

The background of the slide is a close-up of red theater curtains. The curtains are draped in a classic style, with a large, rounded valance at the top. The fabric has a rich, deep red color and a visible texture. The curtains are held back by gold-colored tassels on the sides, which are partially visible. The lighting is dramatic, highlighting the folds and the texture of the fabric.

# **Kosmické divadlo**

**Miloslav Zejda**

**U3V, 13. 10. 2016**

herecké obsazení:

**Slunce**  
**Měsíc**  
**planety**



# Slunce



- střední vzdálenost Země – Slunce – 1 au =  $149,6 \cdot 10^6$  km;
- povrchová teplota 5510 °C
- sluneční konstanta –  $1\,367(3)$  W/m<sup>2</sup>
- 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	$R_{\odot} = 6,96 \cdot 10^8$ m	$R = 1/5 R_{\odot}$
hmotnost	$M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$ kg	$M = 1/6 M_{\odot}$
zářivý výkon	$L_{\odot} = 3,84 \cdot 10^{26}$ W	$L = 1/250 L_{\odot}$

***Slunce je hvězdou nadprůměrně hmotnou a zářivou.***

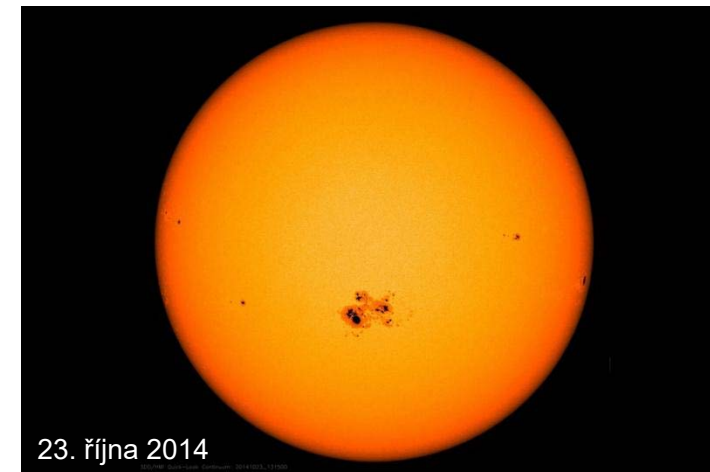
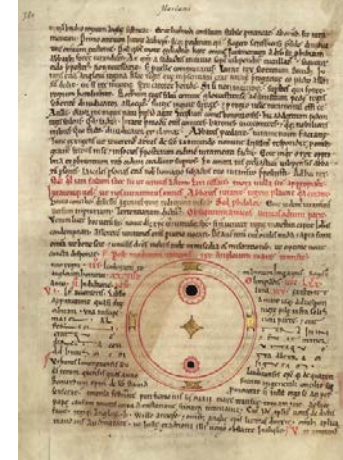
**Složení Slunce:** 73 % (podle hmotnosti) vodík, 25 % helium, 2 % další těžší prvky.

**Astronomie prostým okem – ochrana zraku především!**



# Sluneční skvrny

- 1. pozorování (cca 8. st. př.n.l. Čína)
- 1. katalog 45 pozorování z let 301-1205, Čínan Ma Tuan-sien
- 807 n. l., Einhard, píše o přechodu Merkuru, ale šlo o sluneční skvrnu
- 1128 - 1. kresba skvrny - kronika Johna z Worcesteru
- objevitelé - David Fabricius a syn Johann  
9. března 1611 – pozorovali a publikovali!  
(8. prosince 1610 anglický matematik a filozof Thomas Harriot, avšak bez publikace)



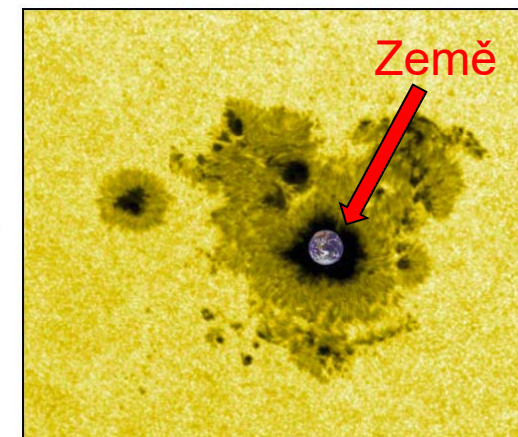
## Co jsou zač?

- William Herschel - průduchy v atmosféře
- vznikají interakcemi magnetického pole Slunce a vzhledem k nižší teplotě se jeví jako tmavé oblasti
- mohou velikostí i převyšovat velikost Země

## Pozorování

- dalekohledem (pouze projekcí nebo se speciální výbavou!)
- volným okem

aktuální situace <http://sohowww.nascom.nasa.gov/sunspots/>,  
<http://www.spaceweather.com/>, <http://prop.hfradio.org/>





## Pohyb Slunce po obloze (platí pro naši zeměpisnou šířku, tj. asi +50°)

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 vodorovnou rovinou);
- Slunce zapadá v 16 h jihozápadním směrem;
- „bílý den“ trvá přibližně 8 h, noc 16 h.



# Jinde na Zemi - zajímavosti

## Bílé noci

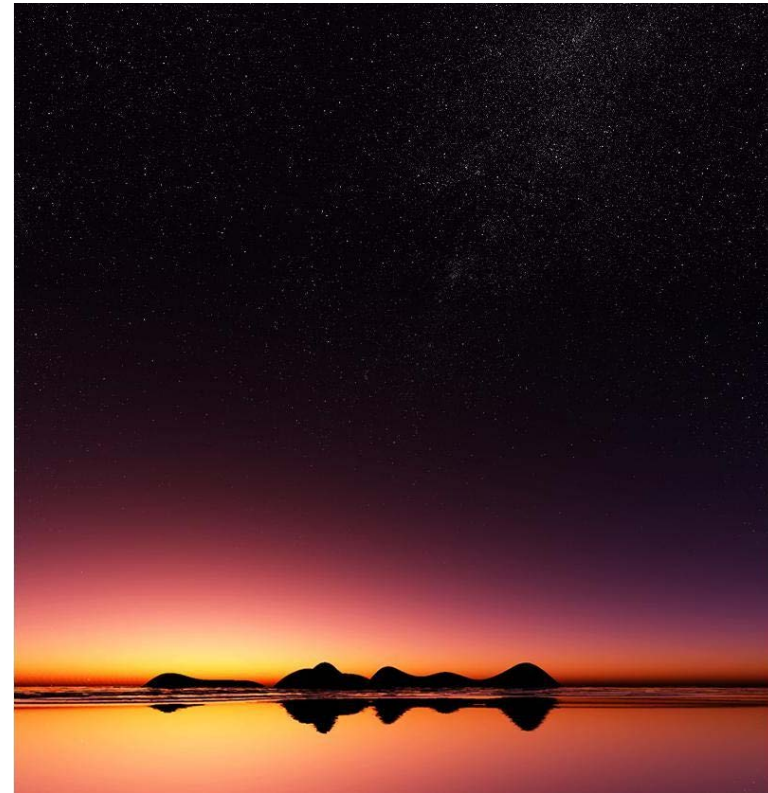
- na severní polokouli kolem *letního slunovratu* od zem. šířky asi  $60^\circ$  k pólu, splynutí večerního soumraku s ranním svítáním - Slunce neklesne hlouběji pod vodorovnou rovinu než  $6^\circ$  až  $10^\circ$

## 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

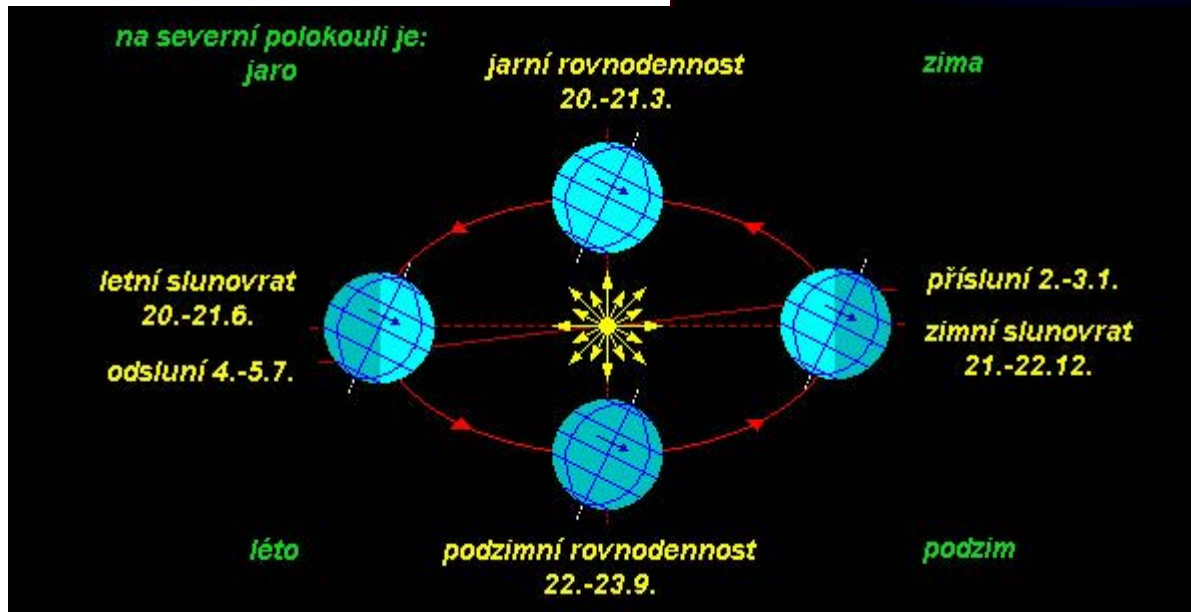
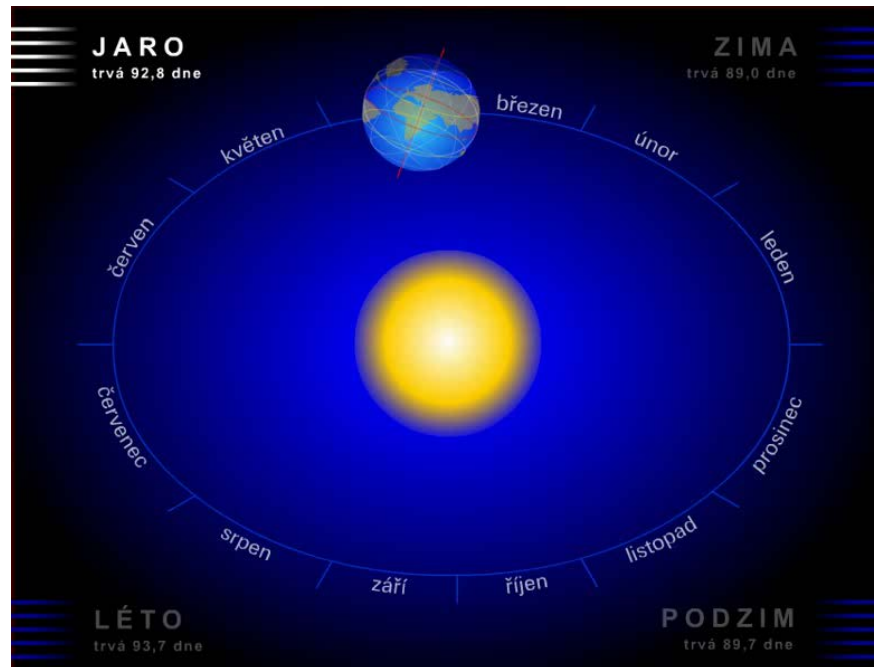
- na jižní polokouli se během dne otáčíme za Sluncem *doleva*, kdežto u nás doma – doprava!
- v poledne je Slunce severním směrem!



# Střídání ročních období

nutné podmínky:

1. oběh Země kolem Slunce
2. sklon zemské osy



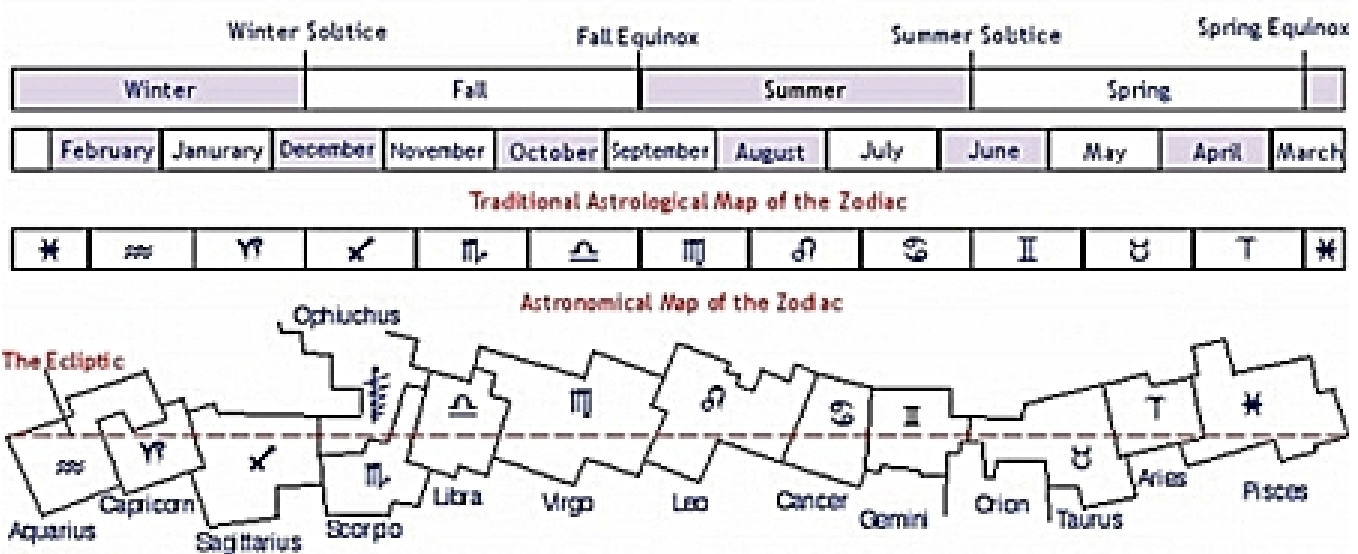


# Pohyb Slunce na hvězdné obloze

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



# 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.*

*Posadte 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 (eunice viridis) – rozmnožování, každý rok, listopadová poslední čtvrt



# Měsíc siderický a měsíc synodický

Rovina měsíční dráhy – sklon k ekliptice asi  $5^\circ$

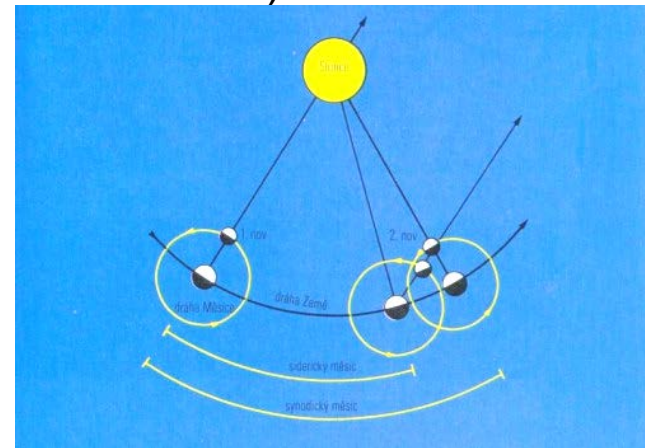
=> Měsíc *nad* nebo *pod* rovinou ekliptiky

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

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

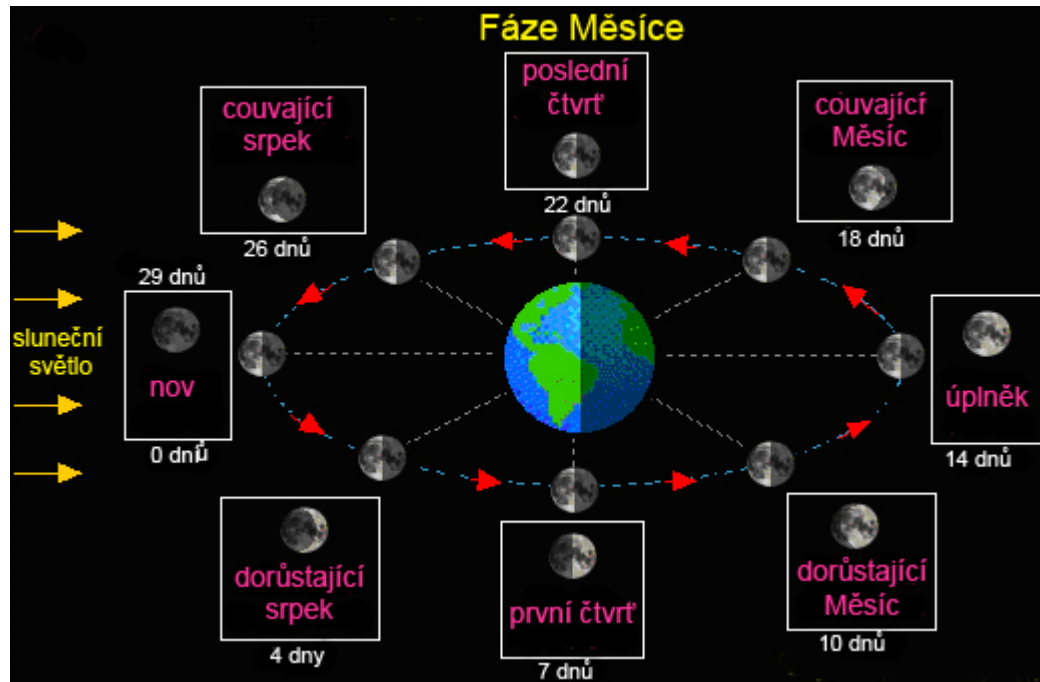
- **siderický měsíc** = doba oběhu vůči hvězdám,  
27,32... dne (27 dní 7 hodin 43 minut a 12 sekund)

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

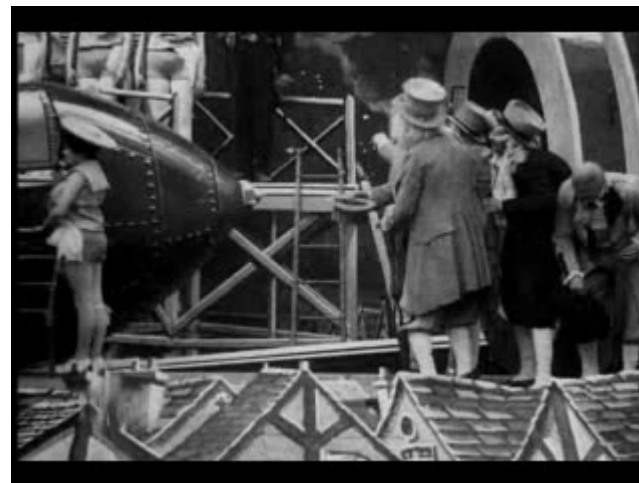




# Měsíční „tvář“

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

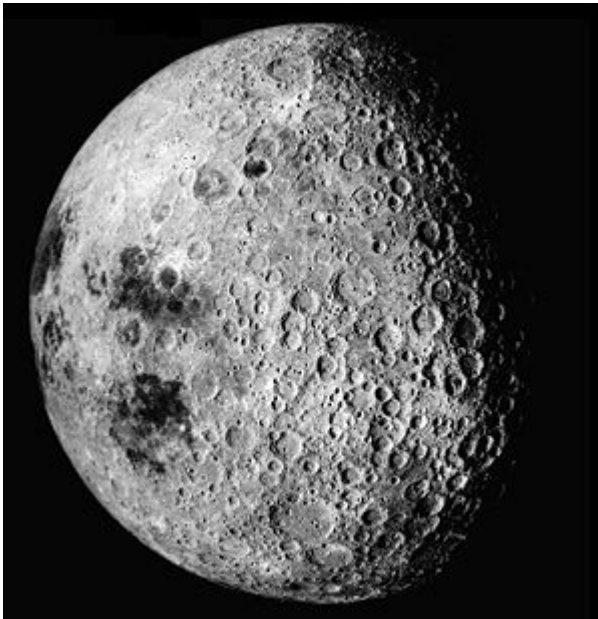
studujeme „tvář“ Měsíce



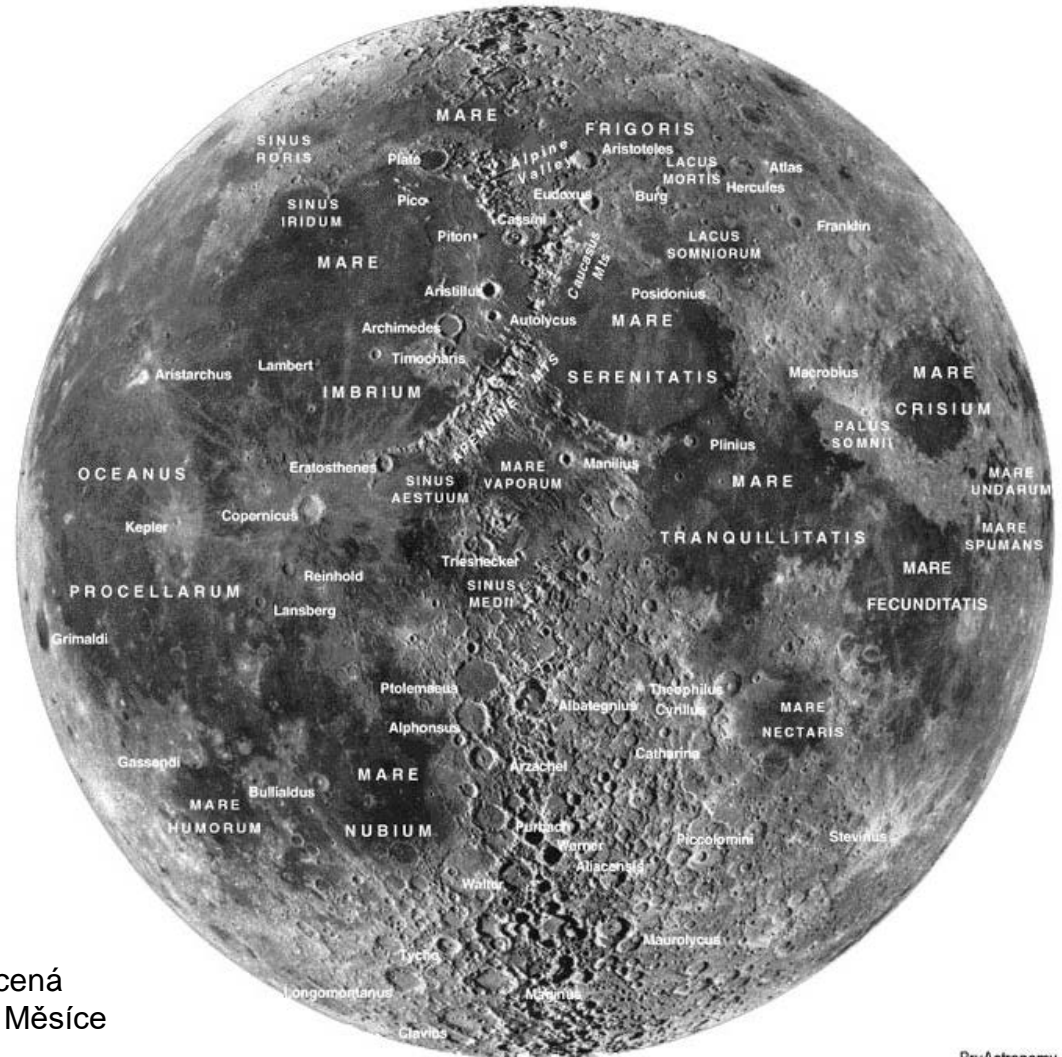
# Měsíční „tvář“

útvary na povrchu:

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



Odvrácená  
strana Měsíce



BruAstronomy

Pozorujeme ale jen jednu stranu Měsíce

Proč?





Endymion

Mare Crisium



Mare Humboldtianum

Endymion

Mare Crisium

Mare Marginis

Mare Smythii

## Měsíční librace

## Měsíční úplňk

v přízemí

v odzemí

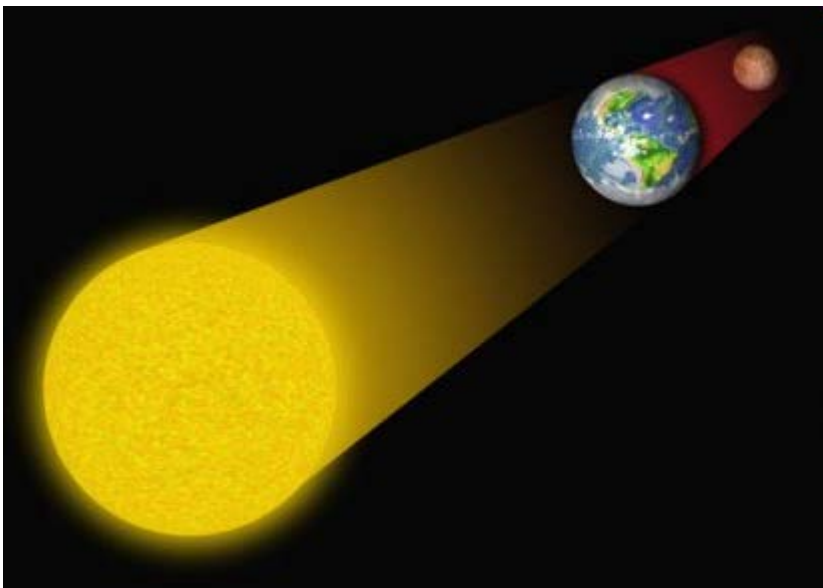




# Zatmění Měsíce

proč není při každém úplňku?

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



## Úplná zatmění Měsíce v letech do roku 2020 (viditelná z našeho území)

datum	začátek část. z.	začátek úpl. z.	maximum	konec úpl. z.	konec část. z.	viditelnost
2018-01-31	11:48	12:52	13:30	14:08	15:12	konec část. z.
2018-07-27	18:24	19:30	20:22	21:14	22:20	celý průběh
2019-01-21	03:33	04:41	05:12	05:43	06:51	celý průběh

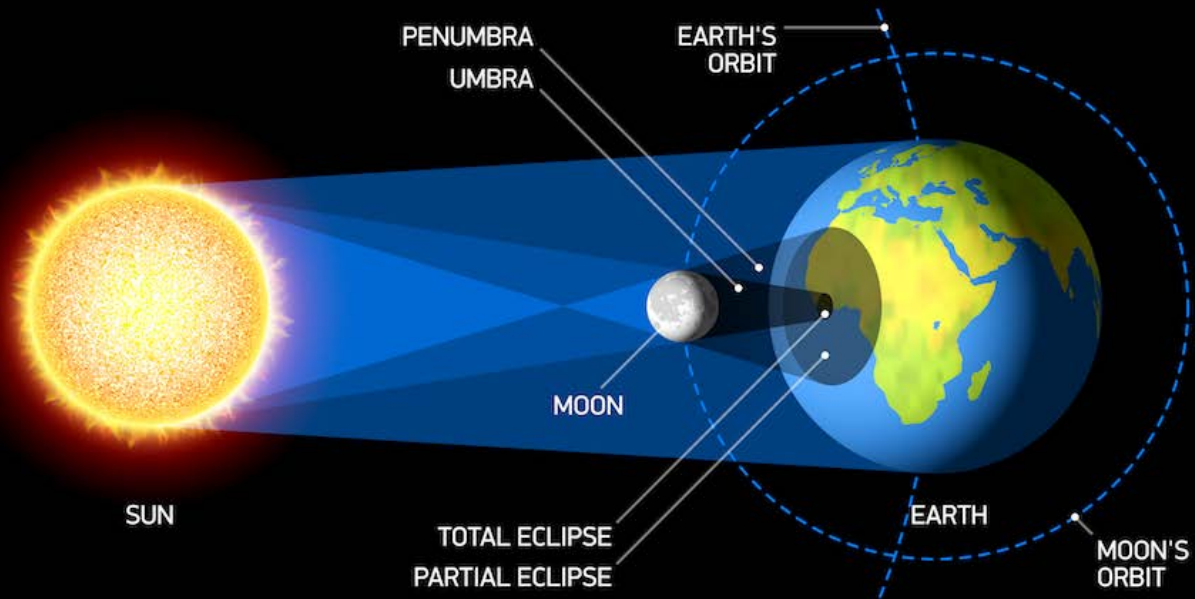
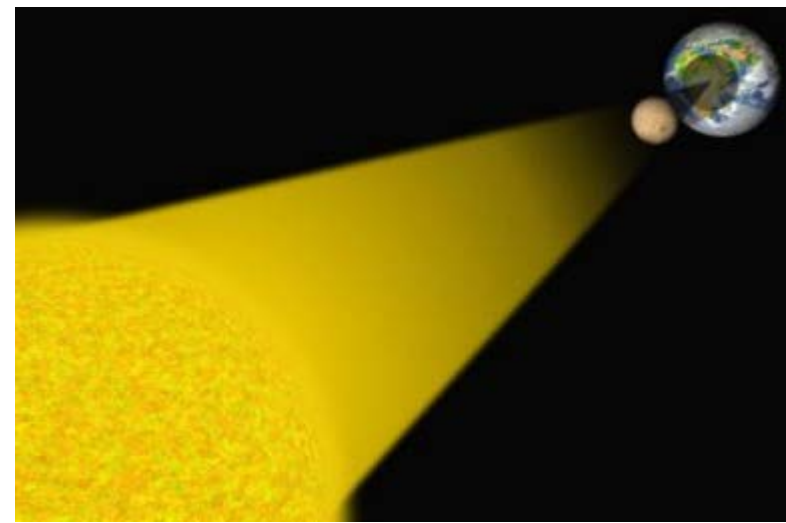


# Zatmění Slunce

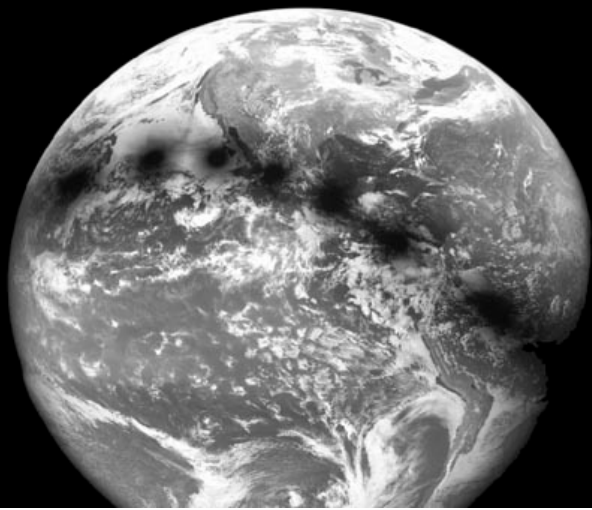
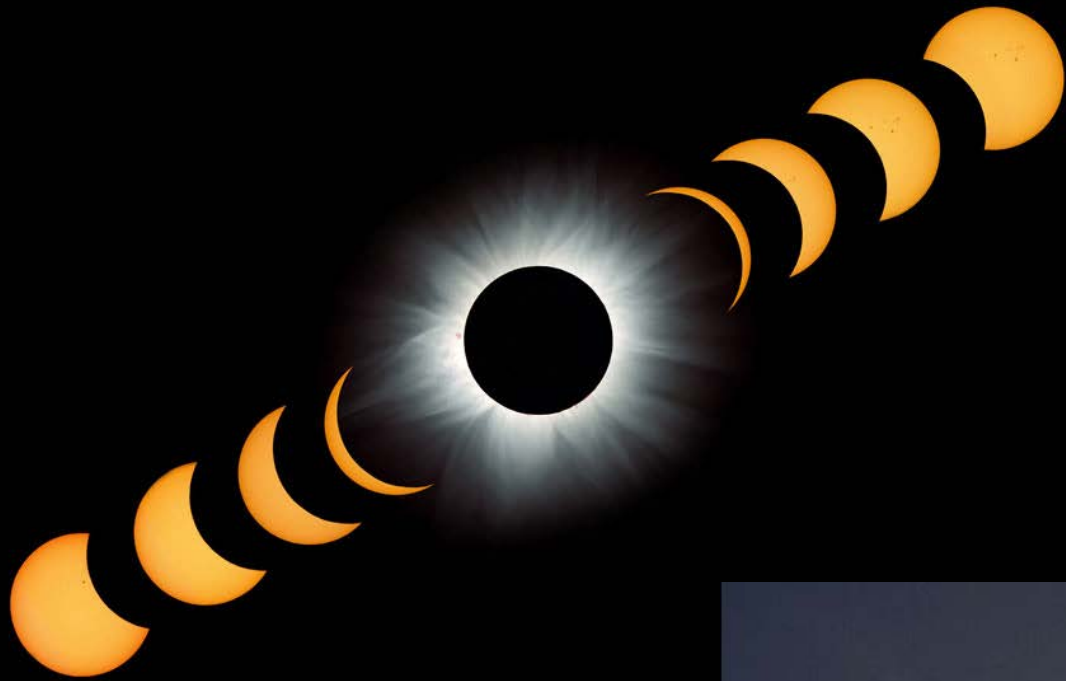
kdy? – Měsíc v novu, ale na spojnici Země a Slunce

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

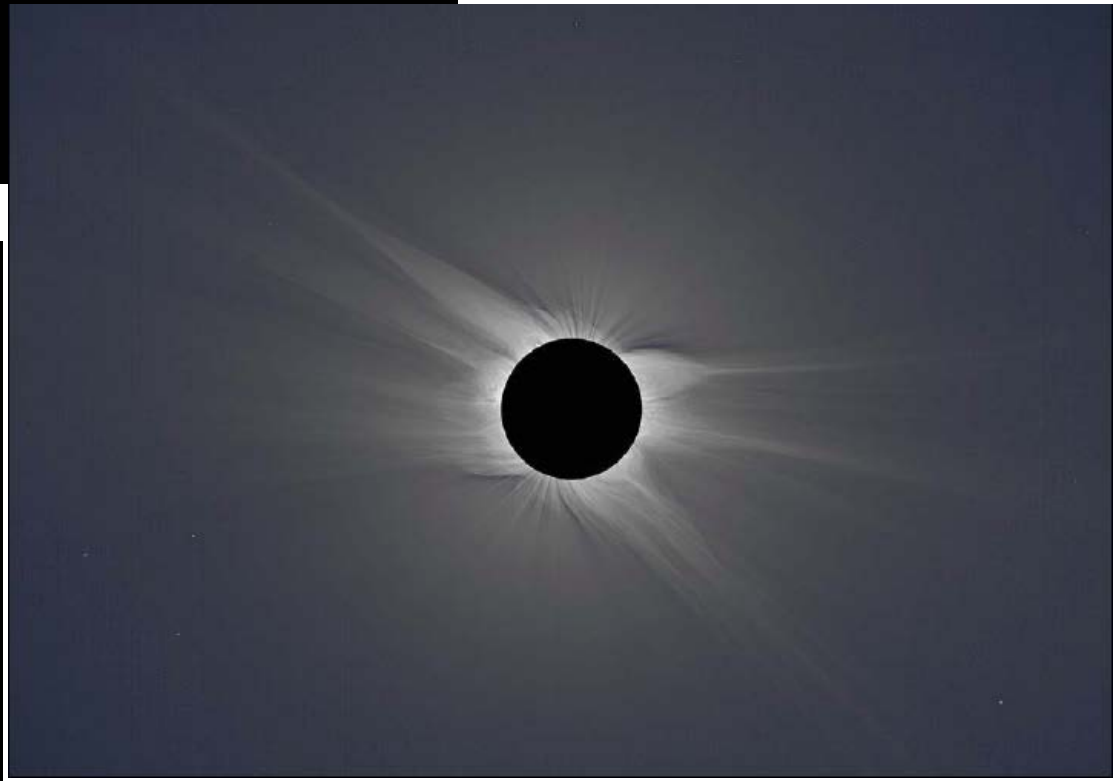
zajímavost: Kepler: stříbřitá aureola kolem Slunce = měsíční atmosféra nasvětlená zakrytým Sluncem (až do poloviny 19. století)





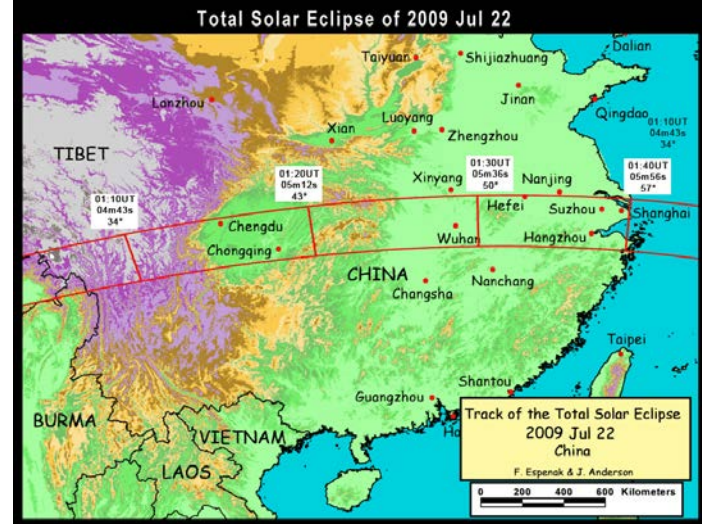


[www.MrEclipse.com](http://www.MrEclipse.com)





prof. Miloslav Druckmüller





## Úplná sluneční zatmění v letech do roku 2020

datum	UT	$R_0=1$	km	min:s	geogr. délka	geogr. šířka	viditelnost
2017-08-21	18:25	1,03	115	2:40	87,6° z. d.	37,0° s. š.	sev. Tichý oceán, USA, Atlantský oceán
2019-07-02	19:23	1,05	201	4:33	108,9° z. d.	17,4° j. š.	již. Tichý oceán, Chile, Argentina
2020-12-14	16:13	1,02	90	2:10	67,9° z. d.	40,3° j. š.	již. Tichý oceán, Argentina, již. Atlantik



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!



# Tanec planet

pro popis pohybu planet je důležitá zvolená vztažná soustava!

na obloze

## výskyt planet

u nás nikdy ne severním směrem  
a v zenitu

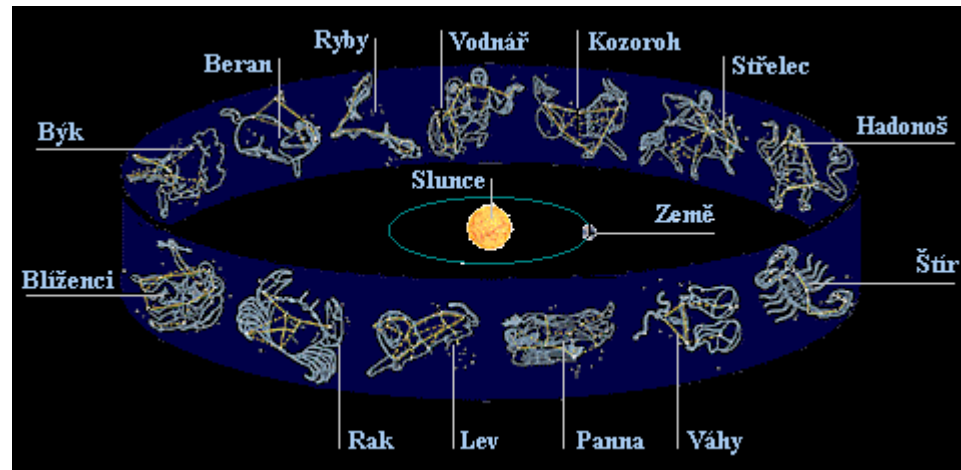
## pohyb planet

od východního obzoru přes jih  
k západnímu obzoru  
(v průběhu dne, noci)

na hvězdné obloze

vždy poblíž ekliptiky => v tzv.  
ekliptikálních souhvězdích

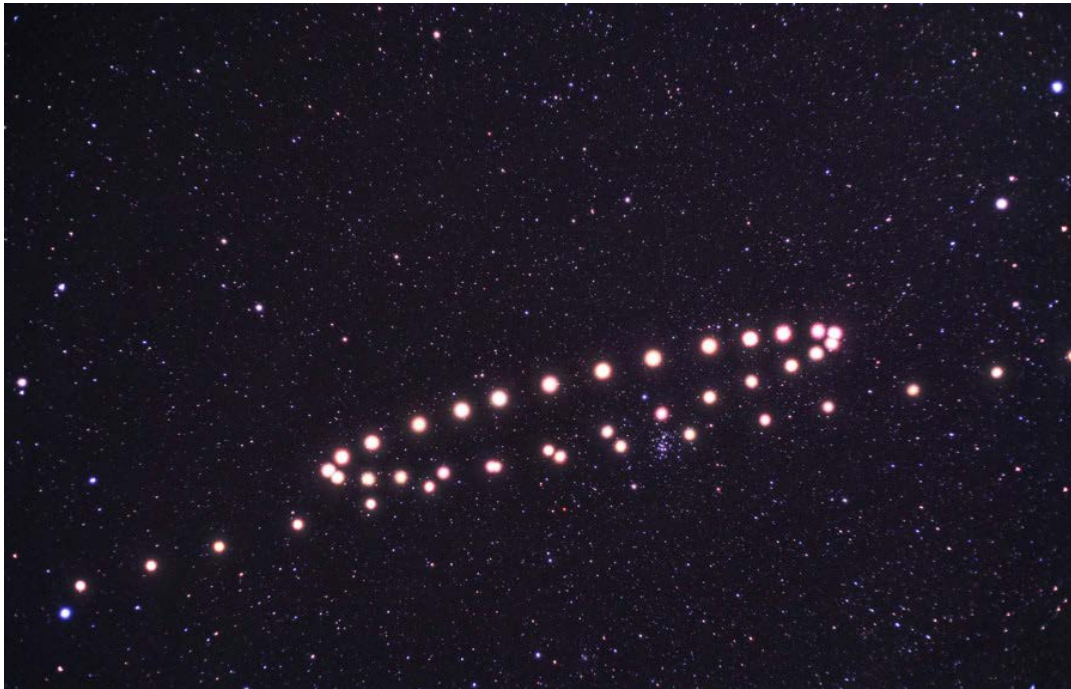
pomalý pohyb vůči hvězdnému  
pozadí, tvoří smyčky, kličky  
(v průběhu dnů, týdnů)



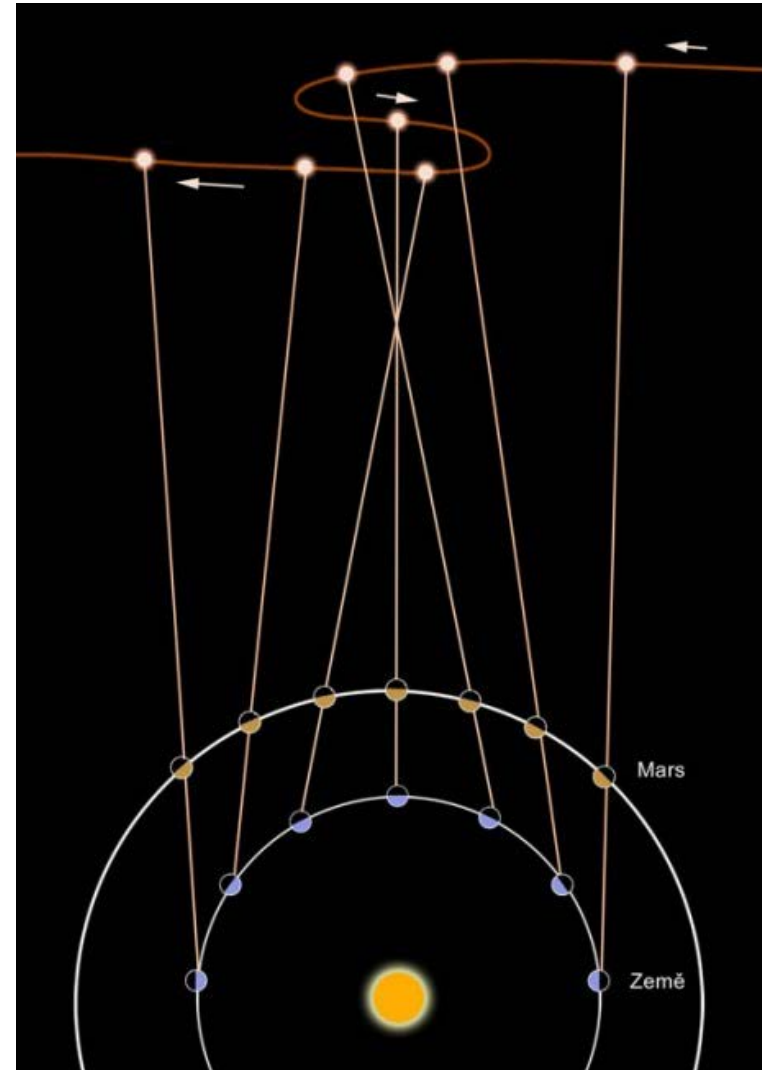


# Smyčky a kličky planet

Pohyb planet na hvězdné obloze – kličky, smyčky - skládáním pohybů sledované planety a Země



Smyčka, kterou vykonala planeta Mars mezi hvězdami souhvězdí Raka, v rozmezí od října 2009 do května roku 2010. Foto: Tunc Tezel.



# Aspekty

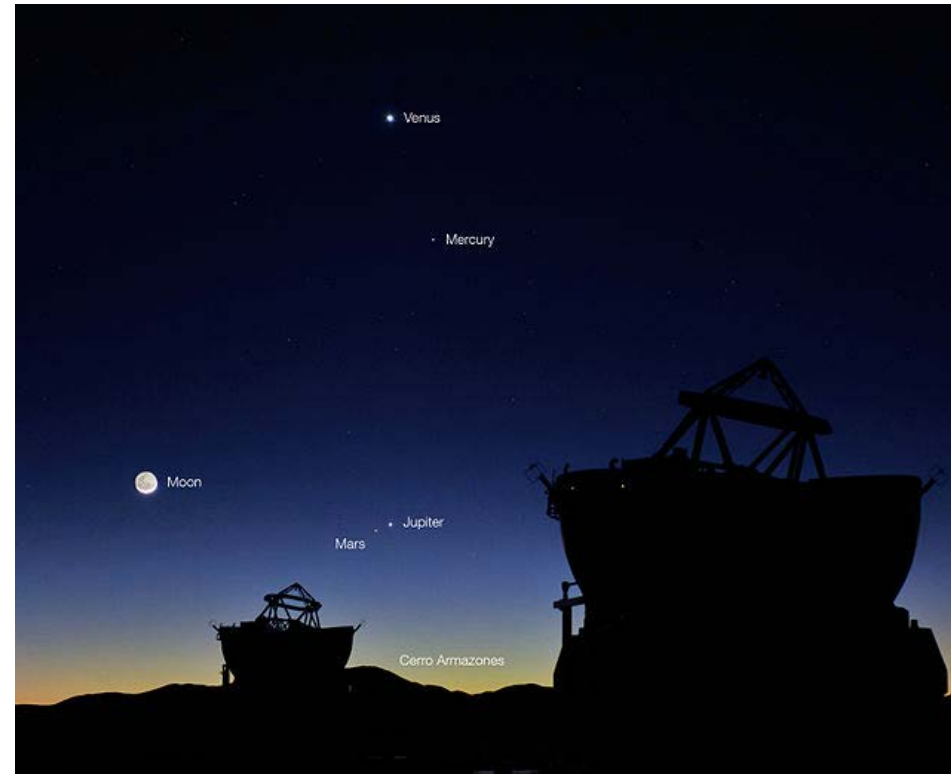
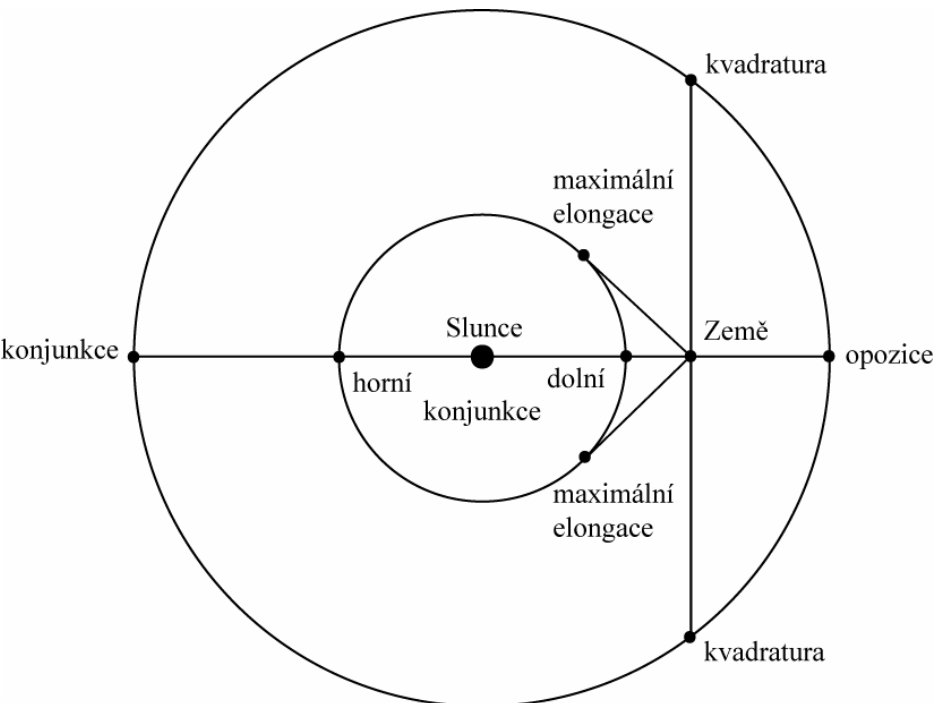
= významné polohy vůči Zemi a Slunci

**konjunkce** = dvě planety (obecně dvě různá tělesa) stejným směrem od Země, mají stejnou rektascenzi  $\alpha_1 = \alpha_2$

**opozice** = dvě tělesa v opačných směrech, rozdíl rektascenzí  $\Delta\alpha = 180^\circ = 12^h$ ; nedosažitelná pro vnitřní planety

**elongace** = obecná úhlová vzdálenost planety od Slunce

**kvadratura** = úhlová vzdálenost planety od Slunce  $90^\circ$





**Měsíc, Venuše, Jupiter**



## Některé z významných konjunkcí v následujících letech

Datum a čas	Planety	Poloha vůči Slunci
27. srpna 2016	Venuše 4' severně od Jupiteru	22.3° východně
5. října 2017	Venuše 13' severně od Marsu	23.4° západně
28. června 2017	Merkur 47' severně od Marsu	8.7° východně
16. září 2017	Merkur 3, severně od Marsu	16.9° západně
13. listopadu 2017	Venuše 17, severně od Jupiteru	13.8° západně
7. ledna 2018	Mars 13, jižně od Jupiteru	58.8° západně
21. prosince 2018	Merkur 52' severně od Jupiteru	20.1° západně
19. června 2019	Merkur 14' severně od Marsu	24.4° východně



# Kosmické divadlo může zaujmout nejen člověka!



**Děkuji za pozornost!**