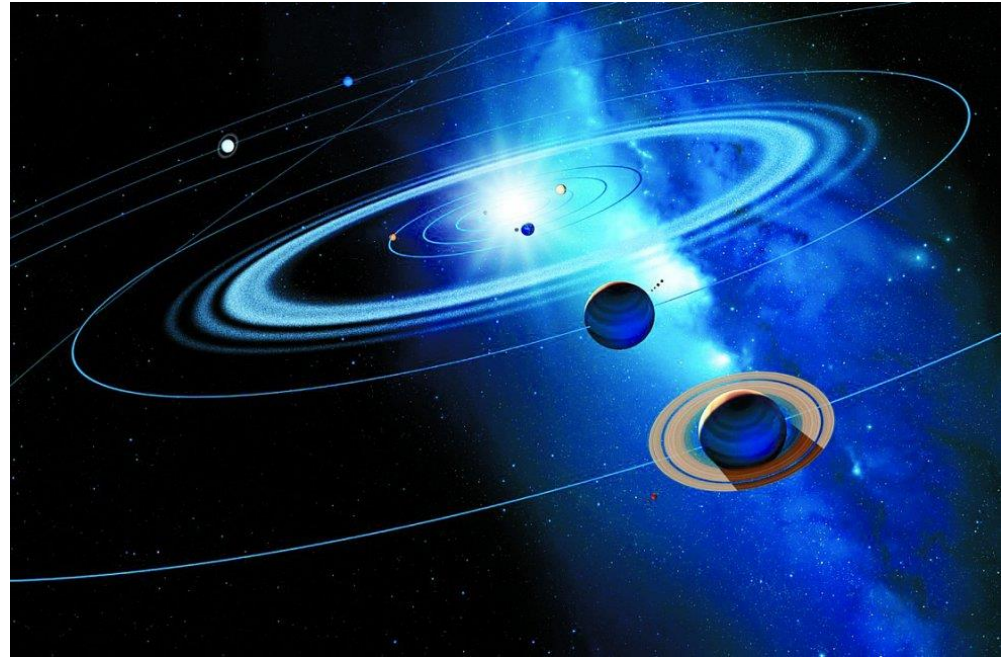


Naše kosmické okolí – Sluneční soustava

Objekty Sluneční soustavy lze pozorovat i na denní obloze a bez dalekohledu!

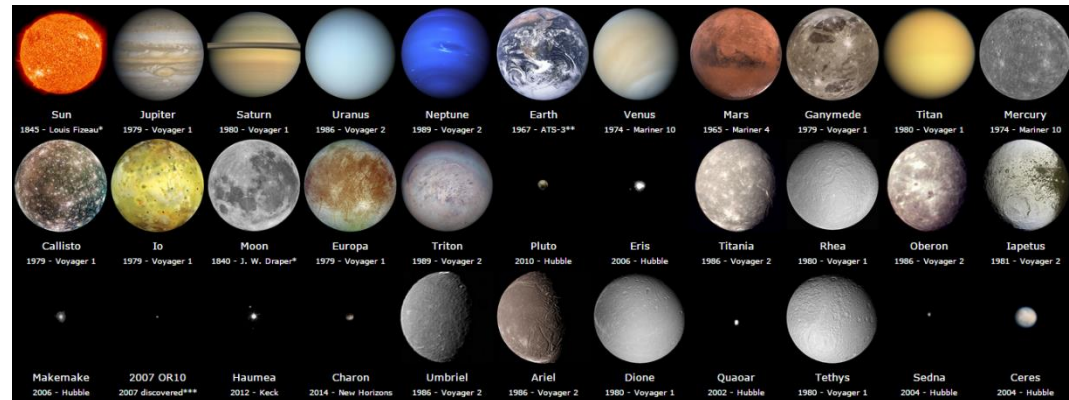
Pozorovatelné pouhýma očima:

- ❖ Slunce
- ❖ Měsíc
- ❖ planety
- ❖ planetky
- ❖ komety
- ❖ „meteory“



dalekohledy:

- planety, trpasličí planety
- měsíce planet
- planetky
- komety



Solar system yearbook

As of January, 2015, 33 largest objects in the solar system, ordered by mean radius as on http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Solar_System_objects_by_size
Listed is the year of the first high resolution pictures and the spacecraft that took them. The picture is not the first high resolution picture taken, but the best available.
* First photograph ever taken ** First color photograph of the whole Earth *** Objects for which only plates are available, the year of discovery is listed instead



Slunce

- střední vzdálenost Země – Slunce – 1 au = $149,6 \cdot 10^6$ km;
- povrchová teplota 5510 °C
- sluneční konstanta – $1\,367(3)$ W/m²
- doba rotace 25 dní (rovník), 36 dní (polární oblasti)
- úhlový průměr – 0,5°



průměr nebo atyp?

<u>Parametry</u>	<u>Slunce</u>	<u>Parametry „typické“ hvězdy</u>
poloměr	$R_{\odot} \approx 7 \cdot 10^8$ m	$R = 1/5 R_{\odot}$
hmotnost	$M_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{30}$ kg	$M = 1/6 M_{\odot}$
zářivý výkon	$L_{\odot} \approx 4 \cdot 10^{26}$ W	$L = 1/250 L_{\odot}$

Slunce je hvězdou nadprůměrně hmotnou a zářivou.

Složení Slunce: 73 % (podle hmotnosti) vodík, 25 % helium, 2 % další těžší prvky.

Astronomie prostým okem – ochrana zraku především!

Pohyb Slunce po obloze (platí pro naši zeměpisnou šířku, tj. asi $+50^\circ$)

Začátek *astronomického jara* (kolem 21. 3., jarní rovnodennost):

- Slunce vychází v 6 h východním směrem;
- v poledne je Slunce asi 40° vysoko (nad vodorovnou rovinou);
- Slunce zapadá v 18 h západním směrem;
- „bílý den“ trvá přibližně 12 h, noc také 12 h.

Začátek *astronomického léta* (kolem 21. 6., letní slunovrat):

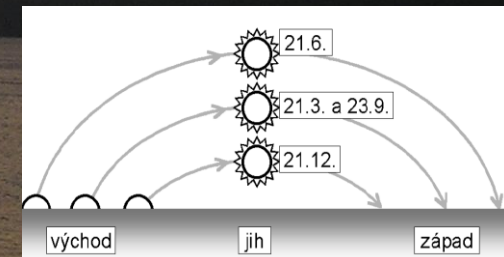
- Slunce vychází ve 4 h severovýchodním směrem;
- v poledne je Slunce asi 63° vysoko (nad vodorovnou rovinou);
- Slunce zapadá v 20 h severozápadním směrem;
- „bílý den“ trvá přibližně 16 h, noc 8 h.

Začátek *astronomického podzimu* (kolem 23. 9., podzimní rovnodennost):

- Slunce vychází v 6 h východním směrem;
- v poledne je Slunce asi 40° vysoko (nad vodorovnou rovinou);
- Slunce zapadá v 18 h západním směrem;
- „bílý den“ trvá přibližně 12 h, noc také 12 h.

Začátek *astronomické zimy* (kolem 21. 12., zimní slunovrat):

- Slunce vychází v 8 h jihovýchodním směrem;
- v poledne je Slunce asi 17° vysoko (nad vod. rovinou);
- Slunce zapadá v 16 h jihozápadním směrem;
- „bílý den“ trvá přibližně 8 h, noc 16 h.



Jinde na Zemi - zajímavosti

Bílé noci

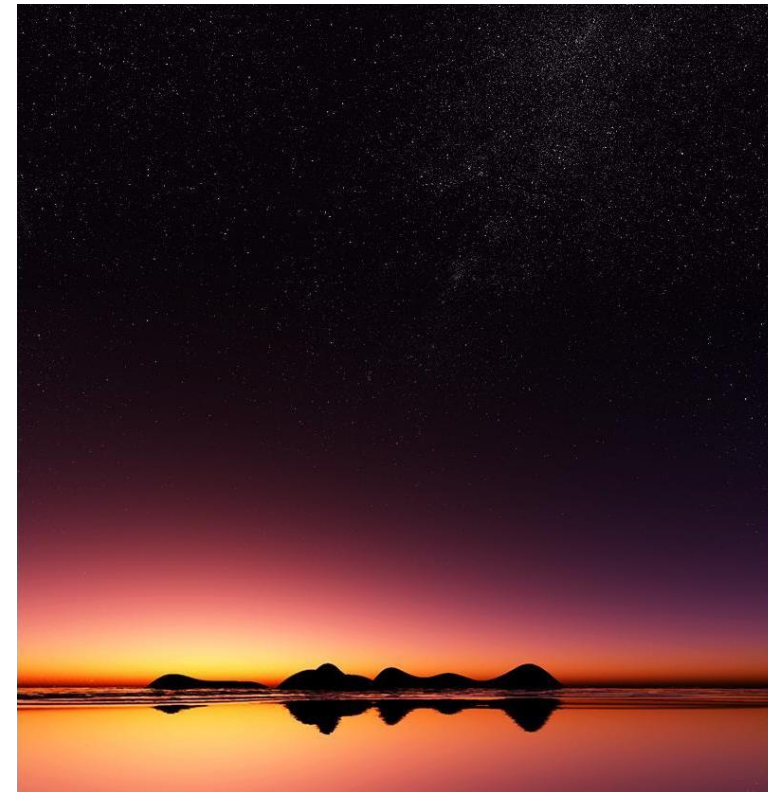
- na severní polokouli kolem *letního slunovratu* od zem. šířky asi 60° k pólu, splynutí večerního soumraku s ranním svítáním - Slunce neklesne hlouběji pod vodorovnou rovinu než 6° až 10°

Svítání v tropech

- prakticky chybí soumrak - přechod ze tmy do bílého dne a naopak za okamžik
- Slunce po obloze téměř kolmo k obzoru

U protinožců

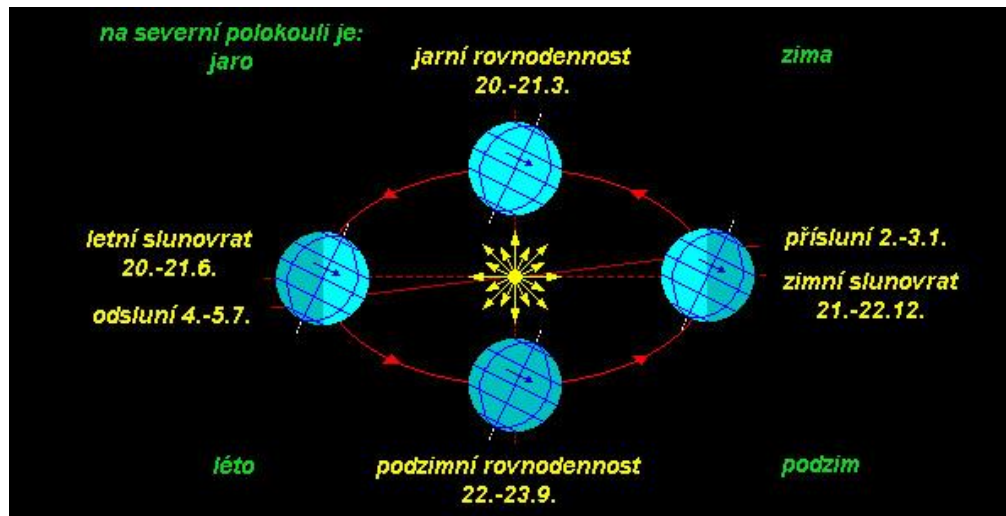
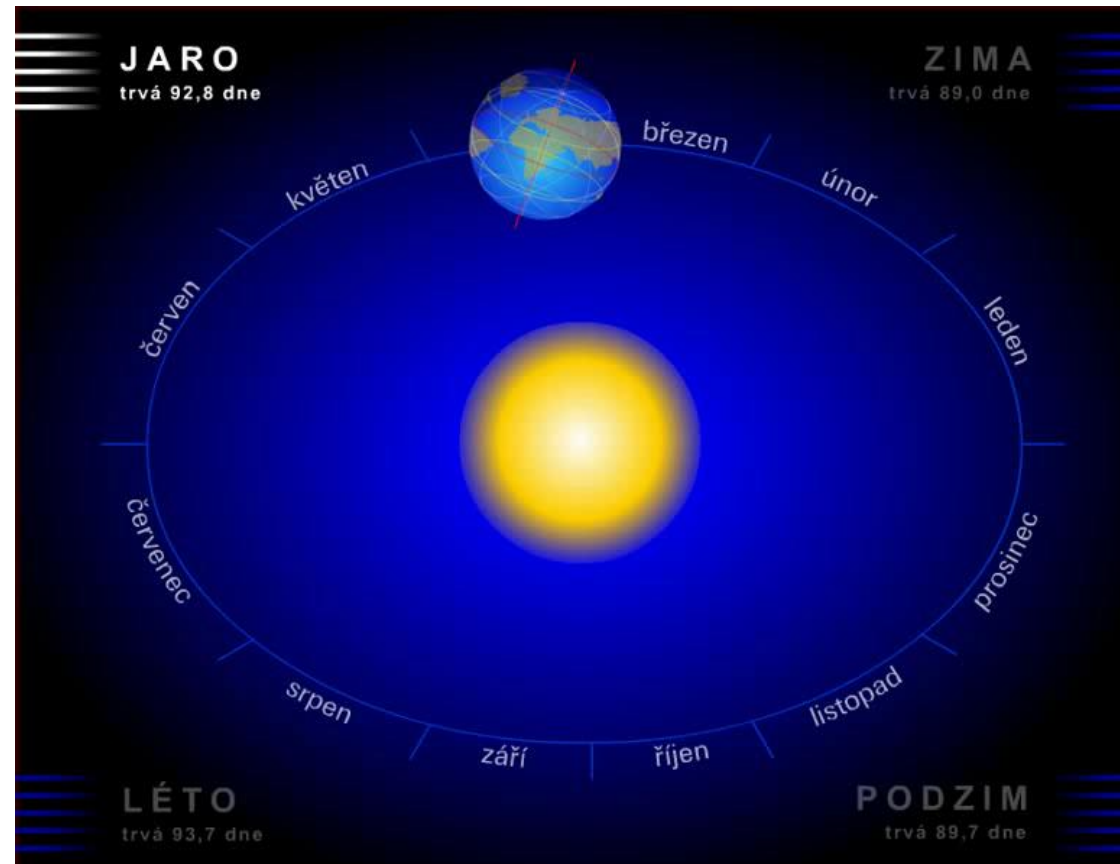
- na jižní polokouli se během dne otáčíme za Sluncem *doleva*, kdežto u nás doma – doprava!
- v poledne je Slunce severním směrem!



Střídání ročních období

nutné podmínky:

1. oběh Země kolem Slunce
2. sklon zemské osy

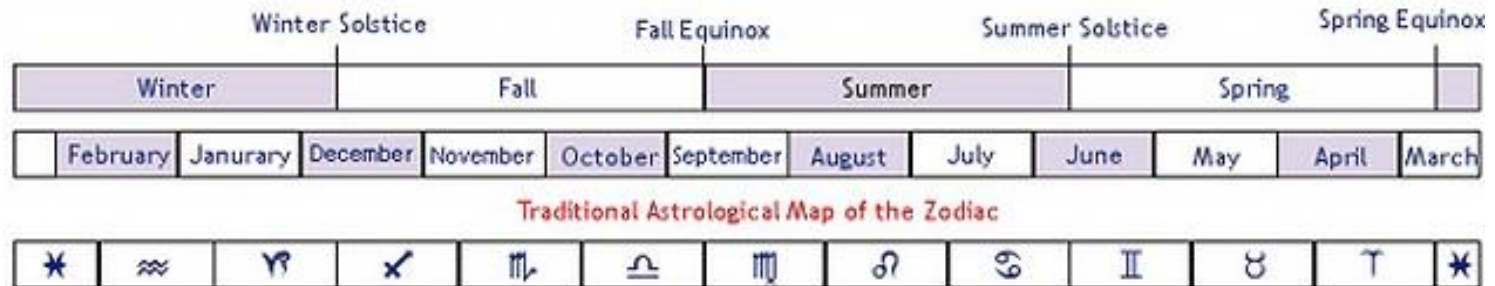


Pohyb Slunce na hvězdné obloze

ekliptikální souhvězdí – zvířetníková souhvězdí – znamení zvěrokruhu

je to totéž? kolik kterých je?

A Comparison of the Astrological and Astronomical Maps of Our Zodiac



pozorovatelnost souhvězdí zvěrokruhu

Astronomie prostým okem

Měsíc

- 2. nejjasnější objekt na obloze;
- jediná přirozená družice Země;
- opravdu družice nebo souputník z dvojplanety?
- důležitý pro život na Zemi – stabilizace zemské osy, přílivy a odlivy



Základní údaje o Měsíci

Úhlový průměr – $0,5^\circ$

Poloměr (rovníkový) – 1737 km ($1/4 R_Z$)

Oběžná perioda (siderická) – 27,3 d

Střídání fází – 29,5 d

Hmotnost – $1/81$ hmotnosti Země

Vzdálenost od Země (střední) – 384 000 km



Pod vlivem Měsíce

Lunární cyklus – lunární kalendář, člověk – menstruační cyklus žen, počasí – změny teploty, růst rostlin, hub



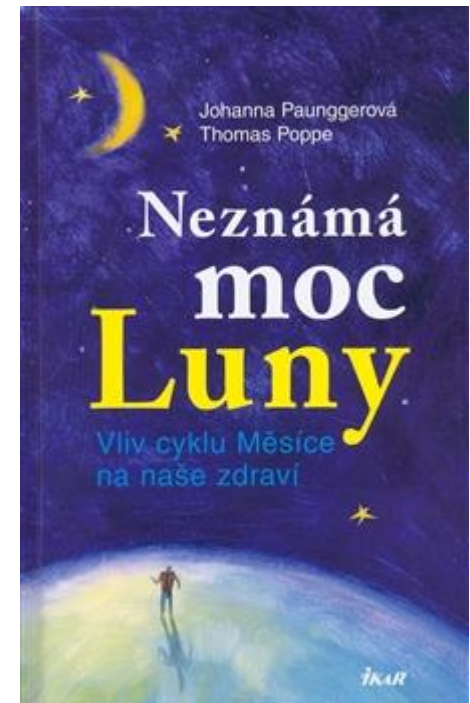
Úlety: ☺

„Obnažte svá řadra pod noční oblohou při přibývajícím Měsíci - podporuje to jejich růst.

Nehnojte na zahradě při dorůstajícím Měsíci - země v té době špatně přijímá tekutiny.

Posad'te se za úplňku holou zadnicí do čerstvě vyorané brázdy - zbavíte se tak hemeroidů.“

Podobná tvrzení - Johanna Paunggerová a Thomas Poppe (1996) – kniha Vom richtigen Zeitpunkt - v Německu jedním z bestsellerů, vyšla ve 20 jazycích (i česky)



Prokázaná (ale nevysvětlená) závislost

červ Palolo zelený (Eunice viridis) – mnohoštětinatec, rozmnožování, každý rok, listopadová poslední čtvrt

polynéský kaviár



Měsíc siderický a měsíc synodický

Rovina měsíční dráhy – sklon k ekliptice asi 5°

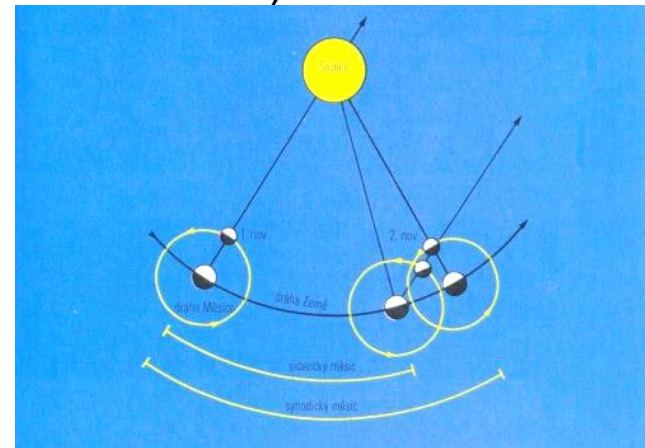
=> Měsíc *nad* nebo *pod* rovinou ekliptiky

=> výraznější změny ve výšce Měsíce nad obzorem než u Slunce

pohyb Měsíce na hvězdné obloze – cca $13^\circ/\text{den}$!

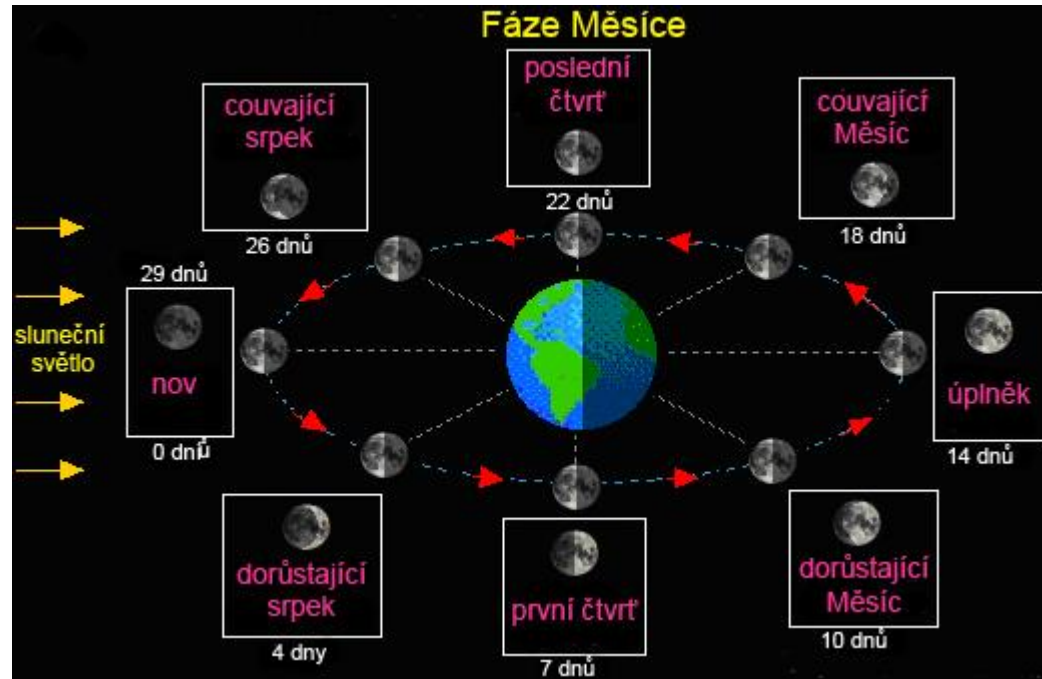
- **siderický měsíc** = doba oběhu vůči hvězdám,
27,32... dne (27 dní 7 hodin 43 minut a 12 sekund)

X



- **synodický měsíc** = doba oběhu vůči Slunci, stejné postavení Slunce, Země a Měsíce (střídání měsíčních fází),
29,53... dne (29 dní 12 hodin 44 minut a 3 sekundy)

Fáze Měsíce



Kdy vychází a zapadá Měsíc:

Fáze	Kdy vychází	Kdy je nejvýše na obloze	Kdy zapadá
nov	ráno	v poledne	večer
první čtvrt	v poledne	večer	o půlnoci
úplněk	večer	o půlnoci	ráno
poslední čtvrt	o půlnoci	ráno	v poledne



Měsíční „tvář“

Měsíc – nejbližší kosmický soused Země =>
=> můžeme pozorovat detaily na povrchu

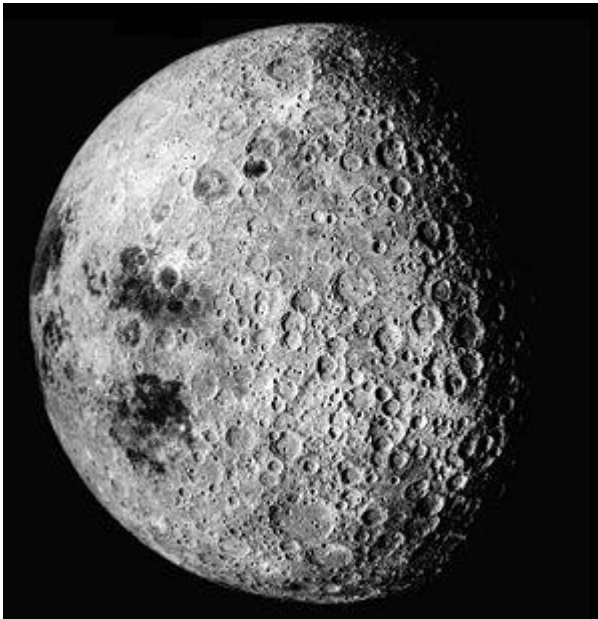
studujeme „tvář“ Měsíce



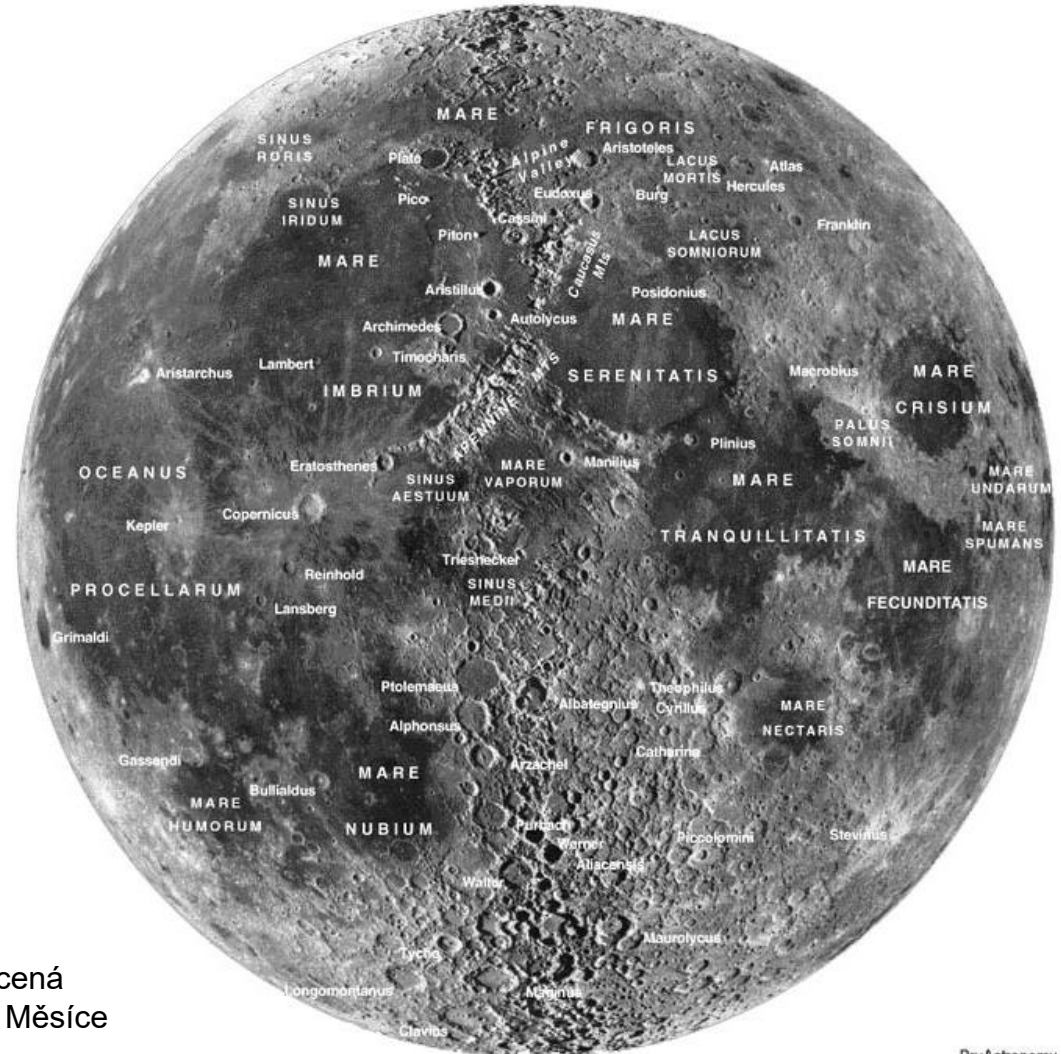
Měsíční „tvář“

útvary na povrchu:

- moře a 1 oceán,
- pohoří,
- krátery,
- brázdy, rýhy ...



Odvrácená
strana Měsíce



BruAstronomy

Pozorujeme ale jen jednu stranu Měsíce

Proč?

Měsíční „tvář“

vázaná (synchronní) rotace => přivrácena
stále stejná tvář Měsíce; důsledek dlouhodobého
gravitačního působení (slapových sil) Země

vázaná rotace => pozorovatelná polovina povrchu
ale!

vidíme (postupně) 59 % povrchu! PROČ?

kývání Měsíce – tzv. **librace**

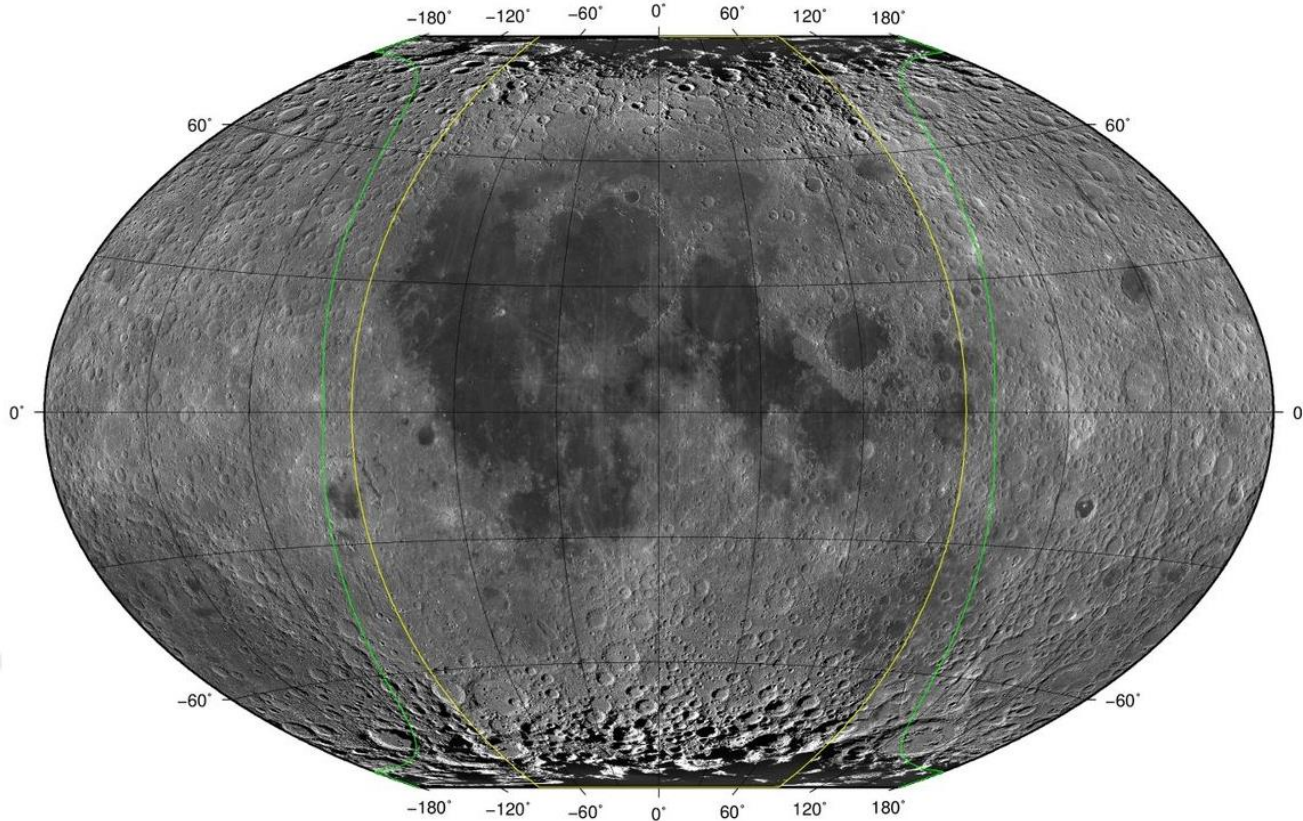
příčiny librací:

1. rotace Měsíce (vůči hvězdám) zcela rovnoměrně, ale oběh
nerovnoměrný po elipse
2. nevelký sklon rotační osy Měsíce k rovině oběžné dráhy kolem Země
3. vejčitý tvar Měsíce



důsledky librací:

- ze Země pozorujeme až 59 % povrchu (postupně)
- asi na 1/7 celého měsíčního povrchu východy a západy Země
- pro 3/7 povrchu Země stále nad obzorem a pro zbylé 3/7 vždy pod obzorem



Měsíční librace



Měsíční úplňk

v přízemí

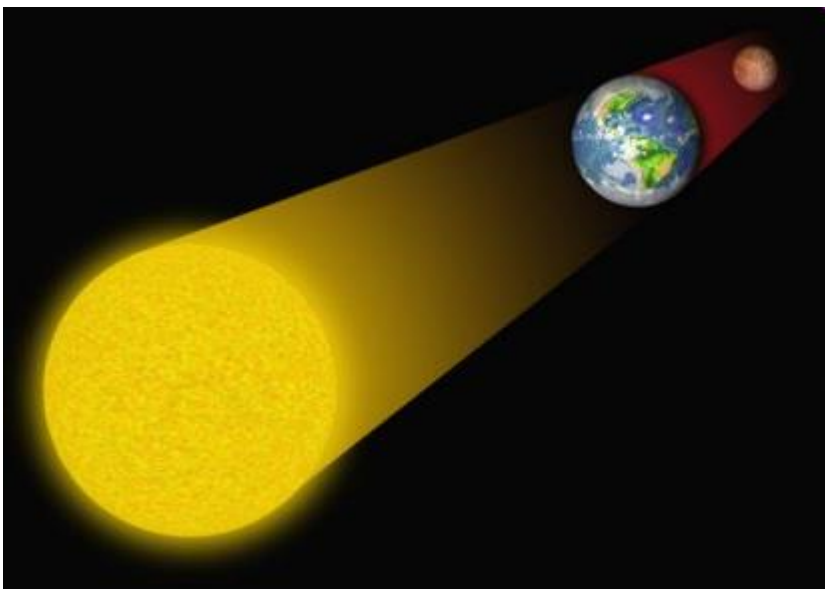
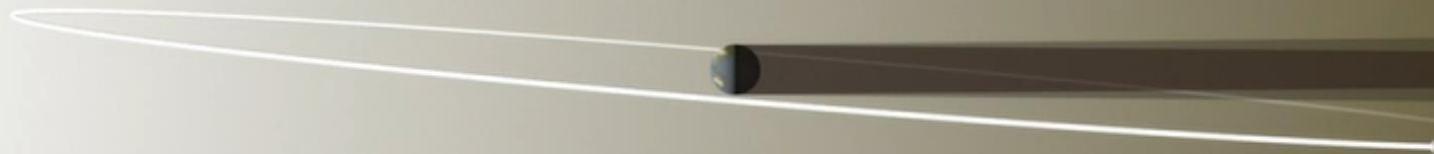
v odzemí



Zatmění Měsíce

proč není při každém úplňku?

- sklon roviny oběžné trajektorie Měsíce vůči rovině oběžné dráhy Země cca 5°
- stáčení oběžné roviny Měsíce (důsledek gravitačních poruch způsobovaných především Sluncem)



Úplná zatmění Měsíce v nejbližších letech (viditelná z našeho území)

datum	začátek část. z. (UT)	začátek úpl. z. (UT)	maximum	konec úpl. z. (UT)	konec část. z.	viditelnost
16. května 2022	02:27	03:29				začátek, 3:12 UT Měsíc v Praze zapadá
28. října 2023	19:35		20:14		20:53	celý průběh, večer
18. září 2024	02:12		02:43		03:15	celý průběh, ráno
14. března 2025	05:09	06:25				po západu Měsíce (5:23 UT v Praze)
7. září 2025		17:30	18:11	18:52	19:56	při východu Měsíce (17:34 UT v Praze)



<https://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

<https://www.astro.cz/na-obloze/mesic/zatmeni-mesice/zatmeni-mesice-v-letech-2021-2030.html>

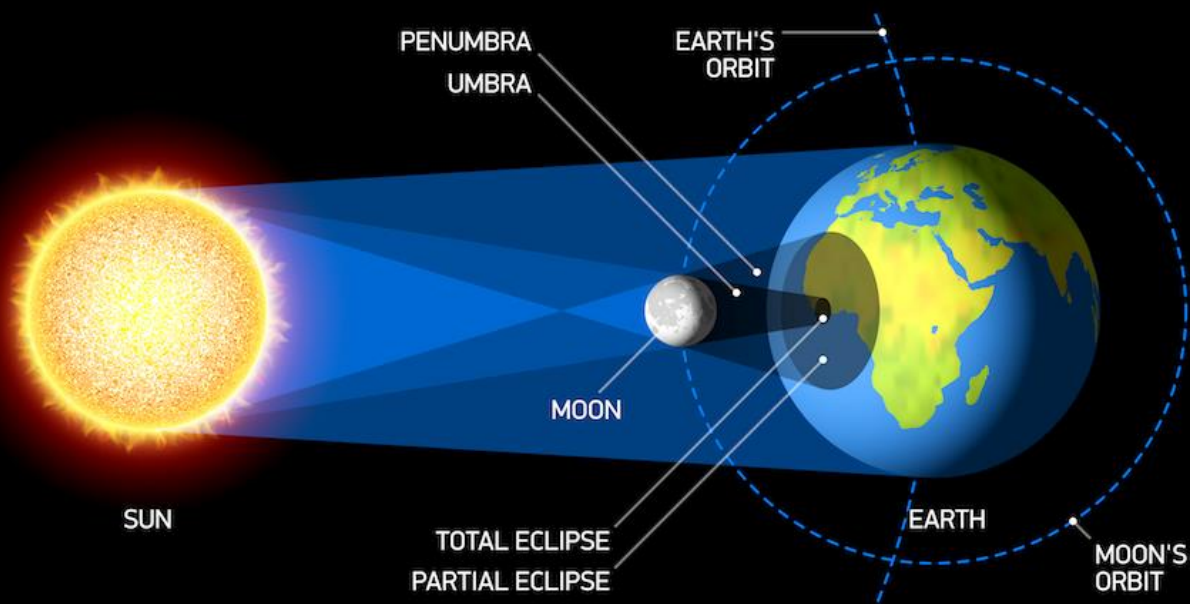
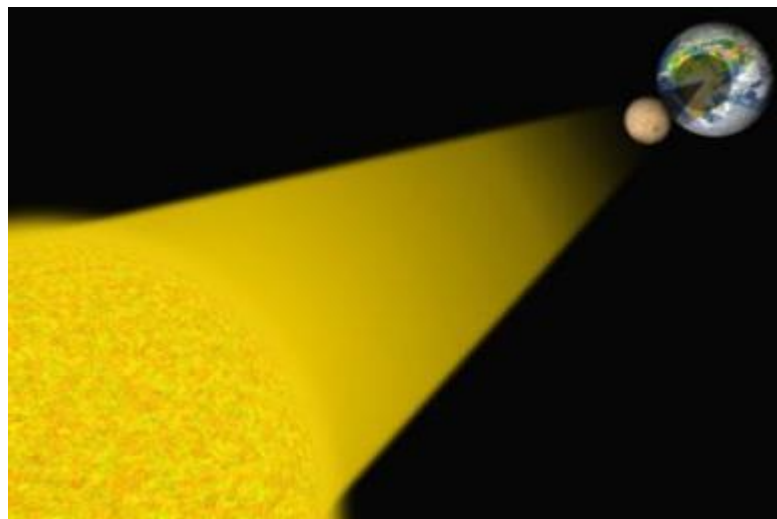


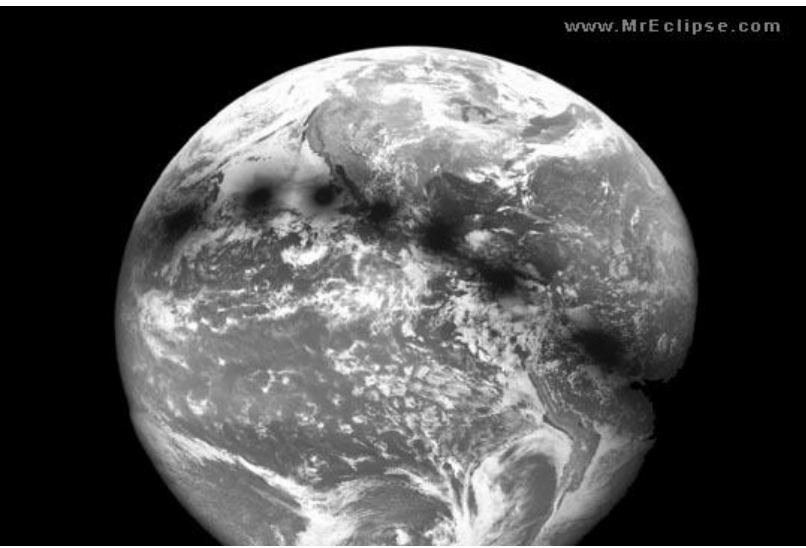
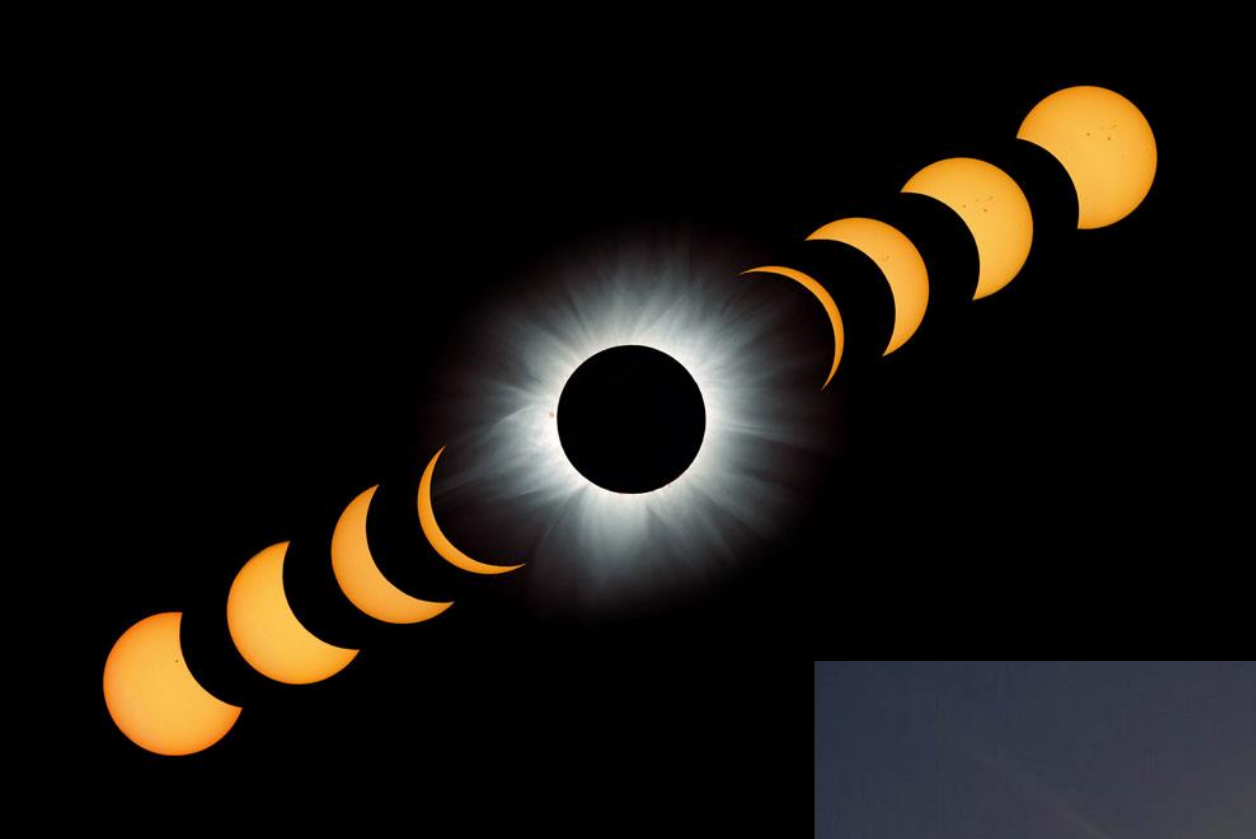
Zatmění Slunce

kdy? – Měsíc v novu, ale na spojnici Země a Slunce

úplné zatmění Slunce se nedá popsat, to je nutné zažít!

zajímavost: Kepler: stříbřitá aureola kolem Slunce = měsíční atmosféra nasvětlená zakrytým Sluncem (až do poloviny 19. století)

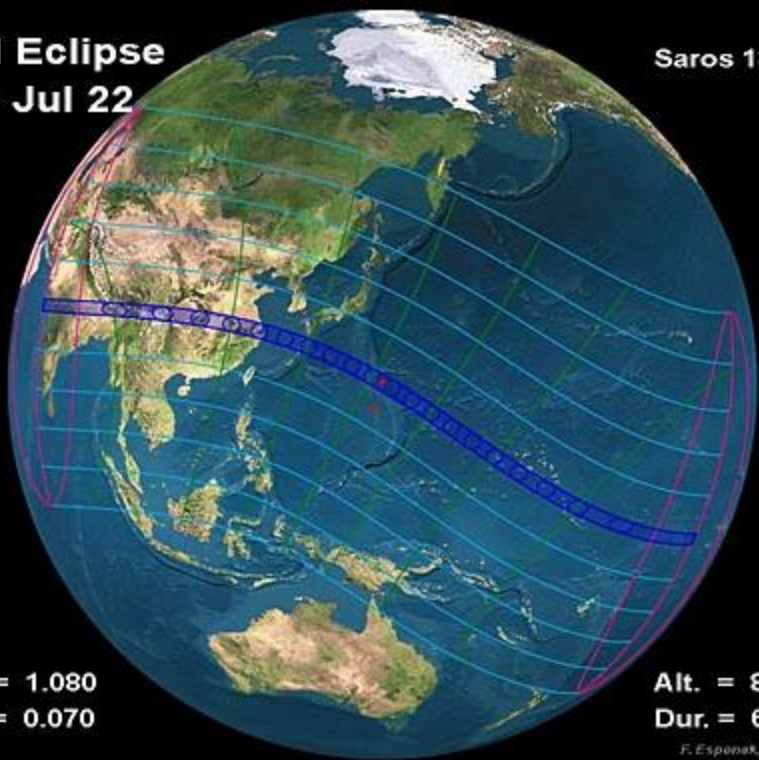






prof. Miloslav Druckmüller

**Total Eclipse
2009 Jul 22**



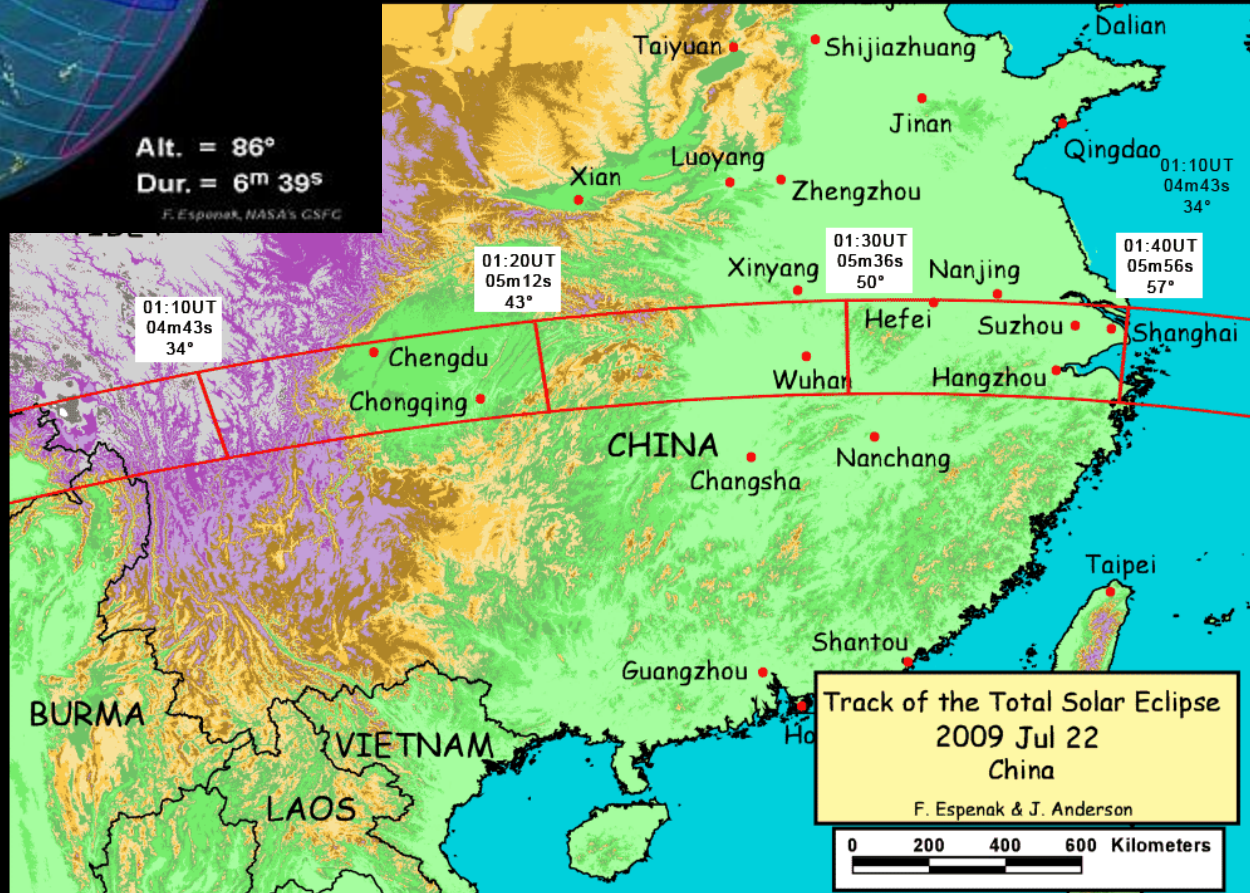
Saros 136

Mag. = 1.080
Gam. = 0.070

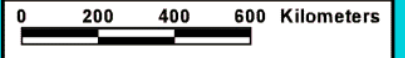
Alt. = 86°
Dur. = 6^m 39^s

F. Espenak, NASA's GSFC

Total Solar Eclipse of 2009 Jul 22



**Track of the Total Solar Eclipse
2009 Jul 22
China**
F. Espenak & J. Anderson



video 1



Sluneční zatmění v nejbližších letech

datum	UT	$R_{\odot}=1$	typ	délka centr. části (min:s)	viditelnost
4.12.2021	07:34	1,037	úplné	1:54	Antarktida, JAR, J Atlantik [Úplné: Antarktida]
30.4.2022	20:42	0,640	částečné		JV Pacifik, J Sev. Ameriky
25.10.2022	11:01	0,862	částečné		Evropa, SV Afriky, Stř. Východ, Z Asie
20.4.2023	04:17	1,013	hybridní	1:16	JV Asie, Austrálie, Antarktida, Filipíny, N.Zéland [Hybridní: Indonésie, Austrálie, Papua-Nová Guinea]
14.10.2023	18:00	0,952	prstencové	5:17	Sev., Stř., Již. Amerika [Prsten.: Z USA, Stř. Amerika, Kolumbie, Brazílie]



**v ČR až 7. října
2135**

Četnost a pozorovatelnost zatmění

zatmění Měsíce - z jednoho místa na Zemi častěji pozorovatelná!

pozorovatelnost zatmění Měsíce – z celé noční polokoule

zatmění Slunce – jen z pásu totality (široký max. cca 250 km)

1. předpověď úplného zatmění Slunce - Thales z Milétu - květen roku 585 př. n. l.
využil znalost periody *saros*

saros = perioda 6585,3 dne (18 let 11 dní) - zatmění Slunce a Měsíce se opakují ve stejném pořadí a velikosti (stejná geometrie) => určují, že zatmění nastane, ale nikoli, že bude v daném místě na Zemi pozorovatelné!



Planety

planeta – řecky *planétés* = tulák, kolem bloudící

definice (2006): Planeta je vesmírné těleso, které: (a) obíhá kolem Slunce, (b) má dostatečnou hmotnost, aby se ustavila hydrostatická rovnováha a těleso nabylo přibližně kulového tvaru, (c) vyčistilo okolí své trajektorie.

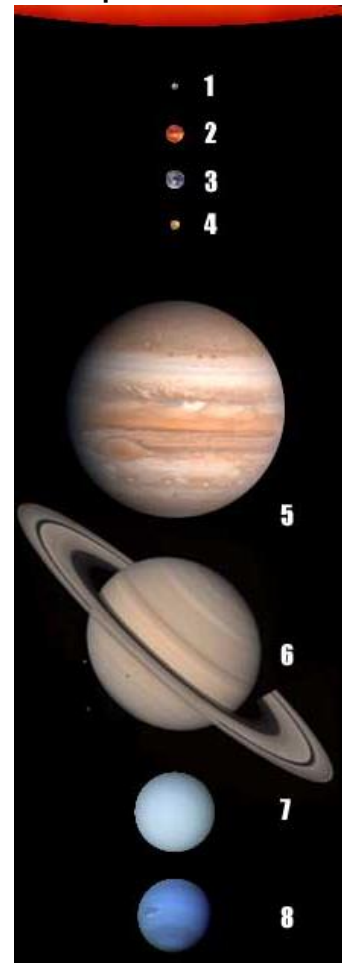
⇒ 8 planet Sl. soustavy - Merkur, Venuše, Země, Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun

Sluneční soustava (do srpna 2006)

- Slunce,
- planety,
- malá tělesa sluneční soustavy (planetky, komety, měsíce planet)

nyní:

- Slunce,
- planety,
- trpasličí planety,
- a další malá tělesa (podrobněji v kapitole o Sluneční soustavě)



Trpasličí planeta = objekt Sluneční soustavy podobný planetě, který:

- obíhá okolo Slunce,
- má dostatečnou hmotnost, aby jeho gravitace překonala vnitřní síly a dosáhl přibližně kulového tvaru,
- během svého vývoje nepročistil své okolí, aby se stal v dané zóně dominantní,
- není satelitem.

Přehled trpasličích planet (2021):

Ceres, Pluto, Makemake, Eris a Haumea;

v budoucnu přibudou pravděpodobně - Vesta, velká transneptunická tělesa.

kandidáti: Orcus, Ixion, Huya, Varuna, Quaoar, Sedna, (srpen 2011 - 390 kandidátů)



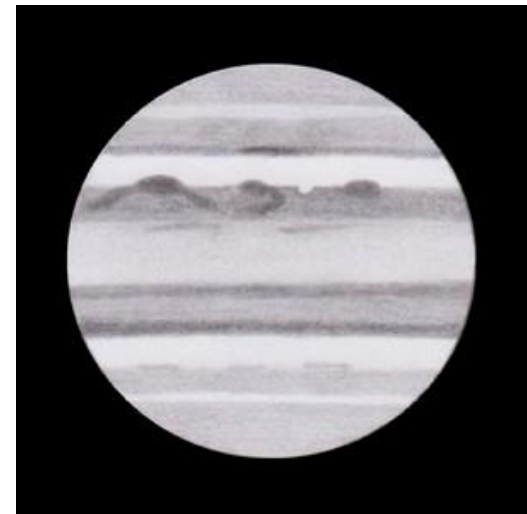
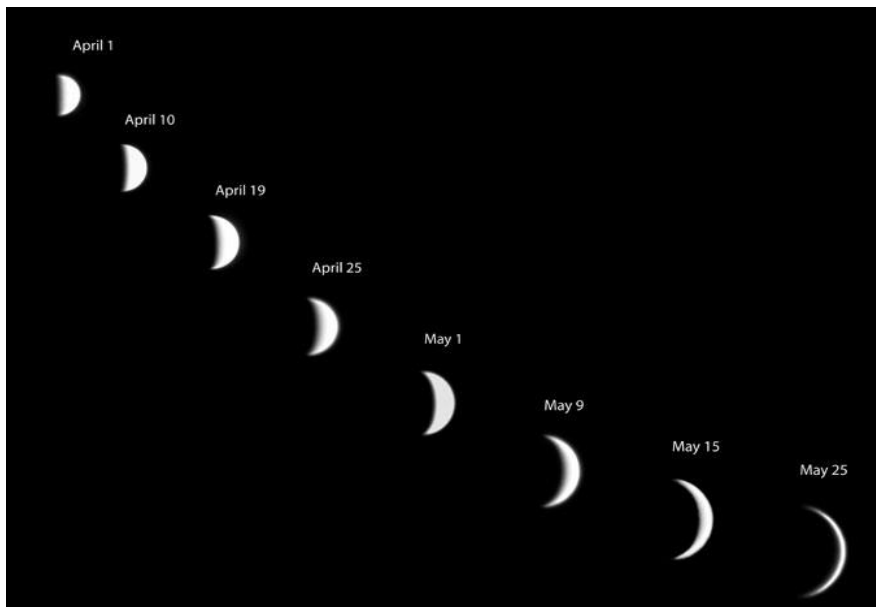
Pozorování planet

Lze poznat planetu při pohledu na noční nebe?

- 1.místo "výskytu" - jen v *těsném okolí ekliptiky*
- 2.planety *svítí klidným světlem*
- 3.*dlouhodobé sledování poloh planet na hvězdné obloze* - týdny až měsíce

Jitřenky, Večernice a ty další

planety: - *vnitřní*: Merkur, Venuše – pozorovatelné jen před východem nebo po západu Slunce; **fáze Venuše**



- *vnější* – Mars, Jupiter, Saturn, Uran, Neptun – pozorovatelné celou noc

Komety

kometa - řeckého původu: *kométés* = dlouhovlasý

koma - latinské slovo - *coma* = kštice, hřiva

kometa - slepenec zmrzlých plynů a hornin

- *jádro komety* - řádově 100-10000 metrů, tmavé => přímo nepozorovatelné

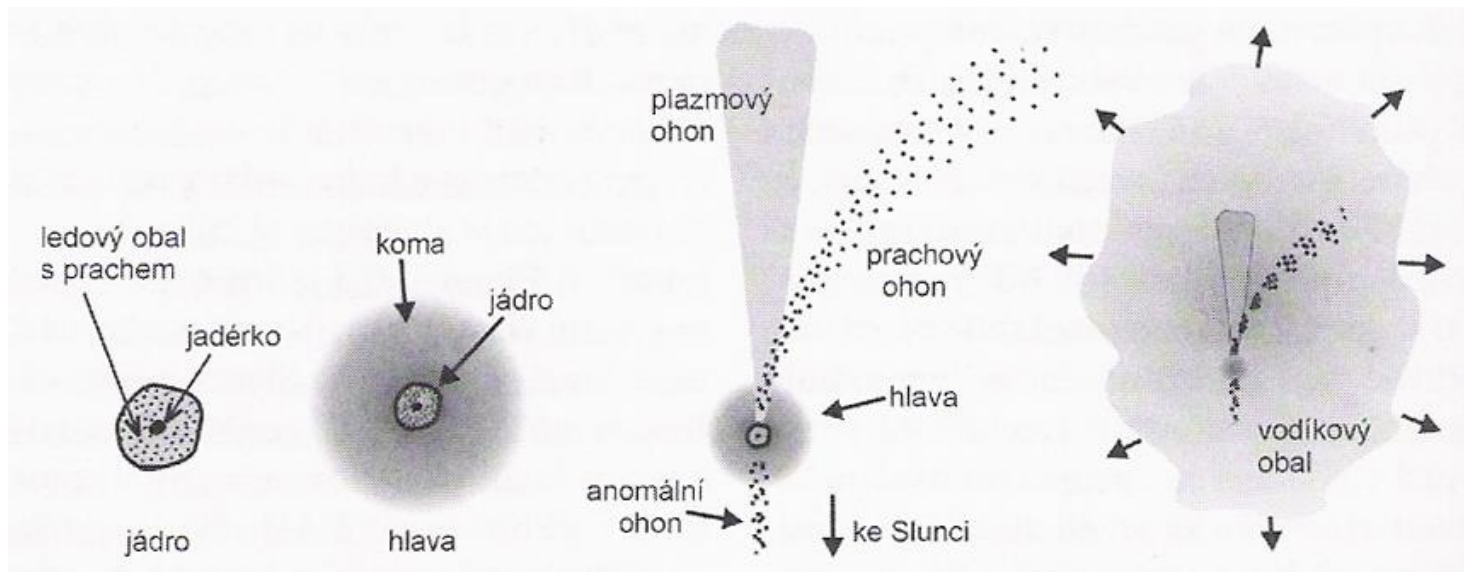
- *koma komety* - plyny a prach uvolňovaný z jádra; rozsáhlejší u Slunce
(2-5 au)

- *ohon komety* – v blízkosti Slunce; ionty + prachové částice

Objevy a jména – dříve trpěliví! pozorovatelé, dnes přehlídky, družice (SOHO 3000. kometa 14.9.2015, 4000. kometa 15.6.2020)

NASA – Solar system exploration – známo 4574 komet (3.10. 2021)

<https://minorplanetcenter.net/>



A close-up photograph of a compact disc (CD) or digital versatile disc (DVD). The disc is centered in the frame, showing its characteristic reflective surface. A white circle is drawn on the disc, centered on the hole. The background is a dark, reddish-brown color with a radial pattern of light and dark bands, suggesting the disc is being viewed through a lens or is part of a larger optical setup. The lighting is dramatic, with a bright spot on the left side of the disc.

2011/10/01 08:12

Kometa Hale-Bopp
(1997/8)



17P/Holmes
2007

Comète 17P - Holmes



24 oct 18h

25 oct 6h

25 oct 18h

T1M - Pic du Midi - Station de Planetologie des Pyrénées





**kometa
McNaught
leden 2007**





Meteory

meteor = „padající hvězda“; světelný jev v zemské atmosféře, ve výškách do 120 km; částice o průměru > řádově 0,1 mm; viditelné pouhým okem - částice o ≥ 1 mg (řádově)

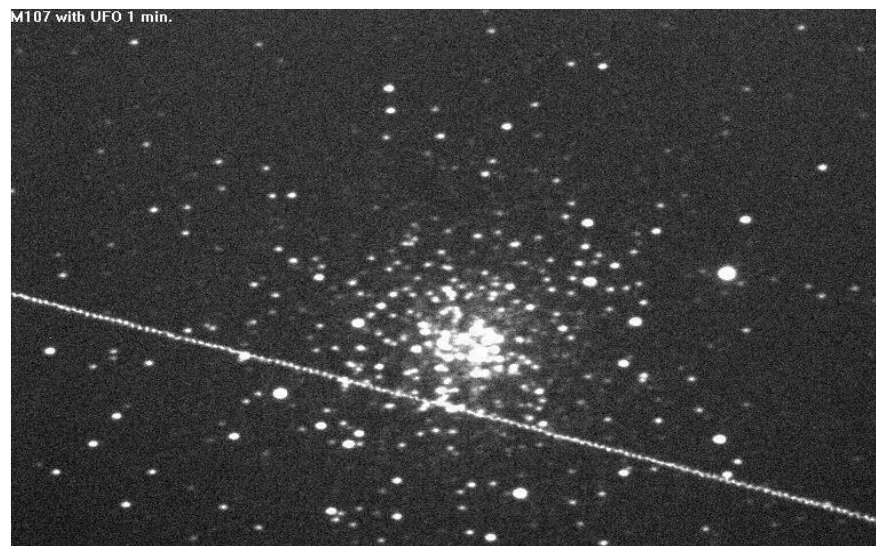
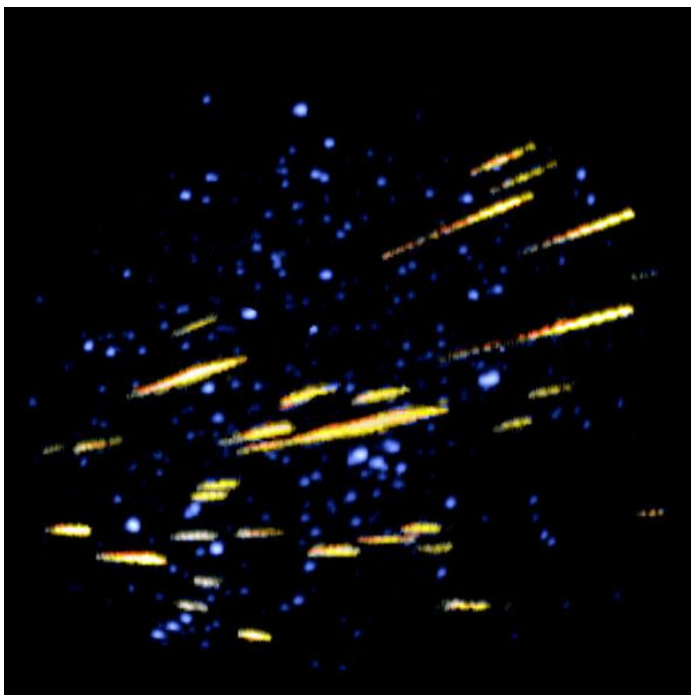
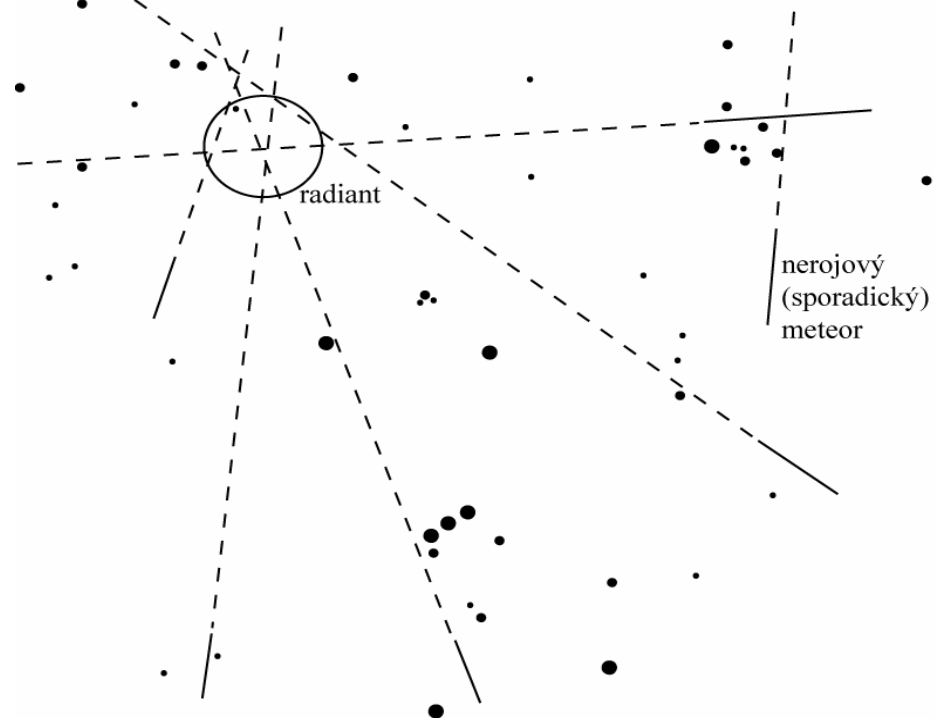
bolid = řecké *bolídos* = metací střela; meteor jasnější než Venuše v době své největší jasnosti

meteorit = zbytek původního tělesa, které vlétlo do atmosféry, po dopadu na povrch



Meteory

- sporadické
- rojové – Perseidy, Leonidy



nezaměňovat s pozorováním družic!

Meteorický déšť

Leonidy – 1999-2003 kometa Tempel-Tuttle

Drakonidy – 8. října 2011, 2012

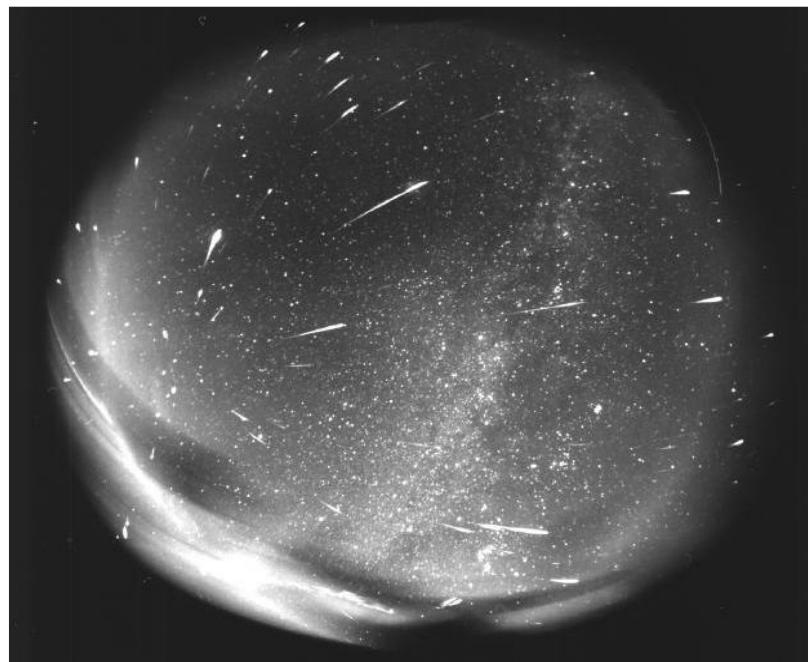
kamenné deště

1490 Čína

1803 Normandie

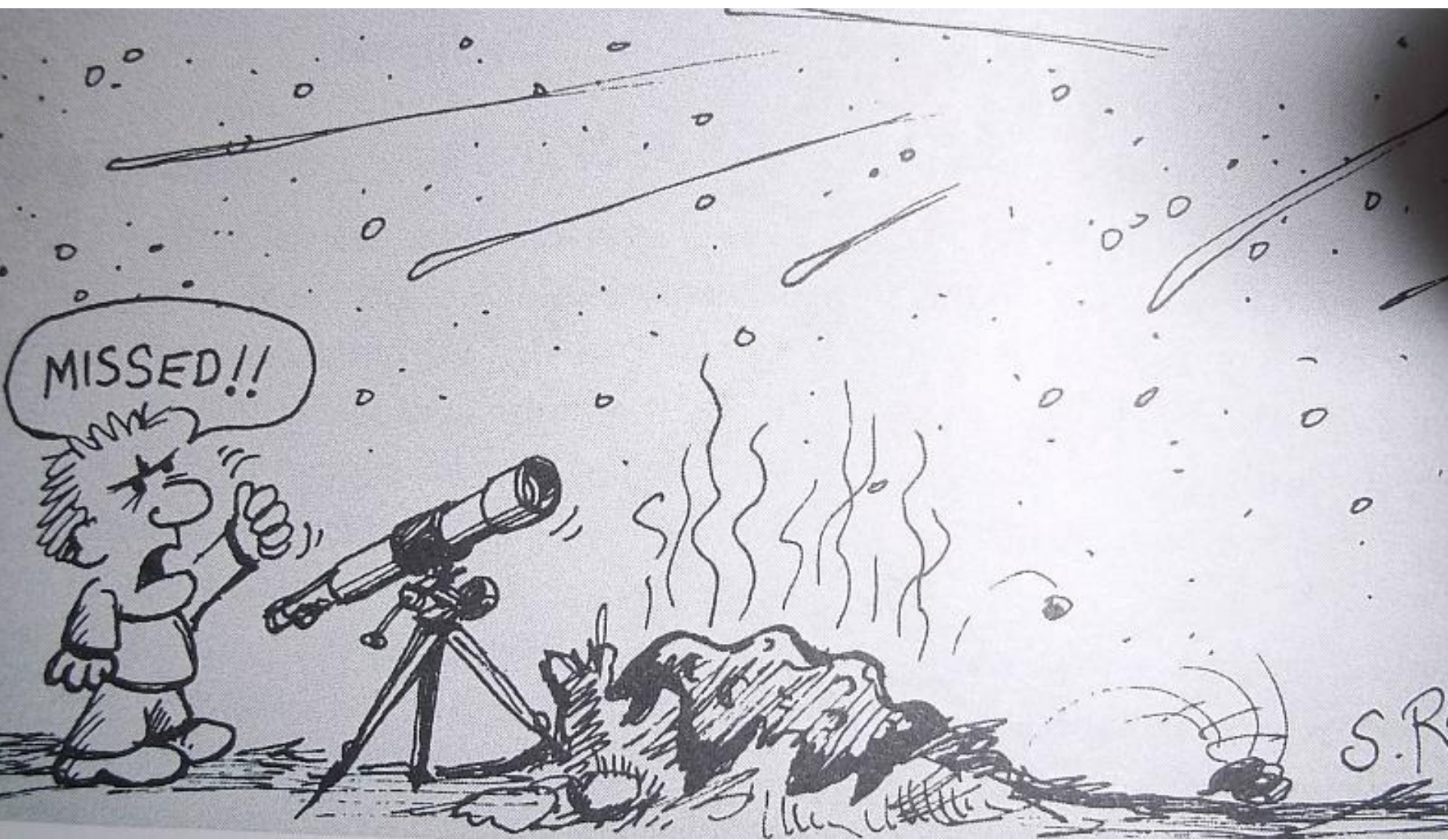
1808 Stonařov

1976 Čína, Jilin



Předpovědi meteorických dešťů
do roku 2050

<https://www.dpreview.com/forum/s/post/60862287>



Praktika:

Astronomické souřadnice, Pozorování Měsíce, Dírková komora