

Základy astronomie a astrofyziky

historie, terminologie, vysvětlení základních pojmů, jednotky užívané v astronomii, doporučená literatura

co je předmětem astronomie?

- ❑ je to přírodní věda, aplikovaná fyzika
- ❑ věda o vesmíru a jeho částech
- ❑ astron – řecky hvězda, nomos – zákon
- ❑ předmětem je vesmír, objekty ve vesmíru, jejich vzájemné interakce
- ❑ úkoly
 - určit a předpovědět polohu a pohyb vesmírných těles na obloze, resp. v prostoru
 - fyzikální popis dějů ve vesmíru – astrofyzika
 - vznik, vývoj a zánik vesmíru
- ❑ zdroj informací
 - pozorování
 - teorie poskytovaná fyzikou

obory astronomie

☐ astrometrie

- sférická astronomie
- fundamentální astronomie
- praktická astronomie

☐ teoretická astronomie

- určování trajektorií těles
 - výpočet efemerid podle známých elementů
 - teorie stavby planet, hvězd a jejich atmosfér
-

podle objektu zkoumání

- ☐ planetologie
 - ☐ fyzika a dynamika MHH
 - ☐ stelární astronomie
 - ☐ dynamika Galaxie
 - ☐ stavba a vývoj hvězd, hvězdných soustav, vesmíru
 - ☐ kosmologie
-

stručná historie astronomie

- ❑ astronomie je jednou z nejstarších věd
 - ❑ starý Egypt – předpovědi záplav na řece Nilu
 - ❑ Stonehenge - 2000 př. n. l.
 - ❑ čínská kultura
 - ❑ Mayové
 - ❑ na vývoj astronomie v Evropě měla bezprostřední vliv babylónská astronomie
-

stručná historie astronomie

Starověk a středověk

- ❑ **Thalés z Milétu (?624–?548 př. n. l.)** zavedl pojem nebeských sfér – všechny hvězdy vyskládány na jedné z nich.
 - ❑ **Démokritos z Abdér (?340–283 př. n. l.)** proslul výjimečně správným náhledem na svět, spekuloval již o nekonečném prostoru s nescíslnými světy podobnými tomu našemu. Správně rozpoznal povahu Mléčné dráhy – jsou i hvězdy, které jsou natolik slabé, že je jednotlivě nevidíme, ale v kolektivu ano.
 - ❑ **Pythagorovci (3. stol. př. n. l.)** – zasloužili se o matematizaci přírodních věd, bohužel, většinou to byla jen číselná mystika. Návrat ke sférám, ta hvězdná byla desátá, poslední. Kolem Země se otočila za jeden hvězdný den. Všeobecně přijímáno, že hvězdy jsou dál než ostatní nebeská tělesa.
-

starověk a středověk

- ❑ **Aristotelés ze Stagiery (384–322 př. n. l.)**, největší systematik starověku. Hvězdy – útvary na sféře, je jim vlastní kruhový, rovnoměrný pohyb. Složeny z jiného prvku než pozemské substance (éter – věčně pohyblivý), pro nějž neplatí pozemská, ale nebeská fyzika. Aristotelova autorita zastavila další studium hvězd až do novověku.
- ❑ Neměřitelnost paralaxy hvězd byla velice dlouho jedním z nejpádňějších argumentů proti heliocentrickému náhledu na uspořádání sluneční soustavy. Nikdo totiž neočekával, že by hvězdy mohly být tak daleko, že by paralaxa byla neměřitelná z tohoto důvodu.
- ❑ Největším astronomem, pozorovatelem a konstruktérem astronomických přístrojů starověku byl **Hipparchos z Niceji (190–125 př. n. l.)**. Mimořádně se zasloužil i o hvězdnou astronomii tím, že jako první sestavil v r. 129 př. n. l. katalog poloh a jasností 1080 hvězd, zavedl soustavu hvězdných velikostí, která se v zásadě používá dodnes.

počátek novověku

- ❑ Na sféru stálic věřili i novověcí zastánci heliocentrismu: **Mikuláš Kopernik (1473–1543)** a **Johann Kepler (1571–1630)**. Ti ovšem předpokládali, že stálice jsou od nás velmi daleko: Kopernik soudil, že poloměr hvězdné sféry je minimálně 4 miliony 3600 au.
- ❑ Největší pozorovatel před vynálezem dalekohledu **Tycho Brahe (1546–1601)**.
- ❑ Různé vzdálenosti hvězd poprvé uvažoval až Thomas Digges roku 1576. Myšlenku převzal i Giordano Bruno (1548–1600), dominikánský mnich, který hlásal, že hvězdy jsou podobné Slunci a že všechny planety jsou obydleny.
- ❑ Tycho Brahe (1546–1601) kromě měření paralaxy se hvězdám věnoval i z toho důvodu, že se snažil sestavit spolu s Vilémem Hessenským co nejpřesnější katalog stálic se změřenými souřadnicemi a hvězdnou velikostí. K této aktivitě ho přiměla nová hvězda, která se r. 1572 objevila v Kasiopeji.

počátek novověku

- ❑ Tím začíná historie novodobé hvězdné astronomie, která vzápětí dostala nové impulsy po zavedení dalekohledu. Začaly objevy proměnných hvězd – 1596 Johann Fabricius objevil Miru (v souhvězdí Velryby)
 - ❑ **Galileo Galilei (1564–1642)** měl lví podíl na experimentálním popření aristotelovské fyziky – předstupeň k dnešnímu nazírání světa, kde všude platí tytéž fyzikální zákony. Astronomii však prospěl zejména tím, že jako první (1609/10) použil k astronomickým pozorováním dalekohled.
 - ❑ Revoluci ve fyzice ukončil **Isaac Newton (1642–1727)** objevem pohybových zákonů a zejména zákona gravitačního. Gravitace a setrvačnost jsou hlavní momenty určující dění ve vesmíru i na Zemi.
 - ❑ **Edmond Halley (1656–1742)** učinil první významný objev ve hvězdné astronomii: našel vlastní pohyb hvězd (1717).
-

počátek novověku

- ❑ Při pátrání po paralaxe objevuje **James Bradley (1692–1762)** aberaci, která je výsledkem skládání postupné rychlosti Země ve dráze a rychlosti světla. Velikost aberace je na vzdálenosti nezávislá. Týž astronom objevil i nutaci. Sestavil též velký katalog poloh hvězd, střední chyby oproti Flamsteedově katalogu menší (pod 4").
- ❑ 1763 vydal **Nicholas Louis Lacaille (1713–62)** katalog 10000 hvězd do 7 mag s polohami změřenými na mysu Dobré naděje. Poprvé více hvězd, než kolik jich je vidět očima, přesnosti Bradleyova katalogu však nedosahoval.
- ❑ Mlhoviny, hvězdokupy, dvojhvězdy aj. zajímavosti byly tu a tam nahodile objevovány, byly však vesměs považovány za kuriozity, které nemají význam. Klasický soupis 103 mlhovin pořízený **Charlesem Messierem (1730–1817)** vznikl nikoliv kvůli těmto objektům, ale proto, aby nepletly lovce komet. Zapadla i pozoruhodná přesná měření pozičních úhlů některých dvojhvězd.

počátky stelární astronomie

- ❑ Na přelomu 18. a 19. století na sebe upozornil nejprve amatér, později královský astronom **William Herschel (1738–1822)**, který své současníky předčil houževnatostí, s níž prováděl přehlídky oblohy a vynalézavostí ve způsobech, jak tato pozorování vyhodnotit a interpretovat.
 - ❑ Herschel objevil fyzické dvojhvězdy, jako první se pokusil odvodit tvar naší Galaxie. Objevil též směr, jímž se Slunce pohybuje vůči poli nejbližších hvězd.
 - ❑ Herschel shromáždil údaje o 2500 mlhovinách na obloze, z nichž mnohé rozložil na hvězdy, zde šlo o hvězdokupy.
-

počátky stelární astronomie

- ❑ 1782–3 **John Goodricke (1764–86)** prokázal, že se Algol mění s periodou tří dní a vysvětlil jeho světelné změny správně tím, že jde o dvojhvězdu, jejíž složky se při oběhu vzájemně zakrývají.
 - ❑ Goodricke objevil ještě další dvě periodické proměnné hvězdy: betu Lyr a deltu Cep, shodou okolností tu jde o představitelky dalších dvou typů proměnnosti hvězd. V roce 1844 bylo známo 7 proměnných náležejících k 6 typům proměnnosti, což značně komplikovalo výklad jejich světelných změn
 - ❑ 1844 se díky vystoupení **Friedricha W. A. Argelander (1799–1875)** zvýšil zájem o výzkum proměnných hvězd, které slibovaly zjištění povahy hvězd samotných.
-

změření hvězdné paralaxy

- ❑ **Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846)** převrat ve zpracování měření (redukci) – chyby vzal jako nutné zlo a odvodil pracovní postupy jak je zjistit a v možné míře i odstranit. Teprve Bessel připravil astronomům půdu pro stěžejní úkol – stanovení hvězdné paralaxy.
- ❑ Objev paralaxy – prakticky současně třemi nejlepšími pozorovateli světa vybavenými nejlepšími přístroji té doby: F. W. Bessel, F. G. W. Struve a T. Henderson.
- ❑ Bessel – měření poloh hvězd na Repsoldově meridiánovém kruhu v Královci.
- ❑ **Friedrich G. W. Struve (1793–1864)**, prohlédl 120 000 hvězd, našel 2200 nových dvojic. V té době řídil stavbu nové ruské (námořní) observatoře v Pulkově u Petrohradu. V astrometrii to byla světová jednička.

objev neviditelných průvodců, velké mapy oblohy

- ❑ Obdobou objevu Neptunu ve světě hvězd bylo nalezení neviditelných průvodců jasných hvězd. Zásahu na tom má skvělý pozorovatel Bessel – 1834 si všiml vlnitého vlastního pohybu Síria mezi hvězdami, poté 1840 totéž u Prokyona. Sám 1844 vyslovil hypotézu, že jde o výsledek pohybu ve dvojhvězdě, kde druhá složka je temná. U Síria Bessel dráhu odvodil včetně oběžné periody (50 let).
- ❑ Úkolu se ujal Besselův asistent – Friedrich W. A. Argelander (1799–1875), od roku 1837 ředitel hvězdárny v Bonnu. Za 25 let s asistentem Schönfeldem prohlédli a změřili polohy 324 000 hvězd – bonnská přehlídka oblohy – Bonner Durchmusterung. Katalog a k němu atlas vyšel 1863 – obsahuje hvězdy viditelné z Bonnu do 10 mag.
- ❑ Schönfeld po smrti Argelanderově dílo rozšířil o dalších 133 000 hvězd viditelných dále na jihu. Mapování zbývající části oblohy kolem jižního pólu bylo provedeno v Cordobě fotograficky, mapy obsahující 580 000 hvězd vyšly 1914.

nástup astrofyziky, začátky spektrální analýzy

- Praktický význam astrofyziky pro fyziku: astronomická pozorování na jedné straně předkládala vážné fyzikální problémy, na druhé straně je řešila. Vesmír – úžasná laboratoř s možností vytvořit tak extrémní podmínky, které jsou v pozemských laboratořích zhusta nenapodobitelné.
- 1825 – francouzský filozof **Auguste Comte (1798–1857)** uvedl stanovení chemického složení hvězd jako typický příklad problému, který lidstvo nikdy ze samé podstaty věci nebude s to vyřešit. O 10 let později se to Kirchhoffovi skvěle podařilo prostřednictvím spektrální analýzy jejich světla.

nástup astrofyziky, začátky spektrální analýzy

- Pokusy s rozkladem slunečního světla hranolem 1666 Isaac Newton – duhový pás spektrálně čistých dále nerozložitelných barev, spektrum lze opět složit v bílé světlo.
 - **Robert W. Bunsen (1811–99)** a **Gustav–Robert Kirchhoff (1824–87)** – zahájili systematické studium spekter pozemských látek. Kapaliny a pevné látky poskytovaly spojité spektrum, plyny emisní čarové. Každý prvek má charakteristický soubor vlnových délek, na nichž září, což umožňuje jejich bezespornou kvalitativní identifikaci.
-

počátek hvězdné spektroskopie

- ❑ **Angelo Secchi (1818–78)** v Římě s malým přístrojem a nízkou disperzi pracoval na statistice (1868 katalog s 4000 hvězdným spektry. Ta rozdělil do 4 skupin:
 - **I** bílé hvězdy pouze s čarami H (Sírúus, Vega, Altair, Regulus)
 - **II** nažloutlé hvězdy slunečního typu (Arktur, Capella) s spoustou čar tzv. kovů
 - **III** oranžové hvězdy s absorpčními pásy (Betelgeuze, Mira), zpravidla proměnné
 - **IV** červené hvězdy absorpční pásy, ostré u červeného okraje, rozmyté u modrého – dnes víme, že se jedná o projev uhlíku a jeho molekul

- ❑ 1842 **Johann Christian Doppler (1803–53)** na základě analogie se zvukem upozornil na to, že při radiálním vzájemném pohybu zdroje světla a pozorovatele o radiální rychlosti V_r se musí frekvence f (či vlnová délka) světla vzhledem k laboratorní frekvenci f_0 měnit podle vztahu:
$$f = f_0 (1 + v_r/c).$$

fotometrie a fotografie

- ❑ První primitivní fotometr sestrojil John Herschel – ten zjistil, že poměr jasností hvězd s jednotkovým rozdílem ptolemaiovských velikostí je 2,5.
 - ❑ V roce 1857 Norman Pogson tento poměr upřesnil na $100,2 = 2,512$, takže rozdíl 5 magnitud odpovídá poměru jasností 1:100. 1861 německý fyziolog Gustav Fechner (1801–87) z fotometrického zákona vyvodil důležitý psychofyzický zákon (někdy též Weberův–Fechnerův) týkající se většiny našich smyslových počitků: smysly nevnímají přímo veličinu (jasnost, intenzitu), ale její logaritmus. Je to výsledek zpracování informace v mozku.
-

fotometrie a fotografie

- ❑ 1833 **Louis–Jacques–Mandé Daguerre (1789–1851)** – první zachycení obrazu na desce – tzv. daguerrotypie. Již 23. 3. 1840 získal John William Draper (1811–82) první daguerrotypie Měsíce. V r. 1857 Georg P. Bond použil první mokré kolódiové desky s vyšší citlivostí k fotografování Alkoru a Mizaru. Ukázal, že proměřením negativu lze dosáhnout srovnatelné přesnosti jako při měření vizuálním s mikrometrickým šroubem. Plně se začala fotografie využívat od r. 1879, kdy se zvládla technologie přípravy suchých fotografických desek.
 - ❑ První použitelné spektrogramy se datují z r. 1876, kdy W. Huggins zkonstruoval spektrograf s křemennou optikou, která tolik nepohlcoval modré a UV záření, na něž byly tehdejší emulze citlivé.
-

první představy o stavbě a vývoji hvězd

- ❑ Při úvahách o povaze hvězd se snažili astrofyzikové 19. století především uplatnit své představy o Slunci mírně modifikované tak, aby se tu ještě nějak daly vysvětlit rozdílnosti vzhledu hvězdných spekter.
- ❑ Ve shodě s Laplaceovým paradigmatem si astronomové představovali, že hvězdy vznikají kondenzací mlhovin – viz třeba mlhovina v Oriónu – ve spektru mlhoviny čáry vodíku, hélia a „nebulia“. Jak se vytvoří hvězda je bílá, obsahuje jen H a He. Ochlazováním se objevují páry kovů. Začíná se vytvářet silná atmosféra, která hvězdu stíní zejména ve fialové a modré části jejího spektra. Odmodráním se hvězda mění ve žlutou a později v červenou. Červené hvězdy musejí mít rozsáhlou a hustou atmosféru – děje se s jejich světlem totéž, co se Sluncem těsně nad pozemským obzorem. Domněnka dostala podporu, jakmile bylo možné z pohybu hvězd ve dvojhvězdách soudit na jejich hmotnosti. Např. vyšlo najevo, že „vývojově mladší“ Sírius je o dost řidší než Slunce. Hvězdy postupně houstnou, zmenšují se a chladnou. Vyskytly se však i potíže: oranžový Arktur by měl být starší než Slunce, přesto bylo zjevné, že je tato hvězda řidší než Slunce! Vysvětlení se našlo – Arktur údajně vznikl v oblastech, kde chyběl H, vytvořila se tak u něj hned kovová atmosféra, ačkoliv jde o hvězdu ve skutečnosti mladší.

první představy o stavbě a vývoji hvězd

- ❑ Norman Lockyer ale 1887 našel pro Arktura méně krkolomné vysvětlení. Měl k dispozici hvězdná spektra spolu s laboratorními spektry pořízenými pro různé teploty. Správně tak klasifikoval hvězdy bílé a modré jako nejteplejší a červené jako relativně chladné. Podle Lockyera tedy vývoj začíná rozsáhlými řídkými a chladnými červenými obry, které kondenzují a zahřívají se, až přejdou v bílé hvězdy. Ty jsou jakýmsi vrcholem – jsou nejteplejší a nejzářivější, pak následuje sestupná větev vývoje – hvězdy chladnou a ztrácejí se jako malé chladné červené hvězdy. Zpočátku narazila Lockyerova domněnka na odpor, neboť spektra zárodečných mlhovin a červených obrů se od sebe výrazně liší, časem nabývala stále větší vážnosti, aby pak byla náhle zcela a nadobro opuštěna. V poznávání vývoje hvězd však sehrála zcela klíčovou úlohu.
- ❑ Další pokrok ve fyzice hvězd byl podmíněn získáním dalších poznatků. Velkým přínosem byla soustavná spektrální klasifikace hvězd na Harvardově observatoři. R. 1890 William H. Pickering a Flemingová rozšířili dosavadní třídění na posloupnost spektrálních tříd od nejteplejších bílých A ... až po nejchladnější červené ...Q. Později Anthonia C. Mauryová zjistila, že některé třídy jsou nadbytečné, jiné je nutno v klasifikaci přesunout jinam. Vznikla tak oblíbená harvardská spektrální posloupnost: B A F G.

literatura

- členění podle několika hledisek
 - periodické a neperiodické publikace
 - populární, odborná a vědecká
 - atlasy, katalogy, ročenky a učebnice
 - počítačová média, internet, WWW aplikace
-

periodické a neperiodické publikace

Astronomické časopisy (tištěné)

Naše:

Vesmír (víceoborový), Astropis, Říše hvězd (zanikl)

Zahraniční:

- Kozmos (Slovensko)
 - Sky and Telescope (USA)
 - Astronomy (USA)
 - Nature
 - Science
 - Scientific American
 - American Scientist
-

vědecká populární, odborná

populární literatura – v oboru astronomie je velmi rozsáhlá (to má svá úskalí)

- ❑ Grygar: Sejdeme se v nekonečnu, Vesmírná zastavení, Stavba a vývoj vesmíru, Vesmír jaký je
- ❑ Grygar, Horský, Mayer: Vesmír
- ❑ Horský, Mikulášek, Pokorný: Sto astronomických omylů
- ❑ Jakeš: Planeta Země
- ❑ Kleczek: Vesmír kolem nás
- ❑ Kopal: Vesmírní sousedé naší planety
- ❑ Koubský: Planety naší sluneční soustavy
- ❑ Novikov: Černé díry a vesmír
- ❑ Hawking: Stručné dějiny času, atd.
- ❑ v současné době je na trhu dalších 10 až 20 obrazových publikací různé úrovně!

literatura odborná

vědecká literatura je cizojazyčná (angličtina)

- ❑ kromě knihoven a možností, které nabízí Internet, ještě stále funguje metoda separátních výtisků, které na požádání zašlou autoři vědeckých statí. Přehled o tom, co bylo publikováno, je možné získat z řady zdrojů. Dostí úplný seznam poskytuje pro přírodní i technické vědy časopis obsahů časopisů s názvem Current Contents (týdeník). Je dostupný i na internetu přes některé VS.
- ❑ ADS <http://www.adsabs.harvard.edu/>

atlasy, katalogy

Atlasy – soubory hvězdných map

- | | | | |
|--------------------------|-------------|-----------------------|-------------------|
| <input type="checkbox"/> | Marx - Pfau | Stern atlas (1975) | do 6 mag |
| <input type="checkbox"/> | Bečvář | Atlas Coeli | 6 mag |
| <input type="checkbox"/> | Argelander | Bonner Durchmusterung | do 9,5 - 10,0 mag |
| <input type="checkbox"/> | Vehrenberg | fotografický atlas | 13 mag |

Katalogy

- fundamentální (malý počet hvězd, vysoká přesnost)
- katalogy poloh hvězd + dalších údajů (polohy jsou určeny relativně k hvězdám ve FK)
 - SAO katalog do 9 mag
 - Henry Draper Catalog (223 000 hvězd) (1900.0)
 - nové katalogy - většinou v digitalizované podobě, na CD, doplněné i vykreslovacími programy - tj. použitelné zároveň jako atlasy.
 - Guide Star Catalogue (sestaven pro potřeby HST) asi $14 \cdot 10^6$ objektů
 - Hipparcos 118 000 hvězd do 12,4 mag
 - Tycho 1 058 000 hvězd do 11,5 mag
- pro jiné než hvězdné objekty existují speciální katalogy:
 - Messierův katalog (1781) asi 110 objektů
 - NGC (New General Catalogue)
 - NH, Be hvězdy atd. mají své speciální katalogy.
- Simbad <http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/>

astronomické ročenky

ročenky

- speciální publikace obsahující tabulky různých astronomických údajů jako jsou souřadnice, časy atd. pro určité období - většinou jsou v platnosti 1 rok, dříve pouze tištěná podoba, dnes většinou s doplňky na disketách nebo CD, existují i on-line verze
 - Nautical Almanach,
 - Astronomičeskij ježegodnik
 - Hvězdářská ročenka (Česká republika)
 - Astronomická ročenka (Slovensko)
 - KAR <http://www.hvezcb.cz/cgi-bin/kar.cgi>
 - U.S. Naval Observatory <http://aa.usno.navy.mil/data/>
-

učebnice

Učebnice

- ❑ M. Šolc a kol., Fyzika hvězd a vesmíru
 - ❑ V. Vanýsek, Základy astronomie a astrofyziky
 - ❑ Z. Mikulášek, Fyzika hvězd a hvězdných soustav, el. text, MU Brno
 - ❑ P. Harmanec, Stavba a vývoj hvězd, el. text, UK Praha
 - ❑ různá skripta UK Praha, MU Brno, UP Olomouc atd.

 - ❑ astronomické a astrofyzikální příklady
 - Široký, Široká, Základy astronomie v příkladech
<http://physics.ujep.cz/~zmoravec/astronomie/siroky/siroky.html>
 - V. Štefl, D. Korčáková, J. Krtička, Úlohy z astrofyziky
<http://www.physics.muni.cz/astroulohy/>
 - příklady z Astronomické olympiády
<http://olympiada.astro.cz/archiv.html>
-

PC média, internet, www aplikace

média CD-ROM

- ❑ celá plejáda zahraničních titulů, v češtině je toho mnohem méně, např. Astro 2001 (1. a 2. díl)

internet

- ❑ elektronická pošta,
 - ❑ aplikace WWW
 - ❑ celá řada zdrojů
 - <http://space.com>
 - <http://www.nasa.gov>
 - ❑ z českých
 - <http://www.astro.cz>
-

astronomické veličiny a jednotky

☐ **Jednotky vzdálenosti**

- rovníkový poloměr Země $1 R_z = 6378,14 \text{ km}$
- poloměr Slunce $1 R_s = 6,599 \cdot 10^8 \text{ m} = 109,1 R_z$

- astronomická jednotka (střední vzdálenost Země od Slunce)
- $1 \text{ au} = 149\,597\,870\,700 \text{ m}$

- světelná sekunda, minuta, hodina, den a rok (vzdálenost, kterou světlo urazí za příslušnou časovou jednotku)
- $1 \text{ sv. s} = 2,99 \cdot 10^8 \text{ m}$
- $1 \text{ sv. min} = 1,80 \cdot 10^{10} \text{ m}$
- $1 \text{ sv. h} = 1,08 \cdot 10^{12} \text{ m} = 7,22 \text{ au}$
- $1 \text{ sv. den} = 2,59 \cdot 10^{13} \text{ m} = 173,3 \text{ au}$
- $1 \text{ sv. rok} = 9,46 \cdot 10^{15} \text{ m} = 63\,240 \text{ au}$

astronomické veličiny a jednotky

☐ **Jednotky hmotnosti**

- hmotnost Země $1 M_z = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
- hmotnost Slunce $1 M_s = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 3,3 \cdot 10^5 M_z$

Příklady hmotností kosmických objektů

- Měsíc $7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg} = 1,23 \cdot 10^{-2} M_z$
 - Jupiter $1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg} = 317,9 M_z$
 - Sírius A $4,4 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 2,2 M_s$
 - Galaxie $4 \cdot 10^{42} \text{ kg} = 2 \cdot 10^{12} M_s$
-

astronomické veličiny a jednotky

☐ **Jednotky času**

- hvězdný den - otočka Země kolem osy vůči hvězdám
- 23h 56m 04,09s = 0,997 270 středního slunečního dne
- tropický rok - doba mezi dvěma po sobě následujícími průchody Slunce jarním bodem
- 365d 5h 48m 46s = 365,242 20 dne = 366,242 20 hvězdného dne = 31 556 926 s
- hvězdný rok - oběžná perioda Země kolem Slunce vůči hvězdám
- 365d6h9m10s = 365,256 36 dne = 1,000 039 roku = 366,256 4 hvězdného dne = 31 558 150 s
- Platónský rok - perioda precese 25 770 let

astronomické veličiny a jednotky

☐ **Jednotky zářivého výkonu**

- zářivý výkon Slunce $1 L_s = 3,96 \cdot 10^{26} \text{ W}$

Příklady zářivého výkonu kosmických objektů

- Proxima $3,2 \cdot 10^{23} \text{ W} = 0,0008 L_s$
 - Sírius A $1,2 \cdot 10^{28} \text{ W} = 30 L_s$
 - Rigel $4,8 \cdot 10^{31} \text{ W} = 120\,000 L_s$
 - Galaxie $5 \cdot 10^{36} \text{ W} = 1,3 \cdot 10^{10} L_s$
 - kvasar 3C-273 $5 \cdot 10^{38} \text{ W} = 1,4 \cdot 10^{12} L_s$
-

zavedení některých pojmů

- obzor, horizont, ideální horizont
 - obloha
 - hvězdná obloha
-

souhvězdí a označení hvězd

- ❑ Snaha po orientaci na hvězdné obloze vedla v historických dobách k rozdělení hvězdné oblohy na tzv. souhvězdí. Nejprve byla patrně souhvězdí chápána pouze jako spojnice nebo obrazce tvořené nejjasnějšími hvězdami v dané oblasti hvězdné oblohy.
 - ❑ Také počet, názvy a velikost jednotlivých souhvězdí se v průběhu staletí velmi měnily. Jednotnost a jednoznačnost byla vnesena do systému souhvězdí teprve mezinárodní úmluvou v roce 1930. Hvězdná obloha je rozčleněna přesně definovanými hranicemi na 88 ploch, které nesou jména jednotlivých souhvězdí. Oficiálně se používají latinské názvy souhvězdí nebo jejich třípísmenné zkratky.
-

☐	Latinský název	genitiv	zkratka	překlad
☐	Andromeda	Andromedae	And	Andromeda
☐	Antlia	Antliae	Ant	Vývěva
☐	Apus	Apodis	Aps	Rajka
☐	Aquartus	Aquarii	Aqr	Vodnář
☐	Aquila	Aquilae	Aql	Orel
☐	Ara	Arae	Ara	Oltář
☐	Aries	Arietis	Ari	Beran
☐	Auriga	Aurigae	Aur	Vozka
☐	Bootes	Bootis	Boo	Pastýř
☐	Caelum	Caeli	Cae	Rydlo
☐	Camelopardalis	Camelopardalis	Cam	Žirafa
☐	Cancer	Cancri	Cnc	Rak
☐	Canes Venatici	Canum Venaticorum	Cvn	Honící psi
☐	Canis Maior	Canis Maioris	CMa	Velký pes
☐	Canis Minor	Canis Minoris	CMi	Malý pes
☐	Capricornus	Capricorni	Cap	Kozoroh
☐	Carina	Carinae	Car	Lodní kýl
☐	Cassiopea	Cassiopeiae	Cas	Kasiopeja
☐	Centaurus	Centauri	Cen	Kentaur
☐	Cepheus	Cephei	Cep	Kefeus
☐	Cetus	Ceti	Cet	Velryba
☐	Chameleon	Chamaeleontis	Cha	Chameleon
☐	Circinus	Circini	Cir	Kružítko
☐	Columba	Columbae	Co	Holubice
☐	Coma Berenices	Comae Berenices	Com	Vlasy Bereniky
☐	Corona Australis	Coronae Australis	CrA	Jižní Koruna
☐	Corona Borealis	Coronae Borealis	CrB	Severní Koruna
☐	Corvus	Corvi	Crv	Havran
☐	Crater	Crateri	Crt	Pohár
☐	Crus	Crucis	Cru	Kříž
☐	Cygnus	Cygni	Cyg	Labuť

<input type="checkbox"/>	<i>Latinský název</i>	<i>genitiv</i>	<i>zkratka</i>	<i>překlad</i>
<input type="checkbox"/>	Delphinus	Delphini	Del	Delfín
<input type="checkbox"/>	Dorado	Doradus	Dor	Mečoun
<input type="checkbox"/>	Draco	Draconis	Dra	Drak
<input type="checkbox"/>	Equuleus	Equulei	Equ	Koníček
<input type="checkbox"/>	Eridanus	Eridani	Eri	Eridanus
<input type="checkbox"/>	Fornax	Fornacis	For	Pec
<input type="checkbox"/>	Gemini	Geminorum	Gem	Blíženci
<input type="checkbox"/>	Grus	Gruis	Gru	Jeřáb
<input type="checkbox"/>	Hercules	Herculis	Her	Herkules
<input type="checkbox"/>	Horologium	Horologii	Hor	Hodiny
<input type="checkbox"/>	Hydra	Hydrae	Hya	Hydra
<input type="checkbox"/>	Hydrus	Hydri	Hyi	Malý vodní had
<input type="checkbox"/>	Indus	Indi	Ind	Indián
<input type="checkbox"/>	Lacerta	Lacertae	Lac	Ještěrka
<input type="checkbox"/>	Leo	Leonis	Leo	Lev
<input type="checkbox"/>	Leo Minor	Leonis Minoris	LMi	Malý lev
<input type="checkbox"/>	Lepus	Leporis	Lep	Zajíc
<input type="checkbox"/>	Libra	Librae	Lib	Váhy
<input type="checkbox"/>	Lupus	Lupi	Lup	Vlk
<input type="checkbox"/>	Lynx	Lyncis	Lyn	Rys
<input type="checkbox"/>	Lyra	Lyrae	Lyr	Lyra
<input type="checkbox"/>	Mensa	Mensae	Men	Tabulová hora
<input type="checkbox"/>	Microscopium	Microscopii	Mic	Mikroskop
<input type="checkbox"/>	Monoceros	Monocerotis	Mon	Jednorožec
<input type="checkbox"/>	Musca	Muscae	Mus	Moucha
<input type="checkbox"/>	Norma	Normae	Nor	Pravítko
<input type="checkbox"/>	Octans	Octantis	Oct	Oktant
<input type="checkbox"/>	Ophiuchus	Ophiuchi	Oph	Hadonoš
<input type="checkbox"/>	Orion	Orionis	Ori	Orion
<input type="checkbox"/>	Pavo	Pavonis	Pav	Páv

<input type="checkbox"/>	<i>Latinský název</i>	<i>genitiv</i>	<i>zkratka</i>	<i>překlad</i>
<input type="checkbox"/>	Pegasus	Pegasi	Peg	Pegas
<input type="checkbox"/>	Perseus	Persei	Per	Perseus
<input type="checkbox"/>	Phoenix	Phoenicis	Phe	Fénix
<input type="checkbox"/>	Pictor	Pictoris	Pic	Malíř
<input type="checkbox"/>	Pisces	Piscium	Psc	Ryby
<input type="checkbox"/>	Piscis Austrinus	Piscis Austrini	PsA	Jižní ryba
<input type="checkbox"/>	Puppis	Puppis	Pup	Lodní záď
<input type="checkbox"/>	Pyxis	Pyxidis	Pyx	Kompas
<input type="checkbox"/>	Reticulum	Reticuli	Ret	Mřížka
<input type="checkbox"/>	Sagitta	Sagittae	Sge	Šíp
<input type="checkbox"/>	Sagittarius	Sagittarii	Sgr	Střelec
<input type="checkbox"/>	Scorpius	Scorpii	Sco	Štír
<input type="checkbox"/>	Sculptor	Sculptoris	Scl	Sochař
<input type="checkbox"/>	Scutum	Scuti	Sct	Štít
<input type="checkbox"/>	Serpens	Serpentis	Ser	Had
<input type="checkbox"/>	Sextans	Sextantis	Sex	Sextant
<input type="checkbox"/>	Taurus	Tauri	Tau	Býk
<input type="checkbox"/>	Telescopium	Telescopii	Tel	Dalekohled
<input type="checkbox"/>	Triangulum	Trianguli	Tri	Trojúhelník
<input type="checkbox"/>	Triangulum Australe	Trianguli Australis	TrA	Jižní trojúhelník
<input type="checkbox"/>	Tucana	Tucanae	Tuc	Tukan
<input type="checkbox"/>	Ursa Maior	Ursae Maioris	UMa	Velká medvědice
<input type="checkbox"/>	Ursa Minor	Ursae Minoris	UMi	Malý medvěd
<input type="checkbox"/>	Vela	Velorum	Vel	Plachty
<input type="checkbox"/>	Virgo	Virginis	Vir	Panna
<input type="checkbox"/>	Volans	Volantis	Vol	Létající ryba
<input type="checkbox"/>	Vulpecula	Vulpeculae	Vul	Lištička

označení hvězd

- ❑ Až na výjimky (Orion, Plejády v Býku atp.) jsou hvězdy v jednotlivých souhvězdích ve velmi odlišných vzdálenostech od nás, pouze se nám promítají do podobného směru. Nejjasnější hvězdy mají svá jména, která jsou většinou převzata z původních arabských, řeckých nebo latinských názvů (Rigel, Vega, Regulus, Sirius, Capella, Aldebaran, ...).
- ❑ Na počátku 17. století zavedl Bayer obecný systém, ve kterém je hvězdám přiřazeno označení písmenem řecké abecedy a názvem souhvězdí. Pořadí abecedy navíc většinou (ne vždy) určuje i pořadí jasnosti pojmenovaných hvězd (např. α Lyrae = Vega, β Persei = Algol atd.).
- ❑ Omezení systému je dáno konečným (a poměrně malým) počtem řeckých písmen. Proto Flamsteed zavádí označení číslem a názvem souhvězdí. Ovšem číselné pořadí není určeno jasností hvězdy, ale postupuje ve směru rostoucí rektascenze.
- ❑ Speciální objekty (mlhoviny, dvojhvězdy atd.) mají i jiné způsoby označování, většinou podle svého katalogového zařazení.

konec přednášky?
