedovedu si představit, jak můžou mít hvězdy, které jsou tak daleko na nebi, cokoli společného s naší existencí. To je úžasné! Jak to můžeš vědět?*

– K tomu ještě dojdeme. Ale nejdříve si vysvětlíme pár jiných věcí.



2.

JAK DALEKO OD NÁS JSOU HVĚZDY?

– *Už nikdy se nebudu dívat na hvězdy tak jako dřív. Jenom nevím, jestli jsou blízko, nebo daleko. Vysvětli mi, dědo, jak se dá zjistit třeba vzdálenost mezi Zemí a Sluncem?*

– Začneme tím, že se budeme zabývat naším Sluncem. Dnes večer budeme pozorovat, jak zapadá. Jak ta veliká, světelná koule sestupuje pomalu k horizontu. Je to hvězda, stejná jako hvězdy, které vidíme v noci. Ale ty ostatní hvězdy jsou tak daleko, že nám připadají ve srovnání s ním mnohem méně jasné. Máme štěstí, že mezi všemi hvězdami na nebi je jedna, která je docela blízko nás...

– *Ano, ale jak daleko je?*

– Samozřejmě dál než hory, za které zapadá.

– *Mnohem dál?*

– Lidé si tuto otázku kladli hodně dávno před tím, než se jim podařilo najít odpověď. Někteří tvrdili, že je velmi daleko, jiní, že je docela blízko. Vypráví se, že jeden člověk jménem Ikarus plánoval za pomoci svého otce uprchnout z vězení tak, že odletí pomocí křídel upevněných voskem na zádech. Ale během letu se příliš přiblížil k slunci, vosk se roztavil a Ikarus se utopil v moři.

– *Tak jak se dá ta vzdálenost změřit?*

– Existuje několik metod. Jedna z nich se používá pro Měsíc a další tělesa ve sluneční soustavě. Vzpomeň si na naše procházky v horách loni v létě. Bavili jsme se tím, že jsme křičeli a pak poslouchali ozvěnu našich hlasů. Podle vzdálenosti od skal se k nám ozvěna vrátila za kratší či delší dobu. Zvuk se pohybuje rychlostí 300 metrů za vteřinu.

Jestliže se ozvěna vrátí za dvě vteřiny (zatímco řekneš jednadvacet, dvaadvacet), víš, že je skalní stěna vzdálená 300 metrů (zvuku to trvá vteřinu tam a vteřinu zpátky). K měření vzdálenosti ve sluneční soustavě se používá stejná metoda, jenom ne se zvukem, jako u ozvěny v horách, ale se světlem.

– *Ony existují světelné ozvěny?*

– Ano, stejně jako zvukové ozvěny. Jsou ale mnohem

rychlejší. Světlo se pohybuje milionkrát rychleji než zvuk. Chceme-li změřit vzdálenost Měsíce, vyšleme k jeho povrchu záblesk z laseru, což je jeden druh světla. Ozvěna se vrátí od Měsíce za dvě vteřiny (vteřinu tam a vteřinu zpátky). Měsíc je tedy vzdálen od Země jednu světelnou vteřinu.

Aby se k nám ale světlo dostalo ze Slunce, potřebuje na to osm minut - proto říkáme, že Slunce je vzdáleno osm světelných minut. Občas na Slunci propukají silné bouře a jeho povrch křížují ohnivé blesky. My je však vidíme až o osm minut později. Když tyto záblesky pozorujeme ze Země, víme, že se odehrály před osmi minutami. Proč? Protože světelné paprsky musely urazit vzdálenost mezi Sluncem a námi.

– Znamená to, že Slunce, které právě teď vidíme, je Slunce, jaké bylo před osmi minutami? Jaké je ale teď? Třeba se za těch osm minut změnilo!

– Abychom se to dozvěděli, musíme právě těch osm minut počkat! Co je ale důležité - těch osm světelných minut je právě ta správná vzdálenost od naší hvězdy... Kdybychom byli trochu dál, byla by tu příliš zima a život by nemohl existovat. Trochu blíž by naopak bylo příliš horko a voda v oceánech by se vypařila. Bez této tekutiny život nemůže existovat.

Díky tomu, že je naše Země ve správné vzdálenosti od Slunce, mohl na ní život vzniknout a vyvinout se tak, abychom tu mohli pohodlně žít.

Počkejme teď na noc. Slunce zapadlo. Na nebi se objevují hvězdy. Jejich světlo cestovalo dlouho, než dostihlo Zemi. Některé hvězdy, které vidíme, se nacházejí ve vzdálenosti desítek, set i tisíců světelných let. Například Polárka, ta, která nám ukazuje sever, je od nás vzdálená čtyři sta třicet světelných let. Její světlo, které dnes vidíme, muselo tuto hvězdu opustit kolem roku 1580.

– A co ty tři hvězdy, kterým říkáš Orionův pás? Jak jsou daleko?

– Z té nejjasnější muselo světlo putovat skoro tisíc pět set let, než se dotklo našich očí. Vydalo se na cestu ke konci římského císařství, cestovalo celý středověk a renesanci až do naší doby, a teď nás konečně dostihlo. Přirozeně že nemůžeme měřit vzdálenost, kterou urazilo, metodou ozvěny... Museli bychom čekat tři tisíce let, než dorazí tam a zase zpátky. Místo toho se používají jiné metody, které najdeš v knihách o astronomii.

A když se podíváš na snímek vesmíru zachycený obrovskými dalekohledy, uvidíš navíc ještě mnoho dalších galaxií. Zde jsou vzdálenosti ještě mnohem

větší. Světlo některých z nich se vydalo na cestu ještě před zrozením Země a Slunce - cestuje prakticky od zrození vesmíru.

– Jak můžeme vědět, co se s nimi stalo? Možná, že už neexistují?

– To je správná otázka. Myslíme si, že některé z těch galaxií byly pohlceny většími - že se mezi galaxiemi vyskytuje hodně kanibalismu, ale abychom si to mohli ověřit na vlastní oči, museli bychom si pár miliard let počkat. Zapamatuj si tohle: když pozoruješ vzdálenou hvězdu, vidíš ji takovou, jakou byla v dávné minulosti, a ne takovou, jaká je dnes. Dá se to říct i tak, že dívat se do dálky je stejné jako dívat se do minulosti.

Astronomové mají stroj na cestování zpátky časem, o kterém vždycky snili ti, kdo studují pozemské dějiny. Dovoluje nám pozorovat minulost vesmíru v přímém přenosu. Když třeba chceme vědět, jak vypadal vesmír v době, kdy se před 4,5 miliardami let rodilo naše Slunce, stačí pozorovat hvězdy, které jsou od nás vzdálené 4,5 miliardy světelných let. Právě to pomocí velice silných dalekohledů dnešní astronomové dělají. Takhle můžeme zkoumat dějiny vesmíru.



3.

Z ČEHO SE SKLÁDAJÍ HVĚZDY?

– Říkal jsi, že hvězdy jsou velmi daleko, ale že pro naši existenci zde na Zemi byly důležité. Já ale vidím jen malé světelné body. Jak můžeme vědět, z čeho jsou? A jak mohly ovlivnit nás život?

– Abych mohl odpovědět na tvou otázku, musím se vrátit ke znalostem, které jsou pro tebe možná již běžné. Budeme mluvit o atomech a o světle.

– Ano, o tom již něco vím, ale moc dobře tomu nerozumím. Vysvětli mi to tak, jako bych o nich nevěděla vůbec nic.

– Dobře. Začneme od nuly. Rozhlédni se kolem sebe. Uvidíš velké množství různých látek: zem a kameny, ze kterých jsou cesty, po kterých chodíš. Vodu, kterou piješ. Vzduch, který vdechuješ. Potravu - ovoce, zeleninu... A také své tělo. Jeden z největších objevů

vědy byl, že ukázala, že všechny tyto látky, kterých je mnoho a velmi se liší, jsou ve skutečnosti jen kombinací několika desítek druhů malých částic, kterým se říká atomy. Jejich jména znáš: kyslík, uhlík, železo, chlór, vodík, sodík, helium, olovo, zlato atd. Je jich asi stovka. Uvedu několik příkladů: kuchyňská sůl se skládá z chlóru a sodíku. Kameny jsou převážně z kyslíku, křemíku, hliníku, železa a hořčíku. Tvoje tělo se skládá hlavně z kyslíku, uhlíku, dusíku a vodíku. Vzduch, který dýcháš, je směs kyslíku a dusíku. Tato myšlenka – že látky, které zkoumáme, jsou kombinacemi atomů – je stará více než dva tisíce let. Přišli s ní už starověcí filozofové Demokritos a Lucretius, ale teprve v 18. a 19. století dovedli chemici dokázat její platnost.

– To všechno je tady na Zemi. Platí to ale i pro hvězdy a planety? Jak můžeme vědět, jestli je Slunce složeno ze stejných atomů jako my? Je přece tak daleko a atomy jsou tak malé!

– Abych mohl odpovědět na tuto otázku, musíme si říct něco o světle a barvách. Začneme se zářivkami používanými na reklamních tabulích.

Je tam červená barva v odstínu Coca-Coly, kterou vysílají atomy vodíku uzavřené ve skleněných trubicích. Lamy, které osvětlují silniční tunely, vydávají

žluté světlo, protože obsahují sodík. Zářivky se rtuťovými parami jsou fialové.

– *Jak se to dělá, aby ty atomy vysílaly barevné světlo?*

– Když dodáme atomu navíc nějakou energii, třeba elektrickou, za chvíli se jí zbaví tím, že vyzaří světlo. Každý druh atomů vydává světlo složené z jeho typických barev. Vodík se rozzáří hlavně dočervena, sodík dožluta, rtuť dofialova. Tyto barvy jsou jakýsi druh podpisu, který umožňuje rozeznat, o jaký atom jde. A to platí, ať se nalézá kdekoli, na Zemi, ve sluneční soustavě nebo až na hranicích vesmíru.

– *To znamená, že jenom pozorováním barvy hvězd můžeme poznat, z čeho se skládají? To je geniální! Kdo na to přišel?*

– Jeden německý astronom, Joseph von Fraunhofer, který jako první analyzoval v roce 1811 sluneční světlo. Objevil v něm podpisy mnoha různých druhů atomů: vodíku, vápníku a jiných. To znamená, že se Slunce, stejně jako naše Země, skládá z atomů. A totéž platí pro hvězdy, pro planety a pro všechna ostatní tělesa ve vesmíru. Najdeme tam každý nám známý atom, ale žádný jiný. Na obloze se nenašly žádné na Zemi neznámé atomy. Chápeš, jak je tento objev důležitý?! Díky barvě světla, které přichází do

našich teleskopů, známe atomové složení všeho, co se třpytí na nebi!

A mimochodem: Ve stejné době francouzský filozof August Comte zahrnul do seznamu objevů, které považoval za nedosažitelné, znalost chemického složení Slunce. Z toho plyne poučení: nikdy o ničem neříkej „to je nemožné“.