

## KOSMICKÁ ODYSSEA

**1.** Věděl bys, jak a z čeho kdysi dávno (před cca 13 miliardami let) vznikala naše Mléčná dráha?

**Spojením menších galaxií.**

---

**2.** Pamatuješ si z filmu, jak si staří Egypťané vysvětlovali střídání dne a noci?  
**Bohyně nebe Nut každé ráno porodila Slunce a večer ho zase spolkla.**

A dokázal bys vysvětlit, proč se střídá den a noc na planetě Zemi?

**Protože Země rotuje kolem vlastní osy.**

---

**3.** Za tvůrce dalekohledu je považován optik Hans Lippershey. Dokázal bys jmenovat tři astronomy, kteří se významně podíleli na zdokonalení tohoto vynálezu?

Galileo Galilei

Johannes Kepler

Isaac Newton


---

**4.** Vzpomněl by sis, kterým dalekohledem se dá pozorovat nebe v noci, ve dne, a dokonce i za oblačného počasí? Zvládl bys vysvětlit proč?  
**Radioteleskopem - sleduje vlnové délky, které nejsou viditelné pouhým okem.**


---

**5.** Vysvětlí, proč jsou dalekohledy na oběžné dráze kolem Země účinnější než dalekohledy, které jsme sestavili na zemském povrchu.  
**Dalekohledy na zemském povrchu ovlivňuje atmosféra, která zabraňuje pronikání jiného záření, než je viditelné světlo.**


Znáš nějaký takový dalekohled? **Hubbleův vesmírný teleskop**



EVROPSKÁ UNIE  
 Evropské strukturální a investiční fondy  
 Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
 VĚDEK A TĚLOVÝCHOVY



## 1.

Ve filmu je doslova uvedeno „Menší galaxie se spojují do větších. Tímto způsobem vznikla i naše galaxie Mléčná dráha.“

Toto je však jen jedna z pomyslných fází vzniku galaxií, kdy tyto objekty nabývají velikostí a hmotností, jaké známe. Vznik těchto základních vesmírných struktur však datujeme do doby krátce po Velkém třesku – řekněme tedy stovky milionů let po samotném vzniku vesmíru, kdy se začaly utvářet první výraznější shluky hmoty, tvořené nejlehčími prvky – vodíkem a heliem. V těchto shlucích se pak utvářely hvězdy, které postupně obohacovaly okolní hmotu o nové prvky. A právě z těchto obohacených mračen se rodily další generace hvězd – proto mají hvězdy v určité galaxii vždy své vlastní specifické chemické složení, jež je malinko odlišuje od hvězd z jiných galaxií. V této fázi vývoje se také formovaly kulové hvězdokupy, které běžně nacházíme v galaktických halech – právě tyto útvary jsou jedním ze základních indikátorů stáří dané galaxie, kdy napomáhají vymezit spodní hranici jejího věku, která je poté zpřesňována dalšími metodami (např. nukleokosmochronologií, jež odhaduje stáří astronomických objektů pomocí měření relativního množství izotopů, nejčastěji tedy radioaktivních prvků s dlouhou životností,

jako je třeba uran 238). Další fází vzniku galaxií je pak nabírání hmoty, které probíhá hromaděním okolního plynu, krádežemi materiálu ze sousedních galaxií a případně také slučováním celých galaxií. To můžeme krásně vidět na příkladu Mléčné dráhy, která se zhruba před 10 miliardami let srazila s trpasličí galaxií pojmenovanou Gaia-Enceladus. Vědci, kteří analyzovali data z družice Gaia, totiž zmapovali polohy 7 milionů hvězd v galaktickém prostoru a spolu s tím určili též rychlosti a směry pohybů těchto hvězd – a díky tomu objevili skupinu hvězd, jež prochází naší Mléčnou dráhou a musí být tedy pozůstatkem jiné galaxie.

## Zajímavost:

A nezapomeňme na to, že tyto procesy stále probíhají. Naše Mléčná dráha totiž stále krade materiál menším trpasličím galaxiím – konkrétně Velkému a Malému Magellanovu mračnu. Navíc nás přibližně za 3-4 miliardy let čeká srážka s naší nejbližší galaktickou sousedkou (co se velkých spirálních galaxií týče), totiž s galaxií M31 v souhvězdí Andromedy.

## 2.

Ve filmu je doslova uvedeno „Ve starověkém Egyptě věřili, že svět vznikl z bezbřehého praoceánu. V něm se skrze své božské rodiče zrodili bohyně nebe Nut a bůh Země Geb. Bohyně nebe pak každé ráno porodila Slunce a večer ho zase spolkla. Tak si lidé tehdy vysvětlovali střídání dne a noci.“

Stejně však jako řecké báje a pověsti mají mnoho hlavně lokálních variant, i v Egyptě najdeme mnoho různých příběhů, vysvětlujících stejnou věc. Další mýty, které se zabývají střídáním dne a noci, jsou velmi úzce svázány

s bohem Re, egyptským vládcem Slunce. Když tento bůh otevře oči, tak nastane den, když je zavře, svět se zahálí do tmy. Někdy je Nút zobrazována jako jeho nebeská ochránkyně.

Asi nejznámější je [Mýtus o Sluneční lodi](#):

Amon-Re se každé ráno probouzí na východě a poté se plaví se svými společníky na zlaté lodi po nebeském oceánu, přičemž ze sebe vyzařuje světlo a teplo. Jeho pouť končí pro lidské oko na západě, kde loď opouští denní svět a vplouvá do světa nočního: do říše Amanti a poté do říše mrtvých, kde loď čeká mnoho různých dobrodružství – nejdůležitější z nich je však porážka hada Apophise – hada, který se snaží Slunce spolknout (někdy Slunce pronásleduje i ve dne). Re však naštěstí vždy zvítězí a lidský svět může pokračovat. Nicméně sem tam se v zápalu boje stane, že je bůh Slunce mocným hadem zalehnut a jeho záře zmizí – pak nastává zatmění Slunce.

V některých mýtech spolu Nút a Re dokonce zápasí o nadvládu nad denním světem. Například když Re těhotné Nút nedovolil porodit v žádném z 360 kalendářních dnů v roce. Dle věštby totiž právě děti Nút a Geb měly překonat Reovu moc. Nút se tedy domluvila s bohem moudrosti Thothem a spolu postupem času nastřádali světlo z Měsíce, čímž mohli rok prodloužit o pět kalendářních dní, ve kterých pak Nút porodila svých pět dětí – mocných egyptských božstev.

### Zajímavosti:

Nút byla bohyně nebes a byla zobrazována jako krásná nahá žena, jejíž tělo bylo poseto hvězdami, stejně jako nebeská klenba. S bohem země Gebem pak měli 4-5 dětí (liší se počet i děti – různé výklady).

Do boha Re se „vtělilo“ mnoho různých lokálních bohů – tento fakt je někdy vykládán jako přechod z polyteismu k monoteismu v Egyptě.

A proč se střídá den a noc? Může zato rotace Země kolem vlastní osy. A pozor: jedna otočka planety kolem osy trvá 23 hodin, 56 minut a 4 sekundy, což nazýváme hvězdný (=siderický) den. Pro nás pozemšťany je však důležitější střední sluneční den – tedy doba, za jakou se Země otočí vůči Slunci, což je 24 hodin. Zemskému pozorovateli tedy uplyne den, když Slunce projde dvakrát nebeským poledníkem (meridiánem).

## 3.

V průběhu filmu jsou postupně uvedeni tři muži, kteří se podíleli na zdokonalení dalekohledu: (text navazuje na Koperníkova pozorování), „...Zhruba o sto let později sestrojil Galileo Galilei dalekohled pro pozorování noční oblohy. Zahájil tím novou éru astronomie. Zjistil, že planetu Jupiter obíhají čtyři měsíce, a že Venuše prochází stejnými fázemi jako náš Měsíc. Svými objevy potvrdil pravdivost Koperníkova učení.“

„Německý astronom Johannes Kepler sestrojil vylepšenou verzi čočkového dalekohledu. Spočítal, že se planety nepohybují po kruhových, ale po eliptických drahách. Svými objevy pomohl popsat heliocentrický model naší Sluneční soustavy.“

„Anglický fyzik Isaac Newton jako první sestavil zrcadlový dalekohled. Místo čoček použil duté zrcadlo. Newton také přišel se zákony gravitace - Síly, díky které jablko padá na zem, a která nutí Zemi i ostatní planety obíhat kolem Slunce.“

S hledáním vynálezce tohoto úžasného pomocníka astronomů je to ale trochu složitější. O patent na „přístroj přibližující pomocí čoček věci vzdálené“ požádal v roce 1608 německo-nizozemský brusič skla a výrobce brýlí Hans Lippershey. Jeho přístroj (tedy první refraktor), složený z rozptylky na okuláru a spojky na objektivu, měl zhruba trojnásobné zvětšení a dnes bychom ho spíše přirovnali k divadelnímu kukátku, než k dalekohledu. Ale zpět k příběhu: o dva týdny později přišel na nizozemský úřad požádat o patent na stejný přístroj specialista na broušení čoček Jacob Metius. A aby potencionálních žadatelů nebylo málo, pár dní po Metiusovi se přihlásil o vynález ještě další brusič skel – muž, jenž je považován za vynálezce mikroskopu, Zacharias Jansen. Patentový úřad, který měl jen kvůli dalekohledu poslední měsíce roku 1608 velmi napilno – a navíc nevědic, zdali vynalezli přístroj nezávisle na sobě tři lidé, či byl nápad na aparát někomu ukraden, to tehdy vyřešil velmi pragmaticky – patent neudělil nikomu z nich. Nicméně, nejčastěji je jako vynálezce dalekohledu uváděn právě Hans Lippershey,

zřejmě proto, že podal žádost o patent jako první.

Neuběhl ani rok a vynálezu se zhostil Galileo Galilei, toskánský astronom a fyzik. Ten přístroj zdokonalil – namísto původního trojnásobného zvětšení totiž dosáhl zvětšení osminásobného a poté až dvacetinásobného. Jako jeden z prvních také namířil dalekohled k nebesům a mohl tak učinit své úžasné objevy. Uvědomil si, že drobné „hvězdičky“, které pozoroval u Jupiteru, mění svoji polohu ze dne na den a došlo mu, že Jupiter vlastně obíhají – tak byly objeveny čtyři krásné Jupiterovy měsíce, tzv: Galileovské měsíce, tedy Io, Europa, Ganymed a Callisto. Dále pozoroval a popsal fáze planety Venuše, čímž napomohl postupnému prosazení myšlenky heliocentrismu, kterou znovu (najdeme ji totiž již v antickém Řecku) přivedl na světlo a hlavně důkladně rozpracoval matematik a astronom Mikuláš Koperník. V neposlední řadě pak rozpoznal pohoří a krátery na Měsíci a ze stínů, které sledoval, se pokoušel spočítat výšku a hloubku těchto útvarů.

Dalším inovátorem úžasného vynálezu byl Johannes Kepler, který se záhy dozvěděl o činnosti Galilea a to ho inspirovalo – akorát tento matematik, astrolog a astronom použil pro svůj dalekohled soustavu spojných čoček. Vznikl tak tzv. Keplerův dalekohled, v němž je obraz zmenšený a převrácený a okulár má funkci lupy, která obraz sice zvětší, ale nepřevrátí... což ale astronomům vůbec nevadí (a když vadí, tak si pořídí zrcátko, co obraz převrátí ve svislém směru, případně speciální hranol, který umožní úplné převrácení). Pozorování těles sluneční soustavy, jejich pohybů a též rychlostí těchto pohybů ho pak přimělo k formulování tzv. Keplerových zákonů. Heliocentrické vidění světa tedy získávalo na síle.

Uběhlo půl století od zdokonalení refrakčního dalekohledu a anglický fyzik, matematik a astronom Isaac Newton objevil, že bílé světlo je složené z barevného spektra. Došlo mu, že jakákoliv čočka refrakčního dalekohledu bude trpět rozptylem světla do barev (tzv. chromatickou aberací) a bude tedy lehce znehodnocovat pozorování. A tak sestrojil vlastní dalekohled, který místo čoček užíval soustavu zrcadel, čímž vznikl zcela nový typ tohoto přístroje, tzv. reflektor. Život tohoto muže, jenž bývá považován ze zakladatele exaktní vědy, pak byl plný nejrůznějších objevů a vynálezů, přičemž asi nejdůležitější je formulace zákona všeobecné gravitace a tří zákonů pohybu. Právě tyto zákony totiž byly základem vědeckého zkoumání vesmíru po tři staletí, tedy až do formulování Einsteinovy teorie relativity. Plně navázal na výzkum svého předchůdce Johanna Keplera a svou teorii gravitace aplikoval na jeho tři zákony pohybu planet, čímž dokázal, že nejen na Zemi, ale v celém vesmíru panují stejné zákony. Díky tomu přestal být heliocentrismus pouhou teorií, ale stal se reálným obrazem fyzického světa.

#### 4.

Radioteleskopy byly vynalezeny ve 30. letech 20. století inženýrem českého původu Karlem Guthem Janským a otevřely nám zcela nové okno vesmíru. Jsou využívány hlavně v radioastronomii – slouží totiž k zachycení a identifikaci radiových zdrojů ve vesmíru (například protoplanetární disky, mlhoviny, quasary atd.) Sledují tedy radiovou část elektromagnetického světla – vlnové délky, které nejsou viditelné pouhým okem. Proto má tento teleskop tvar směrové antény a neposkytuje žádný viditelný obraz. Jelikož mají radiové vlny poměrně dlouhé vlnové délky (přesněji řečeno se délka těchto vln pohybuje od 1 milimetru až po tisíce kilometrů), velikost talířů antén nabývá opravdu velkých rozměrů (největší mají v průměru přes 500 metrů – např. Arecibo, FAST, případně i RATAN-600, což ale není talíř, je to konstrukce do obvodu kruhu vystavěných radioreflectorů, odrážejících signál k přijímači uprostřed), případně se staví soustavy menších vzájemně propojených antén.

#### Zajímavosti:

Radioteleskopy se stejně jako klasické dalekohledy staví daleko od měst. Není to však kvůli světelnému znečištění, nýbrž kvůli rušivému televiznímu a radiovému vysílání (tzv. radioemise).

Radioteleskopy se též hojně využívají ke komunikaci s družicemi.

#### 5.

Ve filmu je řečeno: „Zemská atmosféra se neustále chvěje a zabraňuje pronikání záření o jiných vlnových délkách, než je viditelné světlo. Takže nejlepším místem pro astronomická pozorování je vesmír.“ Poté je přímo jmenován

Hubbleův vesmírný teleskop.

Lidé snili o dalekohledu, jehož obraz by nebyl rušen zemskou atmosférou, která zabraňuje pronikání některých typů záření (například infračervené záření je totiž absorbováno vodními párami), již v době mezi světovými válkami. Postavit a provozovat takový dalekohled se však podařilo až o půlstoletí později – Hubbleův vesmírný teleskop byl na oběžnou dráhu planety Země vynesena v roce 1990 raketoplánem Discovery a poskytl nám jako první dechberoucí snímky dalekého vesmíru.

#### Zajímavosti:

Rušivý vliv atmosféry umí u velkých observatoří téměř dokonale odstranit systém adaptivní optiky. Ve filmu jsou takto připomínány např. Keckovy dalekohledy na Havaji nebo VLT a budovaný ELT v Chile. Dalekohled si vysoko v atmosféře vytváří pomocí laseru umělou hvězdu. Její obraz pak počítač vyhodnotí a pomocí servomotorů upraví mnohokrát za sekundu tvar sekundárního nebo jiného menšího zrcadla v systému dalekohledu. Tím odstraní vliv chvění atmosféry. Má to ale svá omezení – jde to jen v malém zorném poli a navíc vesmírný dalekohled neovlivňuje, zda je den, nebo noc.