

VESMÍR

GALAXIE

☞ Všechny hvězdy viditelné na noční obloze jsou součástí rozsáhlého hvězdného systému → GALAXIE.

☞ Počet galaxií ve vesmíru je odhadován na 200 miliard.

☞ Jednou z galaxií je též MLÉČNÁ DRÁHA s naší sluneční soustavou.

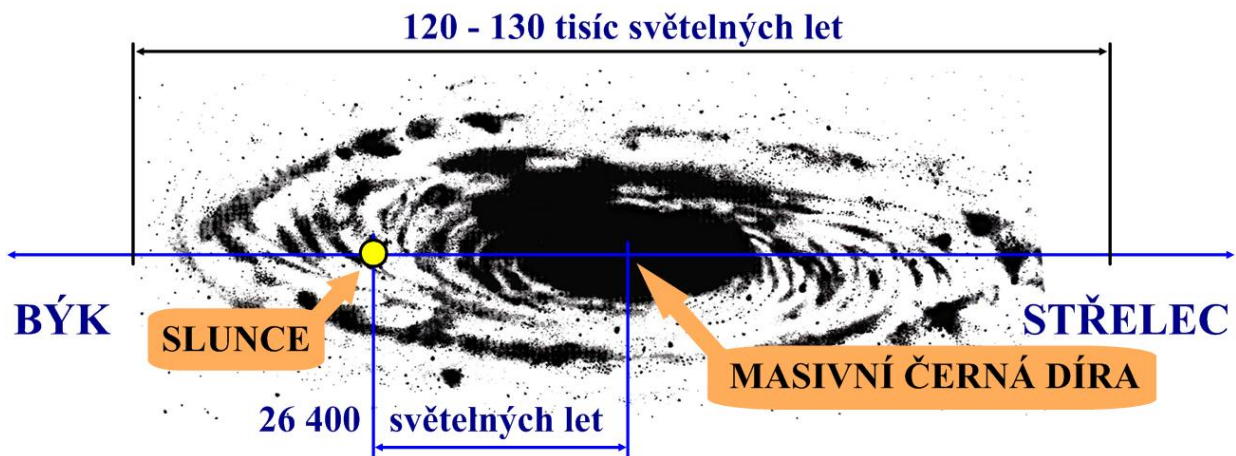
☞ Mléčnou dráhu obklopuje 14 satelitních galaxií, z nichž nejbližší jsou Velký a Malý Magellanův oblak.

☞ Nejbližší velkou galaxií, podobnou té naší, je známá M31 v souhvězdí Andromedy.

☞ Za 4,5 miliardy let splyne M31 s Mléčnou dráhou a vznikne jedna velká eliptická galaxie MILKOMEDA.



MLÉČNÁ DRÁHA



☞ Mléčná dráha patří mezi spirální galaxie s příčkou.

☞ Má tvar plochého disku o průměru zhruba 120 – 130 tisíc světelných let a tloušťce jen asi 3 000 světelných let.

☞ Centrální výdut' má průměr asi 12 000 světelných let.

☞ Galaktický disk je obklopen rozsáhlým kulovým oblakem plynu (galaktickým halem) dosahujícím daleko za spirální ramena Mléčné dráhy.

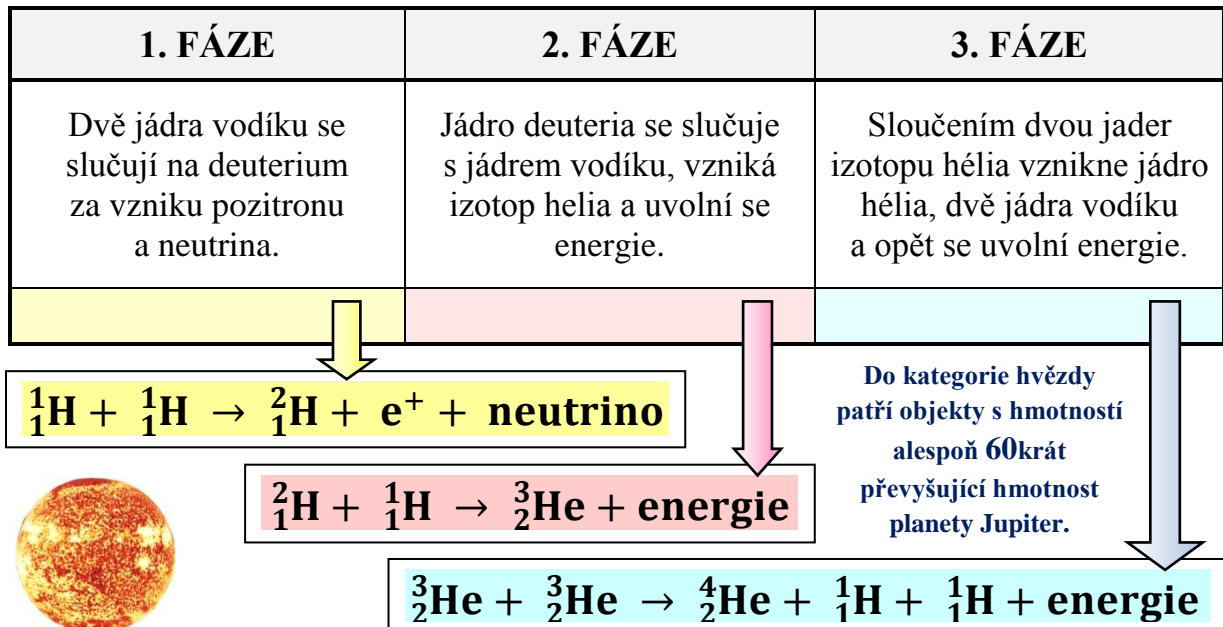
☞ Mléčná dráha obsahuje podle odhadů 200 – 400 miliard hvězd.

☞ Většinu hvězd Mléčné dráhy tvoří tzv. červení trpaslíci – malé, relativně chladné hvězdy, které vyzařují málo světla a jsou pouhým okem neviditelné.

HVĚZDY

Naší nejbližší hvězdou je SLUNCE → Vzdáleno **1 AU = 149 597 870 700 m**.

☞ Energie vyzařovaná Sluncem vzniká při TERMOJADERNÝCH REAKCÍCH probíhajících v jeho nitru:



Obdobné termojaderné reakce probíhají za vysokých teplot (od 10 milionů K) a tlaků i v nitru ostatních hvězd.

☞ Současné poznatky ukazují, že hvězdy nemohou mít menší hmotnost než **0,08** hmotnosti Slunce a ne větší než **100** násobek jeho hmotnosti.

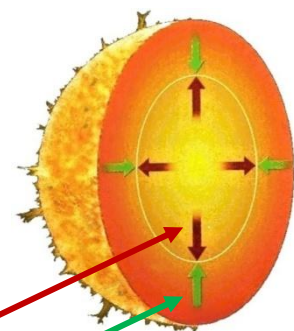
Teplota v nitru hvězdy by byla příliš vysoká a tlak záření by převládl nad gravitací.

V nitru hvězdy by se nevytvořil dostatečný tlak ani teplota pro zažehnutí termonukleárních reakcí.

☞ Převážná většina hvězd dosahuje hmotnosti 0,3 až 5 Slunci.

☞ Vývoj i doba života každé hvězdy závisí na její hmotnosti → Velké a velmi hmotné hvězdy spalují vodík rychleji → Čím je hvězda hmotnější, tím kratší je její život.

☞ Jakmile hvězda spotřebuje palivo, převládne gravitace nad tlakem záření a hvězda se začne smršťovat → Její další vývoj pak závisí na její okamžité hmotnosti.



TLAK ZÁŘENÍ

GRAVITACE

ZÁVĚREČNÁ STADIA HVĚZD:

Méně než 1,44 hmotnosti Slunce	1,44 – 5 hmotností Slunce	Více než 5 hmotností Slunce
BÍLÝ TRPASLÍK	NEUTRONOVÁ HVĚZDA	ČERNÁ DÍRA
Těleso planetárních rozměrů	Těleso s průměrem desítek kilometrů	Těleso s průměrem několika kilometrů
Gravitaci odolává tlak degenerovaného elektronového plynu.	Gravitaci odolává tlak degenerovaného neutronového plynu.	Gravitační pole je v jisté oblasti časoprostoru natolik silné, že žádný objekt včetně světla nemůže tuto oblast opustit.



☞ Vzniku NEUTRONOVÉ HVĚZDY předchází fáze NOVY nebo SUPERNOVY:

NOVA: Těsná dvojhvězda tvořená hvězdným obrem, kterého obíhá bílý trpaslík.

- Když se dmoucí obr zvětší natolik, že jeho vnější vrstvy již nejsou gravitačně vázány, začnou padat na bílého trpaslíka.
- Pokud se takto přesune dostatečné množství hmoty, zapálí se na povrchu bílého trpaslíka termonukleární reakce a hvězda se až milionkrát zjasní.
- Zdá se, jako by se na obloze rozzářila nová hvězda → NOVA.

SUPERNOVA TYPU I:

- Pokud se z hvězdného obra přenesou na bílého trpaslíka až příliš velké množství materiálu (čímž jeho hmotnost extrémně vzroste), bílý trpaslík se zhroutlí do neutronové hvězdy.
- Uvolněná energie se projeví jako výbuch SUPERNOVY TYPU I.
- Hvězda přitom zvýší svoji jasnost o několik řádů.

SUPERNOVA TYPU II:

- Začne-li se gravitačně hroutit hvězda o hmotnosti od **1,44** do **5** hmotností Slunce, vznikne v jejím nitru malý, nesmírně hustý objekt, složený převážně z neutronů → neutronová hvězda.
- Jakmile implodující vnější vrstvy hvězdy narazí na toto tvrdé neutronové jádro, dojde k výbuchu SUPERNOVY TYPU II.
- Svítivost hvězdy prudce vzroste a z rozpínajícího se materiálu se vytvoří mlhovina.

☞ Vzniku ČERNÉ DÍRY z velmi hmotné hvězdy předchází fáze SUPERNOVY:

- Hvězdné jádro zbylé po výbuchu supernovy překročí kritickou hmotnost → Gravitační síla překoná tlakové síly degenerovaných neutronů a gravitační kolaps nic nezadrží.
- Vznikne těleso, z jehož blízkosti nemůže díky gravitaci uniknout ani světlo.

☺ K určování vzdáleností mezi hvězdami v Galaxii se používá jednotka délky zvaná **SVĚTELNÝ ROK [ly]** = Vzdálenost, kterou světlo urazí ve vakuu za jeden rok:

$$1 \text{ ly} = 9,46 \cdot 10^{12} \text{ km}$$

(9,46 bilionu km)

Další používanou jednotkou **PARSEK [pc]**:

$$1 \text{ pc} = 3,262 \text{ ly}$$

☺ Asi 70 % stálic tvoří součást dvojhvězd a vícenásobných systémů.

☺ Největší dosud známou hvězdou je hyperobr UY SCUTI v souhvězdí Štítu (Scutum) s rozměrem 1 700krát přesahujícím velikost Slunce.

☺ Podle odhadu je v naší Galaxii asi 100 milionů středně velkých černých děr.

POZNÁMKA:

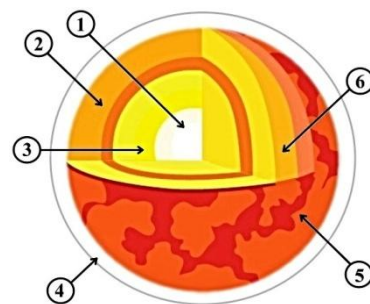
Dne 10. 4. 2019 představili astronomové historicky první snímek supermasivní černé díry v centru obří eliptické galaxie M87 v souhvězdí Panny.

M87 je vzdálena přibližně 54 milionů světelných let a její průměr činí zhruba 240 tisíc světelných let. Gigantická černá díra v jejím středu má hmotnost asi 6,5 miliardy sluncí.

SLUNCE

☞ Slunce vzniklo smrštěním mezihvězdného oblaku prachu a plynu před 4,6 miliardy let → Po dosažení teploty kolem 15 milionů °C došlo v jeho nitru k zažehnutí termojaderných reakcí.

☞ Při termojaderných reakcích se každou sekundu přemění přibližně 700 milionů tun vodíku na 695 milionů tun helia → Zbylých 5 milionů tun se přemění na energii.



1) VNITŘNÍ JÁDRO, 2) KONVEKTIVNÍ VRSTVA, 3) VRSTVA V ZÁŘIVÉ ROVNOVÁZE, 4) KORÓNA, 5) CHROMOSFÉRA, 6) FOTOSFÉRA

NĚKTERÉ ÚDAJE O SLUNCI	
Poloměr Slunce	696 000 km
Hmotnost Slunce	$2 \cdot 10^{30}$ kg → 2 kvintiliony kilogramů
Hustota jádra	$162\,000 \text{ kg/m}^3$
Průměrná hustota	$1\,408 \text{ kg/m}^3$
Teplota v nitru Slunce	15 milionů K
Teplota na povrchu Slunce	5 800 K
Teplota koróny	5 milionů K
Tíhové zrychlení	274 N/kg
Perioda rotace	25,4 dne
Rychlost oběhu kolem jádra Galaxie	217 km/s
Doba oběhu kolem jádra Galaxie	226 milionů let

$$0 \text{ K} = -273,15 \text{ °C}$$

SOUHVĚZDÍ

- ☞ Odnepaměti lidé obraceli pohled vzhůru k obloze a jejich představivost nacházela na nočním nebi obrázky nakreslené hvězdami.
- ☞ Člověk si do nich promítal postavy bohů, hrdinů i bájných tvorů, které byly součástí jeho legend.
- ☞ Starověká souhvězdí však nebyla jen připomínkou bájí, ale sloužila též k námořní navigaci a měření času.

Nejstarší zachované hvězdné katalogy pocházejí z 2. století n. l. a jsou zahrnuty v knize *Almagest*, sestavené řeckým astronomem **Klaudiem Ptolemaiem** (asi 100 - asi 170 n. l.), proslulým zastáncem geocentrického modelu vesmíru.

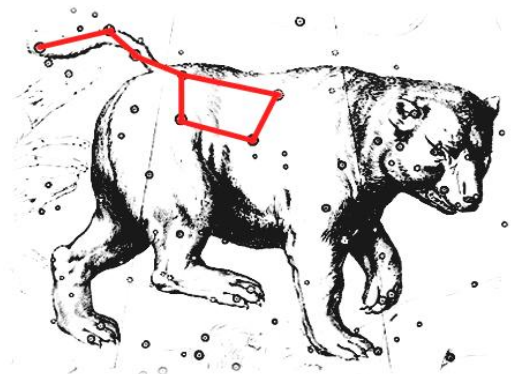
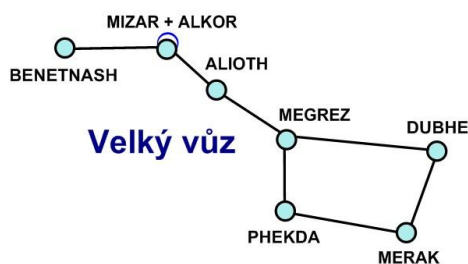


Perský astronom
Abd al-Rahman al-Sufi
(903 - 986)

zahrnul *Almagest* do své *Knihy stálic*, v níž pojmenoval mnoho hvězd arabskými názvy, používanými dodnes.



- ☞ Pro lepší orientaci na hvězdné obloze si lidé pospojovali jasné hvězdy do skupin, kterým říkáme SOUHVĚZDÍ.
- ☞ Celá obloha je dnes rozdělena na 88 souhvězdí, z nichž 48 si zachovalo názvy z dob antiky.
- ☞ Každé souhvězdí má přesně určené hranice kolem svých nejjasnějších hvězd → Ty jsou označeny písmeny řecké abecedy a mnohé mají i svá vlastní jména.
- ☞ K nejznámějším seskupením hvězd, běžně pozorovatelným z naší zeměpisné šířky, patří například VELKÝ VŮZ, který je součástí souhvězdí VELKÉ MEDVĚDICE.



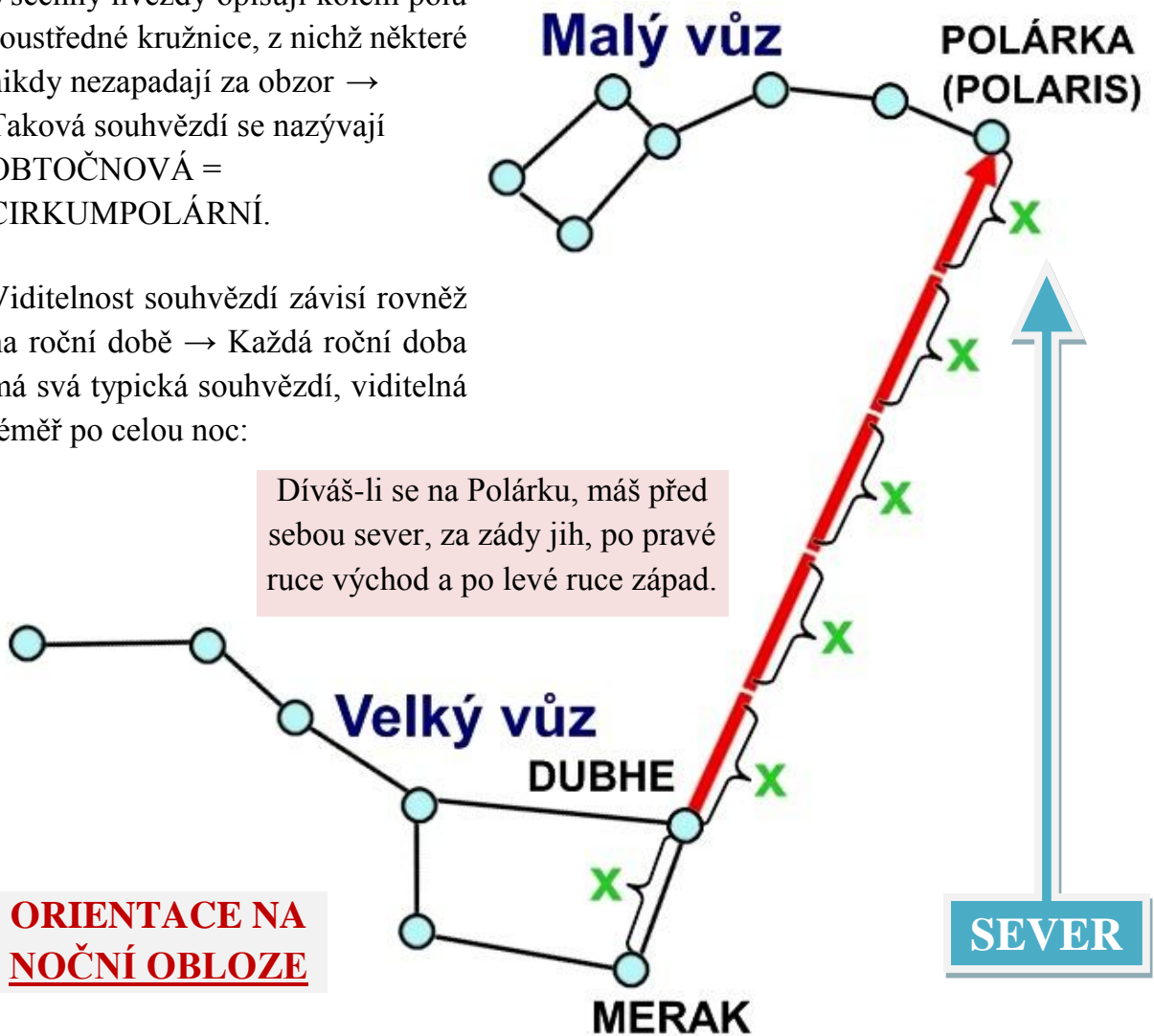
- ☞ Spolu s MALÝM VOZEM, který je součástí souhvězdí MALÉHO MEDVĚDA, slouží Velký vůz k určení světových stran.

Důsledkem rotace Země kolem osy je zdánlivé otáčení hvězdné oblohy.

Všechny hvězdy opisují kolem pólu soustředné kružnice, z nichž některé nikdy nezapadají za obzor → Taková souhvězdí se nazývají **OBTOČNOVÁ = CIRKUMPOLÁRNÍ**.

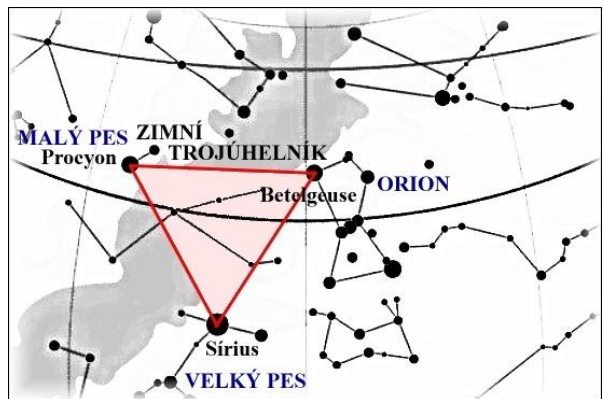
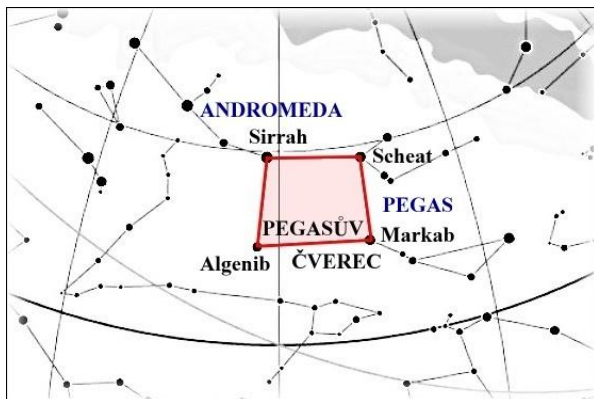
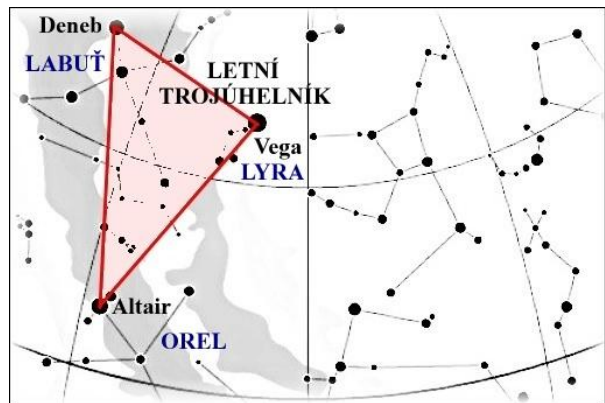
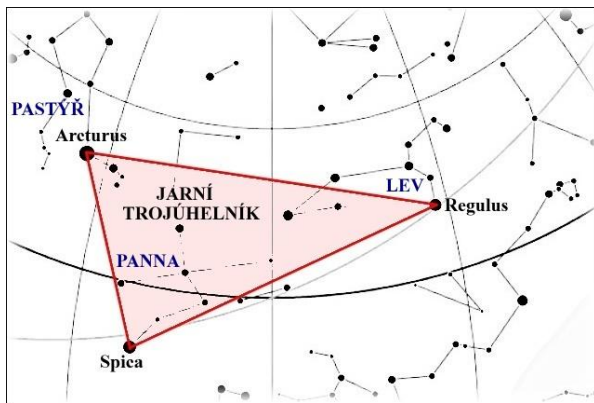
Viditelnost souhvězdí závisí rovněž na roční době → Každá roční doba má svá typická souhvězdí, viditelná téměř po celou noc:

Hvězda Polárka ze souhvězdí Malého vozu září v těsné blízkosti severního světového (nebeského) pólu.



ORIENTACE NA NOČNÍ OBLOZE

NĚKTERÁ JARNÍ SOUHVĚZDÍ	NĚKTERÁ LETNÍ SOUHVĚZDÍ	NĚKTERÁ PODZIMNÍ SOUHVĚZDÍ	NĚKTERÁ ZIMNÍ SOUHVĚZDÍ
LEV	LABUŤ	ANDROMEDA	ORION
Hvězda Regulus	Hvězda Deneb	Hvězda Sirrah	Hvězda Betelgeuse
PANNA	LYRA	PEGAS	MALÝ PES
Hvězda Spica	Hvězda Vega	Hvězdy	Hvězda Procyon
PASTÝŘ	OREL	Markab, Scheat, Algenib	VELKÝ PES
Hvězda Arcturus	Hvězda Altair		Hvězda Sírius
JARNÍ TROJÚHELNÍK	LETNÍ TROJÚHELNÍK	PEGASŮV ČTVEREC	ZIMNÍ TROJÚHELNÍK



SEZNAM SOUHVĚZDÍ

Zkratka	Český název	Latinský název
And	Andromeda	Andromeda
Ant	Vývěva	Antlia
Aps	Rajka	Apus
Aql	Orel	Aquila
Aqr	Vodnář	Aquarius
Ara	Oltář	Ara
Ari	Beran	Aries
Aur	Vozka	Auriga
Boo	Pastýř	Boötes
Cae	Rydlo	Caelum
Cam	Žirafa	Camelopardalis
Cap	Kozoroh	Capricornus
Car	Lodní kýl	Carina
Cas	Kassiopeia	Cassiopeia
Cen	Kentaur	Centaurus
Cep	Keфеus	Cepheus
Cet	Velryba	Cetus
Cha	Chameleon	Chamaeleon
Cir	Kružítko	Circinus
CMa	Velký pes	Canis Major
CMi	Malý pes	Canis Minor
Cnc	Rak	Cancer
Col	Holubice	Columba
Com	Vlasy Bereniky	Coma Berenices
CrA	Jižní koruna	Corona Australis
CrB	Severní koruna	Corona Borealis
CrT	Pohár	Crater
Cru	Jižní kříž	Crux

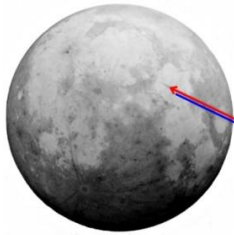
Crv	Havran	Corvus
CVn	Honicí psi	Canes Venatici
Cyg	Labuť	Cygnus
Del	Delfín	Delphinus
Dor	Mečoun	Dorado
Dra	Drak	Draco
Equ	Koniček	Equuleus
Eri	Řeka Eridanus	Eridanus
For	Pec	Fornax
Gem	Bliženci	Gemini
Gru	Jeřáb	Grus
Her	Herkules	Hercules
Hor	Hodiny	Horologium
Hya	Hydra	Hydra
Hyl	Malý vodní had	Hydrus
Ind	Indián	Indus
Lac	Ještěrka	Lacerta
Leo	Lev	Leo
Lep	Zajíc	Lepus
Lib	Váhy	Libra
LMi	Malý lev	Leo Minor
Lup	Vlk	Lupus
Lyn	Rys	Lynx
Lyr	Lyra	Lyra
Men	Tabulová hora	Mensa
Mic	Mikroskop	Microscopium
Mon	Jednorozec	Monoceros
Mus	Moucha	Musca
Nor	Pravítko	Norma
Oct	Oktant	Octans

Oph	Hadonoš	Ophiuchus
Ori	Orion	Orion
Pav	Páv	Pavo
Peg	Pegas	Pegasus
Per	Perseus	Perseus
Phe	Fénix	Phoenix
Pic	Malíř	Pictor
PsA	Jižní ryba	Piscis Austrinus
Psc	Ryby	Pisces
Pup	Lodní záď	Puppis
Pyx	Kompas	Pyxis
Ret	Mřížka	Reticulum
Sci	Sochař	Sculptor
Sco	Štír	Scorpius
Sct	Štít	Scutum
Ser	Had	Serpens
Sex	Sextant	Sextans
Sge	Šíp	Sagitta
Sgr	Střelec	Sagittarius
Tau	Býk	Taurus
Tel	Dalekohled	Telescopium
TrA	Jižní trojúhel	Triangulum Australe
Tri	Trojúhelník	Triangulum
Tuc	Tukan	Tucana
UMa	Velká medvědice	Ursa Major
UMi	Malý medvěd	Ursa Minor
Vel	Plachty	Vela
Vir	Panna	Virgo
Vol	Létající ryba	Volans
Vul	Lištička	Vulpecula

URČOVÁNÍ VZDÁLENOSTÍ VE VESMÍRU

☞ K určování vzdáleností ve sluneční soustavě se využívají radarové signály.

1) VZDÁLENOST MĚSÍCE



1) Učebnice str. 76, příklad 1:

Vypočítej vzdálenost Měsíce od Země, uplynul-li mezi vysláním a příjmem radarového signálu čas $t = 2,648$ s.

Řešení:

$$t = 2,648 \text{ s}$$

$$v = 300\,000 \text{ km/s}$$

$$s = ?$$

$$2s = v \cdot t = 300\,000 \cdot 2,648 = 794\,400 \text{ km}$$

$$s = 794\,400 : 2 = \mathbf{397\,200 \text{ km}}$$

Vzdálenost Měsíce od Země je přibližně 397 200 kilometrů.

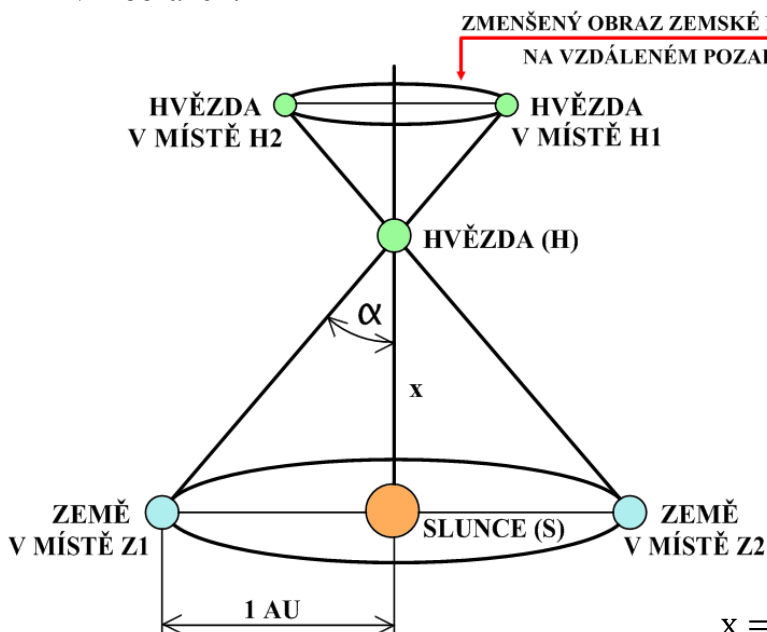
POZNÁMKA: Podle výpočtů NASA se Měsíc vzdaluje od Země rychlostí 3,8 cm/rok.

2) VZDÁLENOST HVĚZD

☞ K určování vzdáleností hvězd od Země (Slunce) se využívá trigonometrická metoda.

1) Učebnice str. 77, příklad 2:

Vypočítej vzdálenost hvězdy H od Slunce, jestliže byl měřením zjištěn úhel $\alpha = 1''$
→ viz obrázek:



Řešení:

$$\alpha = 1''$$

$$x = ?$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 1'' = \frac{1 \text{ AU}}{x}$$

$$0,000\,0004\,848 = \frac{1 \text{ AU}}{x}$$

$$x = \frac{1 \text{ AU}}{0,000\,0004\,848}$$

$$x \doteq 206\,264,8 \text{ AU}$$

Platí: 1 ly \doteq 63 240 AU

$$x = 206\,264,8 : 63\,240 \doteq \mathbf{3,26 \text{ ly}}$$

Hvězda je od Slunce vzdálena přibližně 3,26 světelného roku.

POZNÁMKA: Ve skutečnosti je Slunci nejbližší trpasličí hvězda Proxima Centauri v souhvězdí Kentaura vzdálená 4,24 světelného roku.

VESMÍR SE MĚNÍ

☞ Hlavní objev, na jehož základě bylo možné popsat změny ve vesmíru jako celku, provedl americký astronom Edwin Powell Hubble (1889 – 1953).

☞ V roce 1929 objevil, že se převážná část galaxií od nás vzdaluje → Vesmír se rozpíná.

POZNÁMKA: Tzv. HUBBLEOVA KONSTANTA určuje, o kolik se zvětší rychlost vzdalování vzdáleného vesmírného objektu, vzroste-li jeho vzdálenost o jeden megaparsek → 1 Mpc = 3,262 milionu ly.

V současnosti se vesmír rozpíná rychlostí 73,2 km/s na 1 megaparsek.

Hustota vesmíru se odhaduje na 1 atom v 5 m³.



SLOŽENÍ VESMÍRU

☞ Podle dat z evropské vesmírné observatoře PLANCK je celkové množství hmoty a energie ve vesmíru zastoupeno následovně:

Běžná pozorovatelná (baryonová) hmota	4,9 %
Temná (skrytá) hmota → Dark matter	26,8 %
Temná (skrytá) energie → Dark energy	68,3 %

TEORIE KONCE VESMÍRU

☞ Osud celého vesmíru závisí zejména na vlastnostech temné energie, která urychluje jeho rozpínání:

VELKÉ ZAMRZNUTÍ (BIG FREEZE)	<ul style="list-style-type: none">• Vesmír se rozpínáním zředí• Rozpadnou se gravitačně vázané celky• Zastaví se termodynamické procesy
VELKÉ ROZTRŽENÍ (BIG RIP)	<ul style="list-style-type: none">• Rozpínání vesmíru, urychlované temnou energií, bude bez omezení narůstat• Temná energie zcela překoná účinky gravitačních, elektromagnetických a slabých jaderných sil• Dojde k roztrhání hmoty na suplementární částice
VELKÝ KŘACH (BIG CRUNCH)	<ul style="list-style-type: none">• Odpudivý účinek temné energie poleví• Rozpínání vesmíru se zastaví• Dojde ke smršťování do žhavé singularity

POZNÁMKA: Podle měření družice PLANCK je vesmír starý **13,82** miliardy let.

VESMÍRNÁ ADRESA ZŠ A MŠ JESENICE

Pozorovatelný vesmír	☞ Velikost asi 93 miliard světelných let
Nadkupa galaxií Laniakea (z havajštiny „Nezměrné nebe“)	☞ Velikost asi 520 milionů světelných let ☞ Obsahuje asi 100 tisíc galaxií
Místní nadkupa galaxií v Panně (Virgo Supercluster)	☞ Velikost asi 110 milionů světelných let ☞ Obsahuje asi 2 tisíce galaxií
Místní skupina galaxií	☞ Velikost asi 10 milionů světelných let ☞ Obsahuje asi 30 galaxií
Mléčná dráha	☞ Velikost 120 – 130 tisíc světelných let ☞ Obsahuje 200 – 400 miliard hvězd
Sluneční soustava	☞ Velikost asi 30 miliard kilometrů ☞ Obsahuje 8 planet + 5 trpasličích planet
Planeta Země	☞ Rovníkový průměr 12 756 kilometrů
Evropa	☞ Rozloha přibližně 10 180 000 km ²
Česká republika	☞ Rozloha 78 867 km ²
Okres Rakovník	☞ Rozloha 896 km ²
Základní škola a mateřská škola Jesenice	☞ Školní 323