

VESMÍR

Ondřej Morcinek
2024

Obsah

Několik čísel.....	2
Co můžeme ve vesmíru najít.....	2
Jak to všechno víme?.....	2
Velký třesk.....	2
Sluneční soustava.....	3
Jak vznikla?.....	3
Sluneční soustava.....	3
Země.....	3
Jaký tvar má Země?.....	3
Důsledky tvaru Země.....	4
Pohyby Země.....	4
Důsledky pohybů Země.....	4
Měsíc.....	5
Zatmění.....	5
Zatmění Slunce.....	5
Zatmění Měsíce.....	5
Další vesmírné fenomény.....	5
Astrologie.....	5
Černé díry.....	6
Život ve vesmíru.....	6
Trocha filosofie – co život?.....	6
Fermiho paradox.....	6
Vysvětlení Fermiho paradoxu (3 možnosti):.....	7
1. Mimoszemšťané neexistují?.....	7
2. Existují, ale dosud jsme se s nimi nespojili?.....	7
3. Existují a sledují nás nebo tajně komunikují?.....	7
Exoplanety.....	7
Nový pohled na Zemi.....	8
Dálkový průzkum Země.....	8

Několik čísel...

Stáří vesmíru: 13,77 miliard pozemských let (některé odhady 15–18 miliard let).

Stáří planety Země: 4,55 miliard let.

Astronomická jednotka (AU): vzdálenost Země od Slunce – 150 mil. km.

Rychlost světla: cca 300 000 km/s.

Světelný rok (ly): vzdálenost, kterou světlo urazí za jeden rok (63 241 AU).

Měsíc – Země: 1,29 sekund.

Slunce – Země: 8 minut.

Mars – Země: 12,7 minut (střední vzdálenost).

Proxima Centauri – Země: 4,3 roky.

Co můžeme ve vesmíru najít...

- **Planety** (Země) obíhané měsíci (Europa, Enceladus).
- Planetární soustavy – **hvězdy** obíhané planetami (Sluneční soustava).
- **Galaxie** – Černé díry obíhané hvězdami (Mléčná dráha).
- **Supergalaxie** (největší dosud známé vesmírné útvary).

Nám **nejbližší hvězdy** jsou cca 20 ly od Slunce.

Vůbec nejbližší je **Proxima Centauri** (4,3 ly).

Země obíhá 31 000 ly od středu **Mléčné dráhy**.

Jak to všechno víme?

Pozorováním... jak pozorujeme?

Hubbleův vesmírný dalekohled obíhal od roku 1990 Zemi ve výšce přibližně 600 km.

Webbův vesmírný dalekohled ho na přelomu let 2021/2022 nahradil.

K čemu jsou vesmírné dalekohledy dobré (ze Země nevidíme)? – Obraz nezkreslený atmosférou.

Jak to všechno začalo? – **Velkým třeskem!**

Velký třesk

- Teorie, která se zdá být nejpravděpodobnější.
- Vymyslel ji belgický kněz a astronom Georges Lemaître.
- Název teorie byl původně zamýšlený jedním z jejích odpůrců jako zesměšňující.
- Zjednodušeně si lze velký třesk představit jako explozi.
- Proběhl pravděpodobně před **13,77 mld. lety**.

Sluneční soustava

Jak vznikla?

- Neforemný prachoplynný mrak uveden do pohybu nedalekou explozí (např. Supernovy).
- Následně vznikly z částíček mraku prstence, které obíhaly kolem jeho hustého a hmotného středu – v něm započala termojaderná reakce.
- Z prstenců se vlivem gravitace zformovaly planety – do těch narážely asteroidy a vymrštily z nich hmotu – vznik měsíců.

Sluneční soustava

- Začátek formování před **4,55 mld. lety**.
- **99,866 %** hmotnosti tvoří Slunce.
- Největší planeta – **Jupiter** (průměr 143 000 km, tedy téměř 12× více než planeta Země).
- 8 planet – Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun, (matematicky nedávno vypočítána 9. planeta – problém s pozorováním kvůli nedostatku světla).
- Hrozba dopadu asteroidů větších než **1 km**.

Země

- Jediné místo ve vesmíru s potvrzeným životem!
- Jedno z mnoha míst ve vesmíru, kde je voda!
- Poloměr – rovník **6 378 km** (póly 6 356 km)
- Průměrná teplota povrchu – **+15 °C** (v ČR cca 7 °C).

Jaký tvar má Země?

Geoid:

- Fyzikální (gravitační) model Země.
- Od rotačního elipsoidu má odchylku max. 108 m, takže je téměř totožný.
- Ekvivalentní koule 3× vyšší než běžná učebna na AGKM by měla odchylku max. 0,1 mm.
- Okem je rozdíl geoidu od koule nerozeznatelný.

Rotační elipsoid:

- Matematicky se s ním pracuje velmi snadno.
- Vyhovuje požadavkům na přesnost.
- Proč je Země téměř kulatá? (Proč není plochá?) – Vlivem **gravitační síly** (vše je přitahováno ke středu, proto se zemské těleso nutně musí uspořádat do tvaru +/- koule).
- Proč je Země zploštělá? – Vlivem **setrvačné odstředivé síly** (rotace kolem své osy).
- *Proč na fotce z vesmíru nevidíme Himaláje a jiná pohoří?*
 - Poloměr Země: 6 378 km.
 - Nadmořská výška nejvyšší hory: 8,8 km.
 - Odchylka: 0,14 % (okem nerozeznatelné).
 - Rozdíl je stejný, jako když dostaneme výplatu na brigádě 6 370 Kč nebo 6 378 Kč...

Důsledky tvaru Země

- Zonalita úhrnů slunečního záření na Zemi (na různých místech na planetě dopadají různé úhrny slunečního záření).
- Přímá (ne)viditelnost objektů na povrchu Země (nevidíme objekty, které jsou za horizontem – na ploché Zemi bychom toho viděli mnohem více).
- Vzdálenosti na Zemi (např. letadla nelétají po úsečkách, ale po obloucích, které kopírují zakřivení Země).
- Geocentrická a astronomická šířka (zajímavé, ale neučit se).
- Střídání dne a noci.
 - Čas otočení Země o 360° : 23 h 56 m.
 - Čas jednoho dne: 24 h.
 - Rozdíl je způsoben oběhem Země kolem Slunce. Za 23 h 56 m se sice Země otočí o 360° kolem své osy, ale zároveň se posune vůči Slunci přibližně o jeden stupeň. Aby se Slunce dostalo do stejné polohy na nebeské sféře, je nutné, aby se Země ještě potočila právě o tento jeden stupeň. To trvá 4 minuty.

Pohyby Země

- Země obíhá Slunce (1 rok).
- Země rotuje kolem své osy (1 den).
- Osa Země je vzhledem k rovině oběhu kolem Slunce ukloněna o přibližně $66,5^\circ$.
- Rotace se zpomaluje (analýza sedimentárních vrstev a fosilních korálů) – před 900 mil. lety měl den 18 hodin.

Důsledky pohybů Země

- Periodický rok.
- Četnost výskytu meteorů.
- Slapové jevy (příliv/odliv).
- Periodické střídání dnů, nocí a ročních období.
- Existence různých klimatických pásem (důsledek různého úhlu dopadu slunečních paprsků na povrch Země):
 - Tropický (teplý) pás – mezi obratníky Raka (S) a Kozoroha (J).
 - Mírné pásy – mezi obratníky a polárními kruhy.
 - Polární pásy – za polárními kruhy směrem k pólům.
 - Mezi základními pásy existují ještě přechodné pásy (subtropický, subpolární).
- Zdánlivý pohyb nebeské sféry.
- Vychylování pohybujících se objektů.
- Zejména Coriolisova síla:
 - Na severní polokouli uchyluje pohybující se objekty doprava.
 - Na jižní polokouli uchyluje pohybující se objekty doleva.
 - Když se člověk s kamarádem/kamarádkou roztočí na kolotoči a zkusí si hodit balon, ten se z jejich pohledu vychýlí (zkuste si to). Obdobný je princip fungování Coriolisovy síly.
- Střídání ročních období (důsledek sklonu ekliptiky – naklonění zemské osy o $23,5^\circ$):
 - Jarní rovnodennost (cca 21. březen) – stejně dlouhý den a noc.
 - Letní slunovrat (cca 21. červen) – nejdelší možný den (paprsky dopadají kolmo na obratník Raka – na S polokouli začíná léto, na J polokouli začíná zima).

- Podzimní rovnodennost (cca 23. září) – stejně dlouhý den a noc.
- Zimní slunovrat (cca 21. prosinec) – nejdelší možná noc (paprsky dopadají kolmo na obratník Kozoroha – na S polokouli začíná zima, na J polokouli začíná léto).
- Země obíhá po eliptické dráze kolem Slunce proti pohybu hodinových ručiček (při pohledu ze severu). Vzdálenost Země od Slunce není stálá:
 - Přísluní = perihelium (147 mil. km).
 - Odsuní = afelium (152 mil. km).
 - Oběžná rychlost je v přísluní největší, v odsuní nejmenší – průměrně je to 29,8 km/h.
 - Jeden oběh trvá přibližně 365,24 dne (přibližně jednou za čtyři roky je potřeba přidat do kalendáře 29. únor, aby Země mohla „dohnat“ zpoždění vzniklé 0,24 dnem – přestupný rok).

Měsíc

- Stojí na Měsíci vlajka USA? – Ne, Apollo 11 ji tryskama při startu shodilo.
- První návštěvník – 20. 7. 1969 (N. Armstrong, mise Apollo 11).
- Jediný velký přirozený satelit naší planety. (Čím dál od Slunce se planeta nachází, tím více má měsíců – Slunce funguje jako vysavač, svou gravitací čistí své nejbližší okolí.)
- Vzdálenost od Země – 384 000 km (mění se, protože Měsíc kolem Země neobíhá po dokonale kruhové dráze).
- Vázaná rotace (neustále k Zemi nakloněn stejně).
- Slapové jevy – lunární příliv/odliv oceánů (gravitací si přitahuje vodu na přivrácené straně zeměkoule, na odvrácené straně zeměkoule je jeho působení slabší a navíc tam působí setrvačná odstředivá síla, takže příliv je zároveň jak na přivrácené, tak na odvrácené straně zeměkoule).

Zatmění

Zatmění Slunce

Měsíc se dostane mezi Slunce a Zemi. Měsíc při zatmění zakrývá sluneční kotouč podezřele přesně. Je tomu tak proto, že je 390× menší než Slunce, zároveň je 390× blíže.

Zatmění Měsíce

Země se dostane mezi Slunce a Měsíc, ten tak není osvětlen slunečním svitem.

Další vesmírné fenomény

Následující oddíly není potřeba znát.

Astrologie

- Předpokládá souvislost mezi děním ve vesmíru a událostmi v životech lidí.
- Odmítána jako nevědecká. Poskytuje nepřesné, neměřitelné a neopakovatelné předpovědi (tím jsou porušeny základní vědecké principy).

- Statisticky se tváří „funkčně“, ale z jiných důvodů – svatba v květnu opravdu historicky vedla k úmrtí prvního potomka, ale nikoli kvůli poloze hvězd, ale kvůli devítiměsíčnímu těhotenství, které tak skončilo narozením dítěte na jaře v době, kdy byly zásoby jídla po zimě nejtenčí a ještě nebylo možné obstarat si nové.
- Křesťanstvím dlouho tolerována, nyní striktně odmítána! Křesťanství totiž klade velký důraz na osobní svobodu jednotlivce, který svými rozhodnutími tvoří budoucnost světa, která ještě není striktně daná. To je v přímém rozporu s vírou v předpovědi astrologů.

Černé díry

- Co to je? – Objekt natolik hmotný, že ani světlo nemůže uniknout jeho gravitaci.
- Kde hledat černou díru? – Uprostřed galaxií, ale i v mezihvězdném prostoru.
- A jak ji v mezihvězdném prostoru najít? – Dost těžko... (akreční disky, interakce, ...).
- **Gravitační čočka:** intenzivní gravitační pole objektu (např. černé díry) zakřiví dráhu letu fotonů (částice světla) a pozorovateli tak zkreslí vjem objektu za touto „čočkou“.
- V jaké vzdálenosti od Země najdeme tu nejbližší? – Přibližně 1 000 světelných let. (Na jejím objevu se podíleli i čeští vědci – jedná se o systém černé díry a dvou hvězd viditelných pouhým okem.)
- Víme vůbec, že existují? Ano, jednu se nám dokonce v roce 2019 podařilo vyfotit (**Sagittarius A** uprostřed naší galaxie)!
- **Horizont událostí:** hranice, za kterou už světlo nedokáže uniknout gravitaci černé díry – jedná se o kulovou plochu kolem černé díry (jeví se nám černě, protože z ní nevyzařuje světlo, byť černé díry určité záření přeci jen vydávají, ale to je záležitost velmi pokročilé astrofyziky).
- **Singularita:** místo, kde jsou gravitační síly nekonečně velké – teoretické místo a nevíme, co se tam může dít (ani nevíme, jestli existuje). Teoreticky dokáže velmi vysoká gravitace zakřivit časoprostor. To by znamenalo, že černá díra může být vstup do červí díry. Pád do ní by tak znamenal okamžitý transport na velmi velkou vzdálenost.
- **Dilatace času:** roztažení nebo stlačení času – čím rychlejší nebo hmotnější objekty jsou, tím pomaleji pro ně plyne čas – kdybychom hodinu stáli na planetě, která se pohybuje velmi rychle nebo má velmi silnou gravitaci, na jiném místě ve vesmíru by během této hodiny mohl uběhnout třeba rok.

Život ve vesmíru

Trocha filosofie – co život?

- Tvrzení: „*Hmota může obživnout (dokonce si uvědomovat sama sebe).*“
- Je tomu tak? Proč? – Ano, protože alespoň jednou se to určitě stalo (u nás na Zemi)!
- Kde může být život? – Europa (Jupiter), Enceladus (Saturn).
- Zajímavým „příznakem“ života je metan – ve větším množství ho mohou produkovat jen živé organismy (alespoň ze všech dosud známých procesů).

Fermiho paradox

- Vesmír je asi 3× starší než Země.

- Na Zemi jsme stihli 5 velkých vymírání, přesto za 4,55 mld. let vznikl druh, který se umí dostat do vesmíru.
- V Mléčné dráze 200–300 mld. hvězd.
- Voda je ve vesmíru běžná.
- Života by tedy ve vesmíru mělo být hodně, dokonce byla možnost jeho existence vědeckou komunitou všeobecně přijímána jako vcelku pravděpodobná ještě v polovině 20. století, ale v roce 1950 se Enrico Fermi na jedné vědecké konferenci zeptal: „MĚLO BY JICH BÝT HODNĚ, ALE KDE TEDY JSOU?“ – dnes tuto otázku nazýváme *Fermiho paradox*.

Vysvětlení Fermiho paradoxu (3 možnosti):

1. Mimoszemšťané neexistují?

- Správná poloha v galaxii (ne všude jsou vhodné podmínky pro život).
- Málo gama záření, správné prvky, ...
- Správná vzdálenost od hvězdy (blíže bychom shořeli, dále bychom zmrzli).
- Téměř kruhová oběžná dráha (zajišťuje relativně stabilní teploty).
- Odclonění asteroidů hmotným sousedem (u nás Jupiter).
- Správná velikost planety s tektonikou (díky ní mohou vznikat horké hlubokooceánské vývěry, na jejichž lemech jsou vhodné podmínky pro vznik života).
- Nejspíš to takto není...

2. Existují, ale dosud jsme se s nimi nespojili?

- Vzdálenosti jsou extrémně velké.
- Nestíháme spolu komunikovat v obdobích, kdy používáme stejné technologie (před 50 lety jsme vysílali rádiové signály – až je někdo zachytí, na Zemi už nebudeme používat přijímače, které by zachytily odpověď).
- Nejsou schopni mezihvězdné komunikace (nejsou technologicky dostatečně vyspělí).
- Přílišné rozdíly – nepochopili bychom se, nezaregistrovali bychom jejich komunikaci (binární kód, který pro vysílání používáme my, je extrémně abstraktní na to, aby ho někdo bez velmi specifických znalostí pochopil).

3. Existují a sledují nás nebo tajně komunikují?

- Je to hloupost?
- Nebo je to možné?
- Teorie planetární zoo (jsme „domácí zvířata“) nebo planetária (simulace).
- Je život příliš křehký a vesmír příliš nepřátelský, takže se v něm život nedokáže prosadit? – Těžko říct, ale většinu existence naší planety na ní existuje život. Ten má navíc tendenci sám sebe udržovat a přizpůsobovat se.

Exoplanety

- „Planeta obíhající jinou hvězdu než Slunce, tedy planeta v jiné než naší planetární soustavě.“
- Do roku 2019 jsme našli 4043 exoplanet, do roku 1995 jsme znali jen jednu.
- Jak objevit (nejen) exoplanetu? – Nejčastěji pomocí metody zákrytu (přeletí před svou hvězdou, kterou tak dočasně malinko zastíní).

- Život na exoplanetách je možný, pokud jsou splněna kritéria nutná pro jeho vznik a udržení (voda, ekosféra, ...). Dle předpokladů vědců bychom do deseti let měli najít „dvojče“ Země – mise Plato.

Nový pohled na Zemi

- Dálkový průzkum Země (DPZ) a vesmírné objevy minulého století přinesly možnost vnímat prostorové jevy na Zemi z úplně jiné perspektivy.
- 1957 – na oběžnou dráhu byla vypuštěna první umělá družice.
- Družice NEFOTÍ, ale zaznamenávají různé údaje (tepelné záření povrchu Země, odražené sluneční záření, ...), poté následuje složité zpracování a vytvoření grafických výstupů (ty často vypadají jako fotografie z vesmíru).

Dálkový průzkum Země

- Satelity a meteorologické balóny – možnost zaznamenat jevy v celoplanetárním měřítku.
- Využitelné ve všech oblastech s hlavními přínosy:
 - Zaznamenání až celé polokoule najednou.
 - Vertikální pozorování (do 20. st. horizontální).
 - Série snímků ze stejné perspektivy s časovým odstupem.