

# Internetový kurz základů astronomie

uživatelská příručka



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Projekt Internetový kurz základů astronomie CZ.1.07/1.1.02/02.0156 realizuje Hvězdárna a planetárium Brno, příspěvková organizace v rámci globálního grantu CZ.1.07/1.1.02 Zvyšování kvality ve vzdělávání v Jihomoravském kraji Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

2

Existuje nepřeberné množství knih a článků, které poutavě vyprávějí o vesmíru. Zpravidla se to v nich hemží obřími černými děrami, extrémně hustými neutronovými hvězdami, zářivými bílými trpaslíky nebo aktivními jádry galaxií. Bohužel, autoři často zapominají na „běžnou“ noční oblohu – jakoby vesmír začínal až tisíce světelných let od Země.

Skutečnými znalci vesmíru se však stanete pouze tehdy, pokud vesmír prozkoumáte na vlastní oči. Co na tom, víte-li, že se někde v Labuti nachází černá díra, když toto souhvězdí ani nedokážete rozpoznat na obloze... Bez praktického pozorování, se zkrátka skutečnými znalci oblohy nestanete.

S prvními kroky po hvězdné obloze vám přitom pomůže internetový kurz základů astronomie, který vytvořili pracovníci Hvězdárny a planetária Brno. Stačí navštívit adresu <http://www.hvezdarna.cz/astrokurz> a dle návodu se během pár desítek sekund ponořit do tajů astronomického světa kolem nás. Připraveny jsou informace o dění na nebi, návody na pozorování noční i denní oblohy či odpovědi na nejrůznější zapeklité otázky. Dozvíte se také, jak vybrat ten správný dalekohled a zabrousíte dokonce do doby, kdy vznikal vesmír.

Podstatné je, že k úspěšnému absolvování tohoto kurzu nepotřebujete žádné výjimečné vzdělání. Dokonce ani nemusíte patřit mezi matematické či fyzikální talenty. Vystačíte si se základními přírodovědnými znalostmi a především s trpělivostí při řešení docela jednoduchých úloh.

Internetový astronomický základů kurz je jedinečný z mnoha důvodů. Jednak svým rozsahem – tvoří jej 92 kapitol, doplněných několika stovkami krásných ilustrací a infografik, stejně jako praktickými úlohami a otázkami. Účastníci kurzu se mohou také sdružovat prostřednictvím sociální sítě a co je asi nejdůležitější, mohou se s prosbou o pomoc kdykoli obrátit na odborníka – astronoma.

K dispozici jsou hned čtyři pracovníci Hvězdárny a planetária Brno, kteří kdykoli pomohou s řešením méně srozumitelného zadání, nejednoznačnou formulací, nepochopitelným textem či technickou závadou. Všichni absolventi také obdrží certifikát skutečného znalce oblohy, ti nejzapálenější se

*dokonce mohou přihlásit na ústní zkoušku před odbornou komisí Hvězdárny a planetária Brno. A to nejdůležitější: celý kurz, všechny konzultace i veškeré materiály jsou zdarma.*

*Pracovníci Hvězdárny a planetária Brno*

# O čem je tato publikace?

---

- *Seznamuje potenciální uživatele se strukturou kurzu.*
- *Poskytuje podrobný návod na používání celého kurzu.*
- *Obsahuje ukázky z úvodu jednotlivých kapitol obou bloků, doplněné seznamy všech podkapitol.*
- *Na přiloženém DVD najdete celou „off-line“ verzi Internetového kurzu základů astronomie – avšak bez otázek a možnosti se zeptat astronoma.*
- *Prozradí, jak vypadá ústní zkouška na Hvězdárně a planetáriu Brno.*

6

# Začínáme

---

Začněme jednoduchým úkolem.

Zvedněte se prosím od počítače a běžte se podívat na hvězdnou oblohu.

Už jste zpátky?

Možná ne, jelikož jste netrpěliví a čtete dál. Možná je zrovna den, nebo je noc, ale jako naschvál je zataženo. Rozhodně ale takovou noční procházku brzo absolvujte a dobře si pak prohlédněte podobu hvězdné oblohy nad vámi.

Na nebi jste si totiž mohli všimnout spousty zajímavých jevů. Tak například – hvězdy nebyly stejně jasné. Některé zářily nápadněji, jiné méně. Záleželo také na tom, odkud jste se dívali. Pokud z města, pak jste obdivovali jenom několik nejnápadnějších hvězd. Ale jestli jste zrovna byli na chalupě či jinde v přírodě, tedy dál od pouličního osvětlení, mohli jste napočítat až několik tisíc zářivých „světýlek“.

Možná jste se dokonce na oblohu podívali více než jednou. Třeba s odstupem několika hodin – v takovém případě byste si mohli všimnout, jak nad východním obzorem některé hvězdy přibýly a naopak nad západním jiné zmizely. Patrně mohly být i pohybuující se „hvězdy“ – některé zazářily na pár sekund, jiné letěly napříč oblohou po celé minuty.

Během vaší první výpravy jste mohli mít štěstí i na Měsíc, na jehož povrchu byly patrně světle šedé skvrnky. Přesvědčit jste se také mohli, že náš nejbližší kosmický soused z noci na noc změnil nejen polohu, ale dokonce i vzhled. A vaše pozorování mohla doplnit i nějaká ta oblačnost či jiné světelné představení.

Tolik, vlastně mnohem více zajímavých věcí lze zahlédnout při jedné jediné kratičké procházce pod hvězdnou oblohou.

Jak se totiž sami přesvědčíte, k získání základních astronomických znalostí nemusíte studovat na prestižní vysoké škole a k obhlížení krás noční oblohy nepotřebujete žádný drahý dalekohled.

Stačí váš zrak, možná triedr, pár dalších drobností a především chuť se odrazit.

Odrazit se od planety Země a vydat se kosmickým prostorem až na okraj nedohledna. Vaším spojencem bude nadšení, vaším průvodcem tento astronomický kurz a vaším motorem touha po poznání. Poznání drtivé části našeho světa – od povrchu planety Země až za horizont událostí.

Stačí se jen odrazit a vydat se mezi hvězdy.



# Podporují nás

---

Internetový kurz základů astronomie podporují tyto organizace:

Hvězdárna a planetárium Brno

Amatérská prohlídka oblohy

Česká astronomická společnost

Knihovna J. Mahena v Brně

Astronomická olympiáda



# Návod na použití kurzu

---

Hned na úvod je třeba zdůraznit, že k úspěšnému absolvování tohoto kurzu nepotřebujete žádné výjimečné vzdělání. Dokonce ani nemusíte patřit mezi matematické či fyzikální talenty. Vystačíte si se základními znalostmi a především s trpělivostí při řešení docela jednoduchých úloh. Kurz je sice určen žákům základních a středních škol Jihomoravského kraje, ale přihlásit se do něj může kdokoli jiný.

Tento kurz je výjimečný hned z několika důvodů. Především proto, že se s prosbou o pomoc můžete kdykoli obrátit na odborníka – astronoma. Anebo také proto, že na závěr od nás obdržíte certifikát skutečného znalce oblohy. Ti nejzapálenější se dokonce mohou přihlásit na ústní zkoušku před odbornou komisí Hvězdárny a planetária Brno. Celý kurz, všechny konzultace i veškeré materiály jsou přitom zdarma.

Jak začít?

Docela jednoduše!

Do svého prohlížeče napište adresu

<http://www.hvezdarna.cz/astrokurz>

Kliknutím na odkaz REGISTRACE (vlevo nahoře) se na začátku vaší cesty kurzem musíte zaregistrovat. Vyplňte prosím všechny červeně vyznačené údaje. Zdůrazňujeme, že tyto informace podléhají ochraně osobních údajů, slouží čistě pro potřeby kurzu a nebudou nikde zveřejněny ani poskytnuty třetím osobám. Kromě běžných údajů po vás ze statistických důvodů požadujeme též věk a poštovní směrovačí číslo vašeho bydliště (tedy PSČ).

Po odeslání formuláře bude na vámi zadanou adresu zaslán potvrzující e-mail s aktivačním odkazem. Poté se již můžete do kurzu přihlásit.

sit kliknutím na odkaz LOGIN (vlevo nahoře) pod svým uživatelským jménem (loginem) a heslem. V případě, že někdy později zapomenete heslo, klikněte na odkaz „Zapomněl(a) jsem heslo“. Po vyplnění e-mailu, který jste zadali při registraci, vám bude zasláno nové.

Po přihlášení do kurzu se zobrazí úvodní uživatelská stránka, takzvaná NÁSTĚNKA, na které najdete upozornění na nové události (například pokud byla opravena některá vaše odpověď), stejně jako zprávy od odborných pracovníků Hvězdárny a planetária Brno, třeba upozornění na zajímavé úkazy na obloze.

Kliknutím na odkaz MŮJ ÚČET (v levém menu) se později dostanete na stránku, kde můžete měnit nastavení svého účtu, například heslo nebo e-mail. Pokud zakliknete v položce tzv. Infomaily, budete od nás dostávat důležité noviny také prostřednictvím e-mailu.

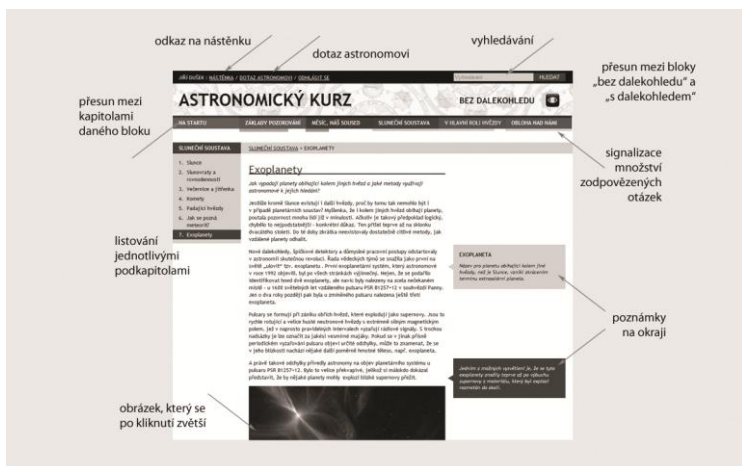
V liště vpravo nahoře najdete také formulář VYHLEDÁVÁNÍ, který nabízí fulltextové vyhledávání; výsledky jsou automaticky řazeny podle důležitosti. Můžete si je ale seřadit také podle pořadí kapitoly v kurzu.

Samotný Internetový kurz základů astronomie se skládá ze dvou základních bloků - dvou na sebe navazujících dílů - nazvaných jednoduše:

- bez dalekohledu (stránky mají světlé pozadí);
- s dalekohledem (stránky mají tmavé pozadí).

Mezi oběma bloky se pohybujete tak, že kliknete na odkaz v pravém horním rohu.

Každý z těchto dvou bloků tvoří několik kapitol uvedených v „duhové“ vodorovné liště. V bloku „bez dalekohledu“, který sestává spíše z praktických rad a popisu jevů viditelných bez speciálních pomůcek, najdete:



NA STARTU

ZÁKLADY POZOROVÁNÍ

MĚSÍC, NÁŠ SOUSED

SLUNEČNÍ SOUSTAVA

V HLAVNÍ ROLI HVĚZDY

OBLOHA NAD NÁMI

Spíše teoretický a s odkazy na úkazy, k jejichž sledování je nezbytný jednoduchý a snadno dostupný přístroj, je blok „s dalekohledem“:

HVĚZDÁŘSKÝ DALEKOHLÉD

SLUNEČNÍ SOUSTAVA

HLUBOKÝ VESMÍR

VESMÍR - JAKÝ JE

U CÍLE

Všechny tyto kapitoly se dále rozpadají na podkapitoly, jejichž soupis se objeví v roletce v levém sloupci. Například fialová kapitola „Základy pozorování“ obsahuje podkapitoly:

Země z nadhledu  
Vzdálenosti na obloze  
Vše je v pohybu  
Hvězdářský zeměpis  
Čas v astronomii  
Jak pracují lidské oči  
Jak je co jasné?  
Výprava ke hvězdám  
Pozorovací podmínky  
Hvězdářské mapy  
Planetárium na počítači  
Po stopách UFO  
Hon na družice

To, co dělá kurz kurzem, jsou právě jednotlivé podkapitoly. Jakým způsobem je budete číst, zda jednu po druhé anebo na přeskáčku, záleží na vás (doporučujeme však první způsob).

Kromě hlavního textu zde přitom najdete:

- poznámky na okraji neboli bubliny, které doplňují, rozšiřují a zpestřují hlavní text;
- snímky a ilustrace, které se kliknutím ve zvláštním okně zvětší;

- infografiky, které mají podobu postupně prolínajících se obrázků (klikajte na obrázku vpravo nahoře na odkaz DALŠÍ, resp. na opačné straně vlevo na odkaz PŘEDCHOZÍ; použít můžete i šipky doleva a doprava na klávesnici). Počet obrázků jdoucích za sebou se indikuje v levém dolním rohu (např. Obrázek 8 z 21);
- testovací otázky a praktické úkoly, které jsou vždy na závěr některých podkapitol.

Zastavme se na chvíli u testovacích otázek a praktických úkolů, jelikož právě ty dělají náš kurz skutečným kurzem. Věřte, že jsou velmi jednoduché – pozorný čtenář s jejich řešením problém mít nebude. Způsob jak dospět ke správné odpovědi samozřejmě zůstává na vás, ale doporučujeme k vypracování přistupovat zodpovědně. Snáze se tak stanete skutečnými znalci astronomie. V textu narazíte na tři základní typy otázek či úloh:

- Úlohy k zamyšlení, kdy máte odpovědět formou psaného textu – pokud možno, co nejstručněji, jen v několika větách.
- Výběrové otázky, kdy se musíte rozhodnout mezi několika nabízenými možnostmi – pozor, vždy je správná alespoň jedna varianta, někdy hned několik, tu a tam všechny.
- Praktické úkoly, kvůli kterým si musíte stáhnout a vytisknout pracovní list a vydat se pod skutečnou oblohu. Podle pokynů proveďte pozorování, protokol vyplňte, oskenujte nebo ofoťte fotoaparátem a nahrajte zpátky do kurzu. Samozřejmě, že nám ke kontrole pošlete pouze stránku s řešením, zadání znovu kopírovat nemusíte. Kvalita vaší elektronické kopie nemusí být nijak výjimečná, maximální velikost souboru nesmí přesáhnout 4 MB, přičemž doporučujeme použít formát pdf nebo jpg (nicméně nahrávání spolupracuje i se soubory tif, png, doc či rtf).



Důležité upozornění - ať už odpovíte na jednu, dvě či více otázek, vždy musíte kliknout na odkaz ULOŽIT. Jinak se vaše odpovědi nezapíší do systému!

Může se samozřejmě také stát, že při studiu nebo řešení otázek a úloh narazíte na nějaký zásadní problém. Třeba nesrozumitelné zadání, nejednoznačnou formulaci, nepochopitelný text či obvyčejnou technickou závadu. V takovém případě nenechte se zmást - stačí v horní liště kliknout na DOTAZ ASTRONOMOVI.

K dispozici jsou hned čtyři odborní pracovníci Hvězdárny a planetária Brno, kteří vám rádi poradí. Tato služba je ovšem určena pouze ke konzultacím, nikoli k nezávaznému povídání. K tomu jsou vyhrazeny jiné aplikace kurzu. Pro lepší přehlednost vyplňte „Předmět“ vašeho dotazu. Jakmile někdo z astronomů zareaguje, zobrazí se vám upozornění v horním menu hned vedle odkazu „DOTAZ ASTRONOMOVI“. Vaše dotazy se přitom archivují a je možné v nich listovat podobně jako v elektronické poště nebo ve zprávách na Facebooku.



To, že jste odpověděli správně, nebo že vaše vypracování praktické úlohy vypadá skvěle, poznáte s odstupem času po kontrole řešení odborným pracovníkem Hvězdárny a planetária Brno podle indikace u každé z otázek. Abyste dospěli až na konec kurzu, musíte správně vyřešit 75 procent všech otázek a praktických úloh v každém z obou bloků kurzu (tj. 56 ze 75, resp. celkem 112 ze 150). To proto, že některé praktické úlohy můžete vypracovat pouze v konkrétních ročních obdobích.

Váš průchod kurzem (procento úspěšně zodpovězených otázek) se samozřejmě průběžně zaznamenává a také zobrazuje graficky v duhové liště s názvy kapitol. To vám umožňuje okamžitě vidět, kolik nezodpovězených otázek vám z každé kapitoly ještě zbývá.

Jakmile projdete úskalím všech otázek a praktických úkolů - opět připomínáme, že se nejedná o nic obtížného, obdržíte od nás jako přímii certifikát o úspěšném absolvování kurzu. Velmi vážní zájemci se dokonce mohou na Hvězdárně a planetáriu Brno přihlásit ke skutečné ústní zkoušce, podrobnosti najdete v kapitole U CÍLE. Ovšem až v okamžiku, kdy splníte všechny požadované předpoklady - tedy 75procentní úspěšnost.

Jsmo internetový kurz, a proto klademe důraz na interaktivitu a vzájemnou spolupráci. Vždy po přihlášení do kurzu se vám zobrazí NÁSTĚNKA s informacemi spíše technického charakteru. Dle vašeho zájmu vám můžeme tu a tam zaslat e-mail na adresu zadanou při vaší registraci. A konečně, spoustu informací ke kurzu, ale také zkušenosti vás samotných či jiných účastníků kurzu, najdete na stránkách Facebooku či Twitteru. Stačí se jen zaregistrovat

- Facebook - [www.facebook.com/hvezdarna.brno](http://www.facebook.com/hvezdarna.brno)
- Twitter - [www.twitter.com/HvezdarnaBrno](http://www.twitter.com/HvezdarnaBrno)

Tu a tam můžete zabrousit na stránky Hvězdárny a planetária Brno - <http://www.hvezdarna.cz>, jejíž pracovníci jsou autory tohoto kurzu.

A nemusí to být jenom virtuální návštěva, nabízíme celou řadu pořadů v planetáriu i na hvězdárně, odborných přednášek apod.

Tak se přijďte podívat!

Náš kurz si můžete stáhnout do svého počítače, chytrého telefonu či PDA. V takovém případě sice ztratíte onu interaktivitu (nebudou dostupné otázky a dotaz astronomovi), ale zase si naše texty můžete číst třeba na cestách. A pokud budete s naším kurzem spokojeni, budeme rádi, když jej doporučíte svým přátelům.

Na závěr pár informací o autorech kurzu. Studijní podklady vytvořil

Mgr. Jiří Dušek, Ph.D.;

Mgr. Pavel Gabzdyl;

Mgr. Jan Píšala.

Supervizorem kurzu je doc. RNDr. Zdeněk Mikulášek, CSc. Programování zajistil Mgr. Pavel Karas. S problémy vám poradí a na vaše dotazy odpoví

Mgr. Pavel Gabzdyl;

Mgr. Pavel Karas;

Mgr. Zuzana Kuljovská;

Mgr. Jan Píšala.

Projekt Internetový kurz základů astronomie CZ.1.07/1.1.02/02.0156 realizuje Hvězdárna a planetárium Brno, příspěvková organizace v rámci globálního grantu CZ.1.07/1.1.02 Zvyšování kvality ve vzdělávání v Jihomoravském kraji Operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost. Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

# První expedice

---

Pravdou je, že první okamžiky pod noční oblohou nebývají jednoduché – jména souhvězdí totiž vůbec neodpovídají rozložení hvězd na reálné obloze! Pokud však budete trpěliví, brzy se v nich hravě vyznáte. Stačí k tomu jenom několik málo večerních čtvrthodinek. K výuce dokonce nepotřebujete tmavou oblohu, pohodlně se můžete učít na světlém městském nebi nebo za svitu úplňkového Měsíce.

Nejdříve si ale musíte pořídit mapu aktuální hvězdné oblohy – pro den a hodinu, kdy se vydáte za poznáním hvězd a souhvězdí. Mapa nemusí být nijak podrobná, bohatě stačí, když bude obsahovat jenom několik desítek nejnápadnějších hvězd. V tzv. otáčivé podobě ji určitě koupíte na některé z hvězdáren, při troše štěstí i v lepším knihkupectví. Ještě snadnější je využít večerní mapy, které jsme připravili přímo pro tento kurz.

Nevýhodou těchto „předpřipravených map“ je, že v nich nejsou vyznačeny nápadné planety a Měsíc. Tato tělesa totiž vůči vzdáleným hvězdám pozvolna mění polohu, a proto je každý večer najdete na jiném místě. Tento nedostatek ale nemají mapy, které generují nejrozumnější počítačové programy anebo on-line webové aplikace (mnohé z nich jsou zcela zdarma, více si o nich budeme povídat v jedné z dalších kapitol). V takovém případě ale zvolte vhodné zobrazení – bohatě stačí mapa pokrytá jen několika desítkami, nanejvýš stovkami hvězd. Méně je v tomto případě skutečně více.

Mapu, kterou jste si stáhli z těchto stránek nebo vytvořili v počítačovém planetáriu, vytiskněte s pomocí laserové tiskárny (inkoust se na vlhkém papíře rozpívá) na papír formátu A4 a kvůli úspoře toneru v negativu, tedy černé hvězdy na bílém papíře.

Vytištěno?

Pokud ano, pak se vydejte na cestu. Dobře se oblečte, vezměte si s sebou slabší, tlumenou baterku a najděte místo, odkud máte dobrý výhled na všechny světové strany. Chvíli se dívejte kolem sebe a zkuste na nebi nalézt sedmici hvězd, které tvoří obrazec Velkého vozu. Kdybyste si nebyli jisti, pak můžeme prozradit, že Velký vůz připomíná spíše „pánvičku“ nebo „naběračku“.

Když se vám identifikace podaří, máte vyhráno. Pomocí Velkého vozu totiž snadno dojdete k Polárce ze souhvězdí Malé medvědice, a pokud od ní spustíte pomyslnou svislici směrem k obzoru, určíte směr na sever. Po pravé ruce pak máte východní obzor, po levé západní a za zády jih. Samozřejmě, že můžete postupovat i opačně – s kompasem či GPS určete jednotlivé světové strany a teprve pak s mapou naleznete Velký vůz a Polárku.

Nyní zkuste poznat další nápadná souhvězdí i hvězdy. Při pozorování držte mapu šikmo nad hlavou tak, aby k zemi směřovala ta světová strana uvedená na okraji, ke které stojíte čelem. Hvězdy zakreslené u spodního okraje mapy uvidíte před sebou, hvězdy poblíž středu mapy přímo nad hlavou a ty, které jsou vyznačeny u protějšího okraje, můžete spatřit za sebou.

Pro základní orientaci jsou cenné především nápadné skupiny hvězd. Například Orion vypadá jako „letící motýl“ či „přesýpací hodiny“, nejjasnější hvězdy ze souhvězdí Střelce vykreslují „čajovou konvici“, Labuť „kříž“ a hvězdy z Pastýře tvoří písmeno „P“. O souhvězdí se sice v pravém slova smyslu nejedná, ale tyto obrazce bývají zakresleny snad ve všech jednodušších mapách.

Na úvod bude stačit, když na skutečném nebi najdete alespoň tyto nápadné hvězdy a souhvězdí:

- V létě: hvězdy Altair, Antares, Deneb, Vega / souhvězdí Labuť, Lyra, Orel, Střelec

- Na podzim: hvězdy Enif, Fomalhaut, Mirfak, Alphertaz / souhvězdí Andromeda, Kasiopeja, Pegas, Perseus
- V zimě: hvězdy Aldebaran, Betelgeuze, Capella, Procyon, Sirius / souhvězdí Blíženci, Býk, Orion, Velký pes, Vozka
- Na jaře: hvězdy Arcturus, Regulus, Spica / souhvězdí Herkules, Lev, Panna, Pastýř

Můžete se také pokusit zahlédnout nějakou planetu. Merkur a Venuši hledejte za soumraku na ranní nebo večerní obloze (nad východním, resp. západním obzorem), naproti tomu Mars, Jupiter a Saturn mohou být pozorovatelné třeba i po celou noc. Kromě nich jsou patrné i umělé družice, meteory (lidově označované jako „padající hvězdy“) či jiné světelné jevy. Možná si všimnete i toho, že některé z jasných hvězd mají zřetelně barevné odstíny



# Základy pozorování

---

Existuje nepřeberné množství knih a článků, které velmi poutavě vyprávějí o vesmíru. Často se to v nich hemží masivními černými děrami, extrémně hustými neutronovými hvězdami, bílými trpaslíky nebo třeba aktivními jádry galaxií. Autoři přitom zapomínají na „běžnou“ noční oblohu – jakoby vesmír začínal až desítky či tisíce světelných let od Země. Skutečnými znalci vesmíru se však stanete pouze tehdy, pokud vesmír prozkoumáte takřkajíc na vlastní oči.

Právě proto uvozují tento astronomický kurz kapitoly, které se zaměřují na základy pozorování. Dozvíte se v nich, jak a podle čeho se na nebi astronomové orientují, naučíte se poměřovat jasnosti jednotlivých objektů i jejich vzdálenosti na obloze. Řekneme vám, čím se do noci vybavit a odkud pozorovat. A jelikož vám pozorování sem tam překazí i nenadálá změna počasí, zaměříme se také na meteorologické podmínky a rozpoznávání oblačnosti.

Připravte se na to, že během výprav za hvězdami uvidíte i celou řadu netradičních a dosti nečekaných úkazů. Co když se zrovna vy setkáte s UFO! Nevěříte? I tomuto fenoménu se budeme v jedné z kapitol věnovat. Nemusíte se však bát, že by pozorování bylo přespříliš, i v našem kurzu dojde na bílé trpaslíky, červené obry či neutronové hvězdy. Následující kapitoly čtete prosím co nejpozorněji. Jakmile jim totiž porozumíte, bude další průzkum vesmíru úplná hračka!

*Následují kapitoly:*

1. *Země z nadhledu*
2. *Vzdálenosti na obloze*
3. *Vše je v pohybu*
4. *Hvězdářský zeměpis*

5. *Čas v astronomii*
6. *Jak pracují lidské oči*
7. *Jak je co jasné?*
8. *Výprava ke hvězdám*
9. *Pozorovací podmínky*
10. *Hvězdářské mapy*
11. *Planetárium na počítači*
12. *Po stopách UFO*
13. *Hon na družice*



# Měsíc, náš soused

---

Měsíc je nejsnadněji pozorovatelným objektem pozemské oblohy. Proč k nám přivrací stále jednu polokouli a co vše na ní můžeme bez dalekohledu vidět?

Zkuste zapátrat v paměti: Který objekt vás na obloze zaujal jako úplně první? Uznáváme, tak hluboko v paměti ani pátrat nelze. Museli byste si totiž vzpomenout na doby, kdy jste se poprvé ocitli mimo domov – nejspíš v kočárku – a to asi nikdo jen tak nedokáže. Když se ale nad tím zamyslíte, zjistíte, že jako opravdu malé dítě, které sotva rozezná tváře svých rodičů, asi z toho nejnápadnějšího objektu pozemské oblohy – ze Slunce – nebudete příliš nadšené. Proč? Naše denní hvězda je příliš jasná na to, abychom si ji jen tak prohlédli. Z vlastní zkušenosti přece každý ví, že přímý pohled na Slunce je ve většině případů nepříjemný a může být i nebezpečný. Výjimku tvoří okamžiky, kdy je jeho jas dostatečně oslaben vrstvou vysoké oblačnosti nebo vzdušnými hmotami nízko nad obzorem.

Pokud jste si tedy jako hodně malí neprohlíželi sluneční kotouč, pak zbývá jediný objekt, který vás mohl přes den nebo z večera na obloze zaujmout. Ano, je to Měsíc. Náš nejbližší vesmírný soused je po Slunci nejjasnějším objektem na pozemské obloze a i bez dalekohledu na něm rozeznáte jeho povrchové útvary, které můžete pozorovat v podobě tmavých flíčků. Schválně, co vám připomínají?

Ušatého zajíce?

Muže s knírkem?

Líbající se pár milenců?

To záleží jen na vaší fantazii. Nejčastěji se ovšem setkáme s představou lidské tváře, která se stala symbolem Měsíce dodnes běžně užívaným v kalendářích.

Určitě jste si všimli, že jednotlivé tmavé skvrny jsou na měsíčním kotouči stále na stejném místě. Proč? Odpověď je jednoduchá – Měsíc k nám obrací stále stejnou polokouli, které říkáme přivrácená strana Měsíce. Náš souputník má podobně jako všechny velké satelity Sluneční soustavy tzv. vázanou (synchronní) rotaci – tzn., že Měsíc se vůči hvězdám otočí za stejnou dobu, za jakou oběhne kolem své planety.

Že si to nedokážete představit? V tom případě si vezměte na pomoc například ping-pongový míček, jehož jednu polokouli obarvíte fixem. Pak na stůl položte třeba figurku z čokoládového vajíčka, která bude představovat Zemi a vlastně i vás – pozemského pozorovatele. Nyní kolem figurky (Země) začněte kroužit ping-pongovým míčkem (Měsícem) tak, že nastavíte obarvenou stranu směrem k figurce. Pokud kroužíte s míčkem takovým způsobem, že jím nebudete vůbec otáčet, zjistíte, že v průběhu jedné otáčky se vaší figurce ukáže i neobarvená strana míčku. A teď zkuste otáčet s míčkem tak, aby k figurce mířila jen obarvená část míčku (přivrácená strana). Zjistíte, že k tomu abyste toho dosáhli, musíte míčkem otáčet ve stejném smyslu, v němž „Měsíc“ obíhá kolem „Země“. Navíc doba otáčky „Měsíce“ se musí přesně rovnat době jeho oběhu. Musíte si však uvědomit, že tomu tak je, díváte-li se na vše z dálky. Pokud si jako výchozí bod zvolíte samotnou Zemi, pak se vůči vám Měsíc otáčet nebude.

Tento způsob oběhu je způsoben a udržován vzájemným tzv. slabým působením planet a jejich měsíců, při kterém dochází ke sjednocování oběžné doby měsíce kolem planety a rotačních period obou těles. Pokud je perioda rotace mateřské planety delší než oběžná doba jejího měsíce, dochází ke zpomalování její rychlosti. Měsíc se

pak pohybuje po spirále smrti, která končí pádem satelitu na planetu. Takový osud čeká za několik desítek milionů let Marsův měsíček Phobos. Je-li však perioda rotace mateřské planety kratší než oběžná doba jejího měsíce, pak se tento satelit od planety vzdaluje, dokud se rotační periody obou těles nesrovnají. Právě to je případ našeho Měsíce, který se tempem několika centimetrů za rok vzdaluje od Země.

Vraťme se však zpět k tmavým skvrnkám, které můžeme na měsíčním disku sledovat i bez dalekohledu. Měsíční moře jsou důsledkem pádu planetek o velikosti větších měst, které v měsíční kůře vytvořily ohromné krátery – tzv. impaktní pánve. Schválně si všimněte, že většina z nich má stejně jako měsíční krátery kruhový obrys! Tyto ohromné pánve později vyplnila láva, jež se na měsíční povrch vylévala v obrovských ohnivých fontánách. Mnoho velkých prohlubní v měsíčním povrchu dnes tedy nevyplňuje voda, ale naopak ztuhlá láva připomínající tmavou pozemskou strusku.

*Následují kapitoly:*

1. *Lunace*
2. *Měsíc mezi hvězdami*
3. *Měsíční zeměpis*
4. *Oběžná dráha Měsíce*
5. *Jak dlouhý je měsíc?*



# Sluneční soustava

---

V poznávání naší Sluneční soustavy začneme s planetami, které už od pradávna budily nemalou pozornost. Jednou z vlastností planet, díky které je snadno rozeznáte od hvězd, je jejich způsob putování po nebi. Zatímco hvězdy se vůči sobě téměř nehýbou, planety vůči hvězdám zřetelně mění polohu.

Rozeznat planety od hvězd můžete hned několika způsoby. Planety se na obloze prozradí například tím, že svítí na rozdíl od hvězd poměrně klidným světlem, protože představují plošný zdroj světla.

Není vám to jasné? Zkusme si to tedy vysvětlit trochu blíže. Jak už jsme si říkali v předchozích kapitolách, zatímco od velmi vzdálených hvězd přichází světlo jen ve velmi úzkém svazku, který snadno podlehne změnám v zemské atmosféře a odchýlí se od svého směru (scintiluje), u planet jednotlivé svazky probíkáávají v různých okamžicích nezávisle na sobě. Proto planety svítí většinou klidným světlem. Dalším vodítkem pro poznání planet na hvězdném nebi je to, že se zdržují poblíž ekliptiky – roční dráhy Slunce po hvězdném nebi. Všechny planety naší Sluneční soustavy se totiž na pozemské obloze vzdalují od roviny ekliptiky jen málo.

To je také důvod, proč nemůžeme planety spatřit například ve Velkém vozu nebo v souhvězdí Pegase, ale pokaždé jen v některém ze třinácti ekliptikálních souhvězdí. Nejspolehlivějším způsobem pro rozlišení planet je však sledování jejich pohybu mezi hvězdami. Skutečně, když budete sledovat pohyb planet vůči hvězdám, občas zjistíte, že v průběhu týdnů a měsíců vytvářejí zvláštní smyčky, oblouky a kličky.

Vysvětlit podivné chování bludných hvězd není při dnešních znalostech nijak složité. Pro naše předky to však byl pořádný oríšek, který

se hvězdářům podařilo rozlousknout až počátkem 17. století. Než si pohyb planet po hvězdném nebi objasníme, musíme si je nejprve rozdělit do dvou skupin: na planety vnitřní, kam patří Merkur a Venuše, tedy ty planety, které se nacházejí uvnitř zemské dráhy, a na planety vnější, mezi které patří Mars a všechny další planety dále od Slunce. V této kapitole se budeme věnovat planetám vnějším, ty vnitřní si necháme na příště.

K tomu, abychom mohli „bludné hvězdy“ dobře pozorovat, jsou zapotřebí hned tři předpoklady:

1. Planeta musí být dostatečně vysoko nad obzorem;
2. Daná planeta by měla být na obloze daleko od Slunce;
3. Musí být samozřejmě jasná noc.

První předpoklad je pochopitelný. Pokud se totiž pozorovaná planeta nachází jen nízko nad obzorem, je její svit zemskou atmosférou výrazně oslaben. Druhý předpoklad, tedy úhlovou vzdálenost planety od Slunce hvězdáři označují jako elongace. Nejlepší podmínky pro viditelnost vnějších planet přitom nastává v době opozice (elongace 180°). V době opozice se totiž daná planeta ukazuje na obloze přímo naproti Slunci a navíc je k nám prostorově nejbližší. Také má v té době největší úhlový průměr. Znamená to tedy, že planeta vychází při západu Slunce již zvečera, vrcholí kolem půlnoci a zapadá až nad ránem při východu Slunce. Je to zkrátka způsob putování po obloze, jaký předvádí náš Měsíc v době úplňku. Naopak je-li elongace dané planety například jen 5°, zdržuje se velmi blízko Slunce a je prakticky nepozorovatelná.

Putování vnějších planet tedy vypadá následovně. Nejprve se na danou planetu díváme prakticky ze stejného směru jako na Slunce. Hvězdáři pro tento okamžik používají termín konjunkce. Planeta je v tu dobu od nás nejdále a navíc se zdržuje v blízkosti Slunce – čili na denní obloze. Pak se naše „bludná hvězda“ na obloze od Slunce

vzdaluje (roste její elongace), až se po půl roce ocitne naproti Slunci – v opozici. Po opozici se elongace planety snižuje, až po dalším půl roce doputuje opět k naší denní hvězdě.

Budeme-li sledovat pohyb vnějších planet opravdu pozorně, objevíme v jejich bloudění mezi hvězdami něco zvláštního. Zprvu se planeta pohybuje mezi hvězdami podle očekávání od západu k východu, ovšem pak se začne její pohyb zvolňovat, až nadejde den, kdy se úplně zastaví. Poté se dá opět do pohybu, ovšem opačným směrem (od východu k západu)! Nejprve se vrací pomalu, ale pak stále rychleji, až podruhé zastaví, aby pak následovala svůj původní pohyb. Dráha planety mezi hvězdami se podobá veliké kličce.

Co se to stalo?

Myslíte si, že se planeta chová zvláštně?

Vůbec ne! Nesmíme totiž zapomínat na to, že na planety se díváme z pohybuující se Země. V době opozice například Marsu se tedy pohybujeme stejným směrem jako tato blízká planeta, ovšem díky tomu, že jsme blíže ke Slunci, se pohybujeme rychleji než Mars. Proto se nám zdá, že Mars nejenže neputuje směrem, jaký bychom očekávali, ale dokonce couvá. Je to podobné, jako bychom v autě předjížděli cyklistu – také se nám zdá, že couvá a přitom míří stejným směrem jako my.

Jestliže se chcete v poněkud komplikovaném, ale přesném jízdním řádu bludných hvězd vyznat lépe, měli byste znát dva důležité pojmy: synodická a siderická oběžná doba. Synodická perioda oběhu je u vnějších planet doba, která uplyne mezi dvěma stejnými postaveními dané planety vůči Slunci na pozemské obloze. Je to tedy doba mezi dvěma po sobě jdoucími opozicemi. Siderická oběžná doba udává dobu, za jakou se planeta dostane na stejné místo oběžné dráhy vůči hvězdám. U vnějších planet je synodická oběžná perioda kratší než siderická. U vnitřních planet je to naopak.

### siderické a synodické oběžné doby planet

	siderická doba	synodická doba v rocích
<b>Merkur</b>	87,9 dnů	0,317
<b>Venuše</b>	224,7 dnů	1,598
<b>Mars</b>	686,9 dnů	2,135
<b>Jupiter</b>	4 335,3 dnů (11,9 let)	1,092
<b>Saturn</b>	10 759,2 dnů (29,4 let)	1,035
<b>Uran</b>	30 799,1 dnů (84,3 let)	1,012
<b>Neptun</b>	60 190 dnů (164,8 let)	1,005

A ještě něco bychom si měli o planetách uvědomit. Planety bližší Slunci obíhají po své dráze rychleji a planety vzdálené pomaleji. Z toho také vyplývá, že nejvzdálenější planety se pohybují mezi hvězdami nejpomaleji. Takže zatímco Mars projde všemi ekliptikálními souhvězdími za necelé dva roky, Jupiteru to trvá 12 let.

A co třeba takový Neptun? Ten se v těchto letech nachází v souhvězdí Vodnáře, ve kterém zůstane až do roku 2022. A na to, abychom ho viděli projít všemi ekliptikálními souhvězdími, by bylo zapotřebí alespoň dvou životů – vždyť mu to trvá 165 let!

*Následují kapitoly:*

1. *Slunce*
2. *Slunovraty a rovnodennosti*
3. *Večernice a jitřenka*
4. *Komety*
5. *Padající hvězdy*
6. *Jak se pozná meteorit?*
7. *Exoplanety*



# V hlavní roli hvězdy

---

Na úvod se neubráníme jedné definici: Jako hvězdy označujeme všechna více či méně kulová tělesa s hmotností od 0,08 do 100 hmotností Slunce, která jsou složena především z vodíku a helia. Pohromadě je přitom udržuje vlastní gravitace a probíhají v nich (anebo alespoň po nějakou dobu probíhaly) tzv. termonukleární reakce. Více si ale prozradíme až v dalších kapitolách kurzu.

Může být na hvězdách při pohledu bez dalekohledu něco zajímavého?

Nejsou to pro nás jenom velmi vzdálené, zářící body?

Nikoli!

Člověk se ani nemusí příliš zajímat o astronomii, aby si všiml, že počet viditelných hvězd závisí na pozorovacích podmínkách. Světlou městskou oblohu zdobí nanejvýš několik stovek nejzářivějších hvězd, Měsíc a některé planety Sluneční soustavy. Pokud se ale vydáte za tmavým nebem, pak bez dalekohledu zahlédnete až několik tisíc hvězd. Ještě větší množství je pozorovatelné malým dalekohledem. Divadelním kukátkem nebo triedrem je možné sledovat zhruba dvě stě tisíc hvězd, dalekohledem s objektivem o průměru dvacet centimetrů deset milionů hvězd a s pomocí nejmodernějších observatoří ještě desetkrát více.

Světlo hvězd putuje celá desetiletí, nebo dokonce i staletí prázdňným vesmírným prostorem, aby se posledních několik desítek kilometrů muselo prodrat skrz neklidnou zemskou atmosféru. Právě ona má ale na svědomí to, že hvězdy nesvítí stálým světlem, nýbrž nahodile publikávají (mihotají). Jev je obzvlášť patrný u hvězd v malé výšce

nad obzorem. Ostatně o této tzv. scintilaci jsme se už v našem kurzu zmiňovali.

Dodejme ale, že jasnost mnoha hvězd kolísá i bez ohledu na zemskou atmosféru. Tyto tzv. proměnné hvězdy mohou pulsovat, nebo jsou složeny ze dvou vzájemně se zakrývajících hvězd apod. Na rozdíl od mihotání se ale zpravidla jedná o mnohem pozvolnější změny, ve většině případů odhalitelné pouze s pomocí speciálních přístrojů (více ve druhé části kurzu).

I když jsou hvězdy obří tělesa, nacházejí se od nás tak daleko, že je na první pohled vidíme pouze jako zářící body. Přesto je každé malé dítě kreslí s charakteristickými cípy! Tuto „ozdobu“ však vytváří až lidské oči – resp. jejich vnitřní uspořádání. Stačí se totiž podívat na nějakou jasnou hvězdu skrz milimetrovou díрку v tvrdém neprůhledném papíru... a cípy ihned zmizí.

V časopisech, filmech, na fotografiích i v astronomických mapách se hovoří o barvách hvězd. Na ilustracích vídáme krvavě rudé obry, oslnivě modré neutronové hvězdy, nadýchané zelené mlhoviny, oranžové planety a fialová slunce. Není proto divu, že pokud se sami podíváte do vesmíru, prožijete zklamání. Většina kosmických objektů totiž bude na první pohled černobílá a velmi nevyrazná!

Důvod je prostý. Barevně v noci uvidíte pouze silné zdroje světla. Záběry vesmírných objektů prezentované v médiích jsou také dodatečně obarvovány tak, aby vynikly jejich detaily. V mnoha případech jsou vesmírné objekty dokonce sledovány v jiných oborech elektromagnetického spektra než ve viditelném světle. S nápadnějšími barevnými odstíny se proto u hvězd setkáte jenom výjimečně. Nejzřetelnější je naoranžovělé zbarvení například u hvězdy Aldebaran ze souhvězdí Býka, Rasalgethi z Herkula či Antares ze Štíra. Tyto drobné nuance má přitom na svědomí různá povrchová teplota: načerve-

nalé hvězdy jsou obecně chladnější (asi 4000 stupňů Celsia) než bílé (přes 10 000 stupňů Celsia).

*Následují kapitoly:*

1. *Nebeský cirkus*
2. *Souhvězdí vs. znamení*
3. *Pojmenovaná obloha*
4. *Vesmírný zvěřinec*
5. *Expresní průvodce*
6. *Letní obloha*
7. *Podzimní obloha*
8. *Zimní obloha*
9. *Jarní obloha*
10. *Výlet k protinožcům*



# Obloha nad námi

---

Přemýšleli jste někdy nad tím, proč je pozemská obloha zrovna modrá a ne třeba oranžová? Jak je to vůbec možné, když je Slunce žluté nebo dokonce červené?

A co Měsíc? Je nízko nad obzorem skutečně větší, než vysoko na nebi? Není to, co vidíme, jen pouhopouhá iluze? Odkud se berou podivná kola a oblouky, jež se čas od času objeví okolo Slunce či Měsíce?

Klamou nás snad vlastní oči? Copak se i v astronomii můžeme střetnout tajemnou Fata Morgánou?

Věřte nebo ne, ale je tomu tak! Nemělo by vás to však zaskočit. I ty nejneuvěřitelnější úkazy totiž obvykle mají docela jednoduché vysvětlení. V následujících kapitolách se zaměříme na několik netradičních nebeských představění, která dokážou uchvátit pozornost pozorovatele hrou stínů, barev i netypických tvarů. S některými z nich se přitom můžete setkat denně. Stačí se jen pozorně dívat kolem sebe!

*Následují kapitoly:*

1. *Proč je obloha modrá a proč Slunce u obzoru zčervená?*
2. *Refrakce*
3. *Měsíční iluze*
4. *Polární záře*
5. *Zatmění Slunce*
6. *Zatmění Měsíce*
7. *Mezi dnem a nocí*
8. *Halové jevy*



# Hvězdářský dalekohled

---

Jestliže čtete tento text, pak jste s největší pravděpodobností úspěšně završili první část tohoto astronomického kurzu. Prostřednictvím námětů a úkolů v jednotlivých kapitolách jste se důkladně seznámili s objekty Sluneční soustavy i vzdáleného vesmíru – stali jste se znalci hvězdného nebe.

Na druhou stranu je ale nezbytné přiznat, že jste prozatím vesmír zkoumali pouze svým zrakem. A i když jste dohlédli až do vzdálenosti tří milionů světelných let, nedá se to vůbec srovnávat s tím, co vás čeká v následující druhé části. Těšit se můžete na detaily měsíčního povrchu, podivuhodné struktury slunečních skvrn, nitra kulových hvězdokup, hvězdná pole protkaná skupinami galaxií nebo mlhoviny roztočivých tvarů.

Nic ale není zadarmo! A v tomto případě to platí dvojnásob. Jestliže totiž chcete nahlédnout do skutečných hlubin vesmíru a na vlastní oči spatřit celou plejádu fascinujících objektů, nemine vás finanční investice do astronomického dalekohledu.

Buďte však bez obav, nebude se jednat o nijak dramatický výdaj. Navíc se vám taková „oběť“ určitě vyplatí. V dalších kapitolách vám s výběrem vhodného přístroje samozřejmě poradíme.

A nejen to.

Vydáte se po stopách slavných astronomů a pohlédnete na objekty nočního nebe, které upoutaly pozornost Galilea Galileiho, Johanna Keplera, Giovanni Cassiniho či Williama Herschela. Ostatně kdo by nechtěl spatřit koloběh Jupiterových satelitů, měsíční krátery, obří víry v Jupiterově atmosféře, Saturnovy prstence či planety Uran a Neptun? A to jsme teprve ve Sluneční soustavě!

Dalekohled vás ale přenese ještě mnohem dále a umožní vám pohlednout do vzdálenosti miliard světelných let. Do doby, kdy byl náš vesmír o pořádný kus menší a vypadal jinak než v současnosti.

Dostane se vám přitom odpovědi na spoustu zajímavých otázek. Jak vznikl vesmír? Proč se vytvořily biliardy hvězd seskupené do miliard galaxií? Jak se hvězdy vyvíjejí a proč vlastně září? Odkud se vzala naše Sluneční soustava a jaká nás čeká budoucnost? Jsme ve vesmíru sami nebo existuje život i na jiných planetách?

Sami už dobře víte, že pozorování chce cvik, proto nezaoufejte, pokud na první pohled neuvídíte v dalekohledu detaily popsané v textu. Vaše oči budete muset tak trochu vycvičit. O to zábavnější ale pozorování i práce s dalekohledem bude. Nemá smysl se dále rozepisovat, vždyť to opravdu zajímavé skrývají teprve následující kapitoly.

Nezbývá než popřát hodně jasných nocí!

*Následují kapitoly:*

1. *První astronomické dalekohledy*
2. *Triedr*
3. *Zrcadlové dalekohledy*
4. *Astronomické montáže*
5. *Jak si vybrat astronomický dalekohled?*
6. *Jak si vybrat astronomickou montáž?*
7. *Příslušenství k dalekohledům*



# Sluneční soustava

---

Astronomie se podobně jako jiné přírodní vědy snaží popisovat, vysvětlovat, ale i pojmenovávat objekty svého výzkumu. Hledání nových pojmů a správných termínů ovšem často naráží na velké problémy. Příroda se totiž odmítá řídit podle „škatulek“ a „definic“, které vymysleli lidé. Proto vědci musí svou terminologii přizpůsobovat stavu poznání, jež se ovšem neustále vyvíjí. Právě takovým vývojem prošel i termín „planeta“.

Nejprve se pokusíme odpovědět na otázku, kde se nachází hranice mezi planetou a hvězdou? Jednoduchá definice říká, že hvězda svítí svým vlastním světlem, kdežto planeta pouze světlo rozptyluje.

Tato definice ovšem není přesná, protože i velké planety mohou velmi slabě zářit a to v důsledku pomalého gravitačního smršťování nebo zásluhou chemických změn, které probíhají v jejich nitrech. Přesnější definice proto říká, že hvězda je dostatečně hmotným tělesem, aby v jejím nitru mohla po dlouhou dobu probíhat termojaderná reakce. Planety jsou příliš málo hmotné a příliš chladné na to, aby v nich tyto reakce mohly probíhat. Hmotnostní hranice mezi hvězdou a planetou je tedy asi 30násobek hmotnosti Jupiteru.

Vymezili jsme si rozdíl mezi hvězdou a planetou, ale co je tedy vlastně „planeta“ zač? Termín planety (planētēs) zavedli již staří Řekové pro sedm „hvězd poutníků“ (mezi tehdy známé planety se počítalo i Slunce a Měsíc), které vůči ostatním stálícím měnily svou polohu. Přijetí heliocentrického systému v 17. století způsobilo, že Slunce s Měsícem již nadále nebyly vnímány jako planety, zato mezi ně přibyla naše Země.

Tím se však seznam známých planet ještě zdaleka neuzavřel. V roce 1781 nejprve britský astronom William Herschel objevil planetu Uran

a v roce 1801 našel italský astronom Giuseppe Piazzi malé těleso (pojmenované jako Ceres) mezi drahou Marsu a Jupiteru. V dalekohledu se Ceres, stejně jako o rok později objevená Pallas, jevíly pouze jako hvězdy. Proto pro ně William Herschel zavedl v roce 1802 název asteroidy (z latinského slova „aster“ – hvězda). Tento pojem se zprvu neujal a tak se s objevy malých těles mezi Marsem a Jupiterem stále rozšiřoval i seznam známých planet. Teprve v druhé polovině 19. století, kdy počet objevených asteroidů (v českém jazyce pro ně užíváme termín „planetky“) překročil první desítku, již astronomové tato tělesa mezi planety nepočítali. To už však mezi planety přibyl i roku 1846 objevený Neptun.

O další „planetu“ se naše Sluneční soustava rozrostla až roku 1930, kdy americký astronom Clyde Tombaugh objevil Pluto. Nutno dodat, že již v době svého objevu, bylo Pluto považováno za dost podivnou planetu: ze všech planet mělo zdaleka nejmenší rozměry (nedosahuje ani poloviny průměru nejmenší planety Merkur), pohybovalo se po nejvystřednější dráze a po dráze s největším sklonem vůči ekliptice ( $17,1^\circ$ ). I přesto Pluto zakotvilo po celý zbytek dvacátého století do všech seznamů planet.

Na pražském 26. valném shromáždění Mezinárodní astronomické unie, které se konalo 14. až 26. srpna roku 2006 v Praze, se astronomové dohodli na nové definici pojmu „planeta“, podle níž bylo Pluto degradováno pouze na trpasličí planetu. Popravdě řečeno, byl to akt, ke kterému by se astronomická komunita dříve nebo později musela stejně odhodlat.

V době objevu bylo Pluto jediným známým tělesem tohoto typu za drahou Neptunu. Objevy první dekády 21. století ovšem ukázaly, že Pluto je pouze jedním z mnoha těles, která se v této oblasti Sluneční soustavy nacházejí a co víc, některá z nich s Plutem soupeřila i svými rozměry. Znamenalo by to, že seznam známých planet by se musel s každým novým objevem podobných těles stále rozrůstat. Jiným řeše-

ním bylo Pluto degradovat na jedno z mnoha těles v této oblasti podobně jako Ceres v hlavním pásu planetek mezi drahou Marsu a Jupiteru.

Jak tedy zní nová definice planety? Mezinárodní astronomická unie v roce 2006 rozhodla, že planeta je nebeské těleso, které:

- a) obíhá kolem Slunce,
- b) má dostatečnou hmotnost, aby jeho gravitační síla překonala síly pevného tělesa, takže se předpokládá, že je v hydrostatické rovnováze (tj. má téměř kulový tvar),
- c) je natolik dominantním tělesem, že vyčistilo okolí své dráhy.

Vzhledem k tomu, že Pluto nesplnilo poslední podmínku pro planety, neboť v okolí jeho dráhy se pohybuje celá řada dalších těles, spadlo do nově zavedené kategorie tzv. trpasličích planet. Trpasličí planeta je tedy těleso, které:

- a) obíhá kolem Slunce,
- b) má dostatečnou hmotnost, aby jeho gravitační síla překonala síly pevného tělesa, takže se předpokládá, že je v hydrostatické rovnováze (tj. má téměř kulový tvar),
- c) není natolik dominantním tělesem, aby vyčistilo okolí své dráhy,
- d) není měsícem.

Aby toho nebylo málo, výkonný výbor Mezinárodní astronomické unie zavedl 11. června 2008 na svém zasedání v Oslu navíc nový termín „plutoidy“ pro trpasličí planety, které obíhají za drahou Neptunu.

Podle těchto definic tedy máme ve Sluneční soustavě Slunce, planety a trpasličí planety. Všechna ostatní tělesa, která nejsou měsíci, jsou označována jako malá tělesa Sluneční soustavy (planetky, komety apod.). O tom, zdali se nějaké malé těleso Sluneční soustavy zařadí mezi trpasličí planety, rozhoduje pro každý případ zvlášť nomenkla-

turní komise Mezinárodní astronomické unie. S dalšími objevy těles za drahou Neptunu lze předpokládat, že seznam trpasličích planet (přesněji plutoidů) se ještě bude rozrůstat.

*Následují kapitoly:*

1. *Anatomie Sluneční soustavy*
2. *Měsíc*
3. *Hra světla a stínu*
4. *Zákryty hvězd a planet Měsícem*
5. *Sluneční skorny*
6. *Díváme se na planety*
7. *Jupiter, Saturn, Mars*
8. *Venuše, Merkur a ty další*
9. *Hon na planetky*

# Hluboký vesmír

---

Světelný rok je velmi názornou délkovou jednotkou. Vzhledem ke konečné rychlosti šíření světla totiž nemůžeme okamžitě zaznamenat děje, které se udály kdekoli ve vesmíru, ale musíme vyčkat, až informace o nich doputuje z oblasti vzniku k nám. Vzdálené vesmírné objekty tedy nevidíme takové, jak vypadají v tomto okamžiku, nýbrž takové, jak vypadaly ve více či méně dávné minulosti. Rozdíl je určen dobou, po kterou jimi vyzářené světlo putovalo k nám na Zemi.

Připomeňme si, že viditelné světlo urazí ve vakuu za jednu sekundu právě 299 792 458 metrů. A protože je světlo jedním z druhů elektromagnetického záření, pohybuje se ve vakuu stejně i rádiové, infračervené, ultrafialové, rentgenové a gama záření. I když se jedná o ohromující rychlost, nejde o rychlost neomezenou. Pokud zamíříte dalekohled na Měsíc, sledujete jeho podobu starou více než jednu sekundu. Tak dlouho totiž trvala cesta světla z Měsíce k nám na Zemi.

Zdá se to zanedbatelně málo, ale není tomu tak. Na to už přišli kosmonauti, kteří na Měsíci kdysi přistáli. Pokud v pozemním řídicím středisku někdo vyřkl do rádia otázku, pak na odpověď čekal nejméně tři sekundy. Více než jednu sekundu totiž dotaz putoval ke kosmonautům, a stejnou dobu letěla odpověď zpět do pozemního centra. Aby nedošlo ke zmatení hovorů mezi Zemí a Měsícem, zařadili technici za každou ukončenou větou krátké „pípnutí“.

Bez přímého spojení se Zemí se musí obejít i laboratoře na povrchu sousedních planet. Podíváte-li se na Venuši, hledíte nejméně dvě minuty do minulosti, v případě Marsu ještě třikrát „dále“. Planeta Země obíhá kolem Slunce ve vzdálenosti 150 milionů kilometrů. Obraz naší denní hvězdy je tudíž starý 8 minut a 19 sekund. A když

nám meziplanetární sonda pošle snímek Jupiterovy atmosféry, musíme na něj čekat téměř tři čtvrtě hodiny!

Ke Slunci nejbližší hvězdu – Proximu – najdete v souhvězdí Kentaura. Dělí nás čtyři světelné roky. Při pohledu ze severní polokoule a navíc bez dalekohledu je nejbližší hvězda Sirius ze souhvězdí Velkého psa. Ta je vzdálena devět světelných let.

Přibližně čtvrt století muselo vesmírným prostorem cestovat záření, které nyní sledujeme přicházet od Vegy ze souhvězdí Lyry. Ještě starší pohled do minulosti nabízí hvězdy z obrazce Velkého vozu. Jejich světlo na Zemi putuje asi osmdesát roků, takže se k nám vydalo v době, když ještě nebyla většina čtenářů těchto řádků na světě.

Zář hvězd skupiny Plejády v souhvězdí Býka „odkazuje“ na události z poloviny 19. století, hvězdokupa Vlasy Bereniky leží dvakrát dál, tudíž s sebou nese poselství z časů, ve kterých se konstruovaly první parní stroje. Zamíříte-li zrak na hvězdu Antares ze souhvězdí Štíra, pak „nahlédnete“ do doby, kdy William Shakespeare sepisoval nesmrtelné divadelní hry. V případě Betelgeuze ze souhvězdí Orionu se dostanete ke Kryštofovi Kolumbovi a dnešní Rigel z Malého psa vysvitl v časech, kdy se v Kambodži stavěl chrám Angkor Wat.

Vzdálenost Velké mlhoviny v Orionu (M 42) se odhaduje na 1500 světelných let. Její světlo, které nyní na Zemi sledujeme, se tedy na cestu vydalo během rozpadu Říše římské. Obří hvězda  $\mu$  Cephei připomíná souboj městských států Sparty a Athén. Ještě odlehlejší je mlhovina Laguna (M 8) ze souhvězdí Střelce – její dnešní obraz vznikl před pěti tisíciletími, tedy v období, kdy obyvatelé Mezopotámie pokládali základy dnešního nebeského názvosloví.

Dvojice hvězdokup  $\chi$  a  $h$  Persei připomíná věk, ve kterém hrstka pozemšťanů stavěla tajemné megalitické svatyně. Kulovou hvězdokupu M 13 ze souhvězdí Herkula sledujeme ze vzdálenosti 25 tisíc světelných let – před 25 tisíci roky na Zemi končila poslední doba

ledová. A když se v Africe objevili první zástupci homo sapiens sapiens (tedy moderní člověk rozumný), vydalo se na cestu světlo Magellanových oblak.

Tím úplně nejdlehlším vesmírným objektem, který můžete ještě spatřit bez dalekohledu na vlastní oči, je Galaxie v Andromedě (M 31). Její světlo letí vesmírným prostorem téměř tři miliony roků! Když se na ni dnes podíváte, spatříte minulost starou tři miliony roků. Tedy dobu, kdy se na naší planetě objevili první předci člověka.

S pomocí astronomických přístrojů lze sledovat i odlehlejší objekty. Kupa galaxií v Panně, která sestává z nejméně dvou a půl tisíce galaxií, z nichž ta největší je dvěstěkrát hmotnější než naše Galaxie a v průměru má 1 milion světelných let, leží 60 milionů světelných let daleko.

Astronomové přitom dokážou rozlišit tisíce takových kup, které se dál soustřeďují do ještě větších systémů o desítkách tisících galaxií a hmotnostech desítek tisíc bilionů Sluncí! Většina z nich se přitom nachází stovky milionů až několik miliard světelných let daleko. Dokonce je zřejmé, že se shlukují do vláken dlouhých miliardy světelných roků – vesmír má tedy z tohoto úhlu pohledu podobu jakési kosmické pěny miliard a miliard galaxií.

Víme, že vesmír vznikl před 13,7 miliardami roků. Znamená to tedy, že nejvzdálenější objekty ve vesmíru leží 13,7 miliard světelných let daleko? Zřejmě ano, vždyť k nám mohlo za oněch 13,7 miliardy roků dorazit světlo hvězd vzdálených nanejvýš 13,7 miliard světelných let. Jak se ale v našem kurzu také dozvíte, vesmír se od okamžiku Velkého třesku rozpíná... Z tempa tohoto rozpínání pak vychází, že než k nám světlo vzdálených hvězd za 13,7 miliardy roků doputovalo, dostaly se ony hvězdy v expandujícím vesmíru do současné vzdálenosti 45 miliard světelných let.

Hvězdy a galaxie nejspíš existují i ve větších vzdálenostech. Vesmír může sahát ne milionkrát ale milion milionkrát dál... Existuje však hranice, která nás od tohoto vesmíru odděluje. Tou hranicí je čas – žádný objekt vzdálený v tomto okamžiku více než 45 miliard světelných let vidět nemůžeme.

*Následují kapitoly:*

1. *Pohledy z vesmíru*
2. *Měříme a vážíme*
3. *Vesmírné vzdálenosti*
4. *Spektroskop*
5. *Do hlubin*
6. *Letní ponor*
7. *Podzimní ponor*
8. *Zimní ponor*
9. *Jarní ponor*
10. *Proměnné hvězdy*



# Vesmír – jaký je

---

Na počátku byla událost nazvaná Velký třesk. Odborníci by řekli, že na počátku byl singulární bod – nekonečně zakřivený, s nekonečně velikou energií. Ale co bylo předtím? Tato otázka nemá smysl. Před Velkým třeskem čas neplynul, prostor neexistoval a konečně, ať by se odehrálo cokoli, nemohlo to mít na současnou podobu vesmíru jakýkoli vliv.

Možná si říkáte, jak si můžeme být tak jisti? Stačí se podívat do hodně velké vzdálenosti – a jak už moc dobře víte – tedy i minulosti. Odlehlé galaxie totiž vypadají jinak, než jak jsme zvyklí. Když před miliardami roků vyzářily hvězdy vzdálených galaxií světlo, které nyní pozorujeme, byly ještě mladé, méně vyvinuté a blíže u sebe. Dokonce lze říci, že celý vesmír byl v minulosti menší, hustší a teplejší.

Existenci Velkého třesku i následující průběh dalších událostí dokazují i další pozorované jevy. Například je jisté, že se vesmír rozpíná do všech směrů. A také se podařilo zachytit záření, které vzniklo jenom čtyři sta tisíc let po jeho vzniku a dnes prostupuje celým vesmírem.

Před 13 miliardami a 700 miliony roků došlo k explozi. Ale ne k takové explozi, s jakou se setkáme tady na Zemi. Nezačínala v určitém místě a postupně se nešířila dál a dál. Nebyl slyšet žádný hluk. Tato exploze byla všude. V jednom jediném okamžiku vznikl prostor i hmota a rozběhl se čas. Došlo k Velkému třesku.

Abychom si popsali první okamžiky vesmíru, musíme poněkud zpomalit čas. Ty nejzajímavější události se totiž odehrávaly v nesmírně krátkých úsecích – v porovnání s nimi představuje jedna jediná sekunda neuvěřitelnou věčnost.

Jaké podmínky panovaly v okamžiku Velkého třesku ve vesmíru? Nevíme, a dokonce si ani nejsme jisti, zda má tato otázka vůbec nějaký smysl. Vesmír byl totiž na počátku nekonečně hustý, nepředstavitelně horký a obsahoval pouze energii.

Vesmír se vzápětí doslova rozfoukl, začalo rozpínání vesmíru. V době, kterou označujeme jako sto miliardtin yoktosekundy ( $10^{35}$  sekundy), měl celý „viditelný“ vesmír velikost atomového jádra ( $10^{-26}$  metru) a teplotu tisíc bilionů stupňů Celsia ( $10^{24}$  °C). Za těchto extrémních podmínek se odehrála celá řada podivných věcí. Od ostatních přírodních sil se tehdy oddělila gravitace. A především, někdy v té době se vesmír prudce nafouknul – najednou měl rozměr fotbalového míče. Tento okamžik si můžeme velmi schematicky představit jako nafouknutí airbagu v autě – z něčeho maličkého a pomuchlaného se najednou stalo něco mnohem větší a hladší.

Popis celé události přitom zní jako z vědecko-fantastického filmu. Jestliže na počátku tohoto rozpínání byly dvě vesmírné částice od sebe jeden milimetr daleko, za nepatrný zlomek sekundy se od sebe vzdálily natolik, že jsou nyní na opačných koncích viditelného vesmíru. Astronomové tuto událost právem označují jako inflaci vesmíru.

V čase 1 femtosekunda ( $10^{-15}$  s) dosáhl průměr vesmíru jednoho milionu kilometrů. Teplota klesla na jeden trilion stupňů Celsia, a začaly platit stejné přírodní zákony, jaké známe dnes.

Přibližně jednu mikrosekundu ( $10^{-6}$  s) po Velkém třesku se ve vesmíru objevily kvarky, které tvoří protony a neutrony, o něco později přibýly i elektrony. Průměr vesmíru dosáhl miliardy kilometrů a teplota klesla pod sto bilionů stupňů Celsia ( $10^{11}$  °C).

Sto sekund po Velkém třesku klesla teplota vesmíru na sto miliard stupňů Celsia.

Přibližně 400 tisíc roků po Velkém třesku klesla teplota vesmíru na 2700 stupňů Celsia. Hmota zřídla a ochladila se natolik, že mohly

vznikat první atomy vodíku a hélia. Tím ovšem chemický vývoj ve vesmíru prakticky končil, protože chladl a řídnul tak rychle, že v něm již žádné další významné jaderné reakce neproběhly.

Vesmír zprůhledněl a prostor zaplavilo pozvolna chladnoucí záření. Stopy po této události, záření prostupující prostorem (označované též reliktní či zbytkové), dokážeme i nyní zaznamenat pomocí speciálních observatoří. A nejen to, část zrnění, které se objeví na televizní obrazovce ve chvíli, když odpojíme anténu, je mlhavou vzpomínkou právě na Velký třesk a vznik látky.

Právě tehdy začal vesmír kvést před očima – 400 milionů roků po Velkém třesku vytvořil zářící plyn první, superobří hvězdy, které se seskupily do neuvěřitelně různorodé zahrady kosmických objektů.

Vznikly a zase zanikly biliony hvězd a galaxií.

Zrodilo se Slunce, planeta Země a na jejím povrchu rozkvetl úžasně pestrý život.

Jediný známý život v celém vesmíru.

Nastala současnost.

*Následují kapitoly:*

1. *Vznik Slunce, planet a Měsíce*
2. *Proč hvězdy září*
3. *Život běžných hvězd*
4. *Anatomie Slunce*
5. *Konec Slunce*
6. *Obří konce obřích hvězd*
7. *Chemické složení vesmíru*
8. *Existuje ve vesmíru život?*
9. *Jak je to doopravdy*
10. *Konec*



# V cíli

---

Gratulujeme!

Podarilo se Vám úspěšně vyřešit většinu otázek a praktických úloh. Můžete se tudíž považovat za skutečného znalce vesmíru.

Pokud byste ale chtěli dát Vašemu diplomu větší váhu, pak se můžete přihlásit k ústní zkoušce před komisí pracovníků Hvězdárny a planetária Brno. Termíny zkoušek se stanovují individuálně, oslovte nás prosím e-mailem na adrese [astrokurz@hvezdarna.cz](mailto:astrokurz@hvezdarna.cz). Zkouška je zdarma, probíhá přímo v prostorách Hvězdárny a planetária Brno, náklady na dopravu, event. ubytování si však hradíte sami.

Na co se máte připravit? Na přibližně půlhodinový, příjemný pohovor s několika odbornými pracovníky Hvězdárny a planetária Brno. Nejdříve od nás dostanete test sestávající z náhodně vybraných otázek, které byly součástí internetového kurzu. Poté následuje rozprava, během níž jednak vysvětlíte své odpovědi, jednak si popovídáme o vašich praktických pozorováních. Nejsme ve škole, takže vás rozhodně nebudeme „chytat za slovíčka“, ani zkoušet z encyklopedických znalostí. Jedná se spíše o test, zda jste ke kurzu přistupovali skutečně odpovědně. Pokud ano, pak od nás dostanete ještě jeden certifikát na ručním papíře s podpisy všech členů zkušební komise, doplněný speciální pečeti.

Tým pracovníků Hvězdárny a planetária Brno



# Obsah

---

O čem je tato publikace? .....	5
Začínáme .....	7
Podporují nás.....	9
Návod na použití kurzu .....	11
První expedice .....	19
Základy pozorování.....	23
Měsíc, náš soused .....	25
Sluneční soustava .....	29
V hlavní roli hvězdy .....	33
Obloha nad námi.....	37
Hvězdářský dalekohled .....	39
Sluneční soustava .....	41
Hluboký vesmír.....	45
Vesmír – jaký je.....	49
V cíli .....	53
Obsah.....	55

*Vydala Hvězdárna a planetárium Brno, příspěvková organizace  
Náklad 1500 kusů  
Sazba a tisk Ready Design, s.r.o.  
Neprodejný doplněk Internetového kurzu základů astronomie.*

*Projekt Internetový kurz základů astronomie CZ.1.07/1.1.02/02.0156  
realizuje Hvězdárna a planetárium Brno, příspěvková organizace v rámci  
globálního grantu CZ.1.07/1.1.02 Zvyšování kvality ve vzdělávání  
v Jihomoravském kraji Operačního programu Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost. Tento projekt je spolufinancován Evropským  
sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.*



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ