



Astronomický proseminář II

Zatmění Slunce a Měsíce, optické jevy v atmosféře

Zákryty Měsícem

- pohyb Měsíce po hvězdné obloze
- za hodinu se posune o 30'
- pohybuje se v pásu širokém asi 11°

zákryty hvězd Měsícem

zákryty planet Měsícem

zatmění Slunce



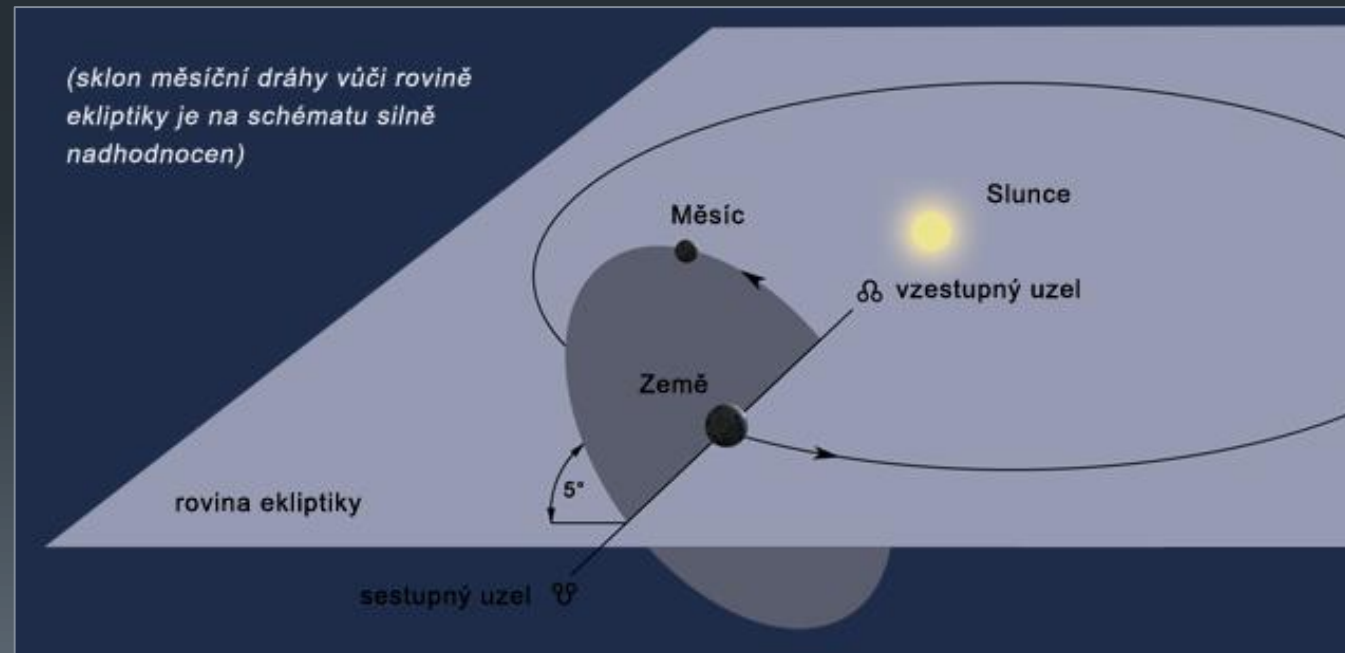
Sklon dráhy Měsíce

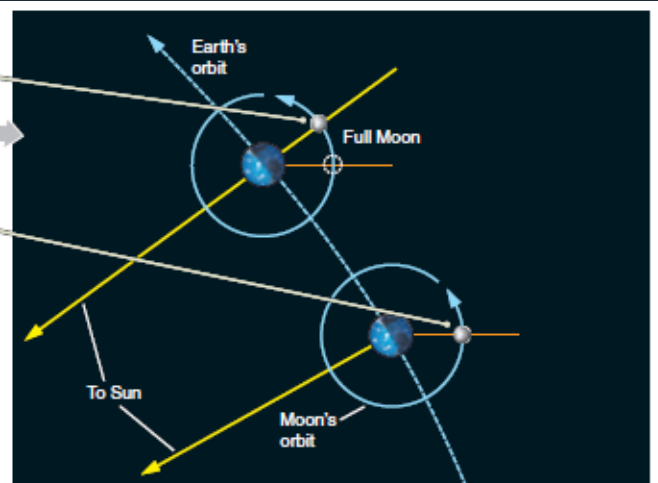
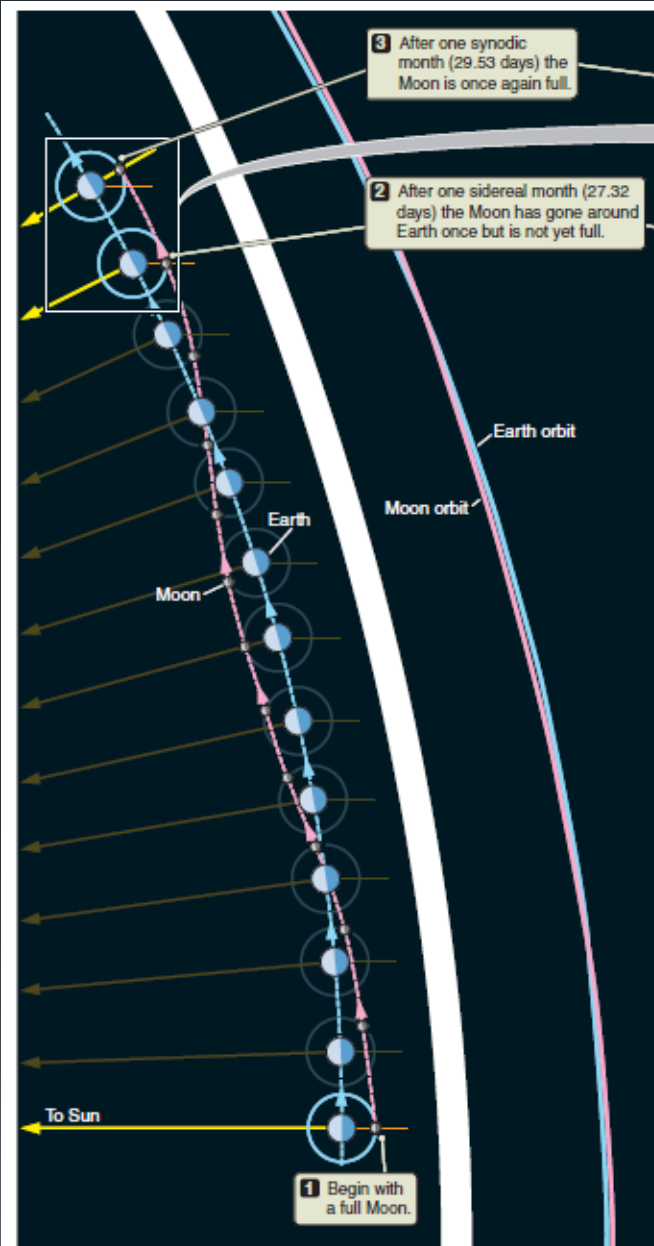
ekliptika – rovina definována polohou dráhy Země kolem Slunce

sestupný a vzestupný uzel

– průsečík dráhy tělesa s ekliptikou

sklon dráhy Měsíce k ekliptice asi $5,15^\circ$







zatmění Slunce

perioda Saros

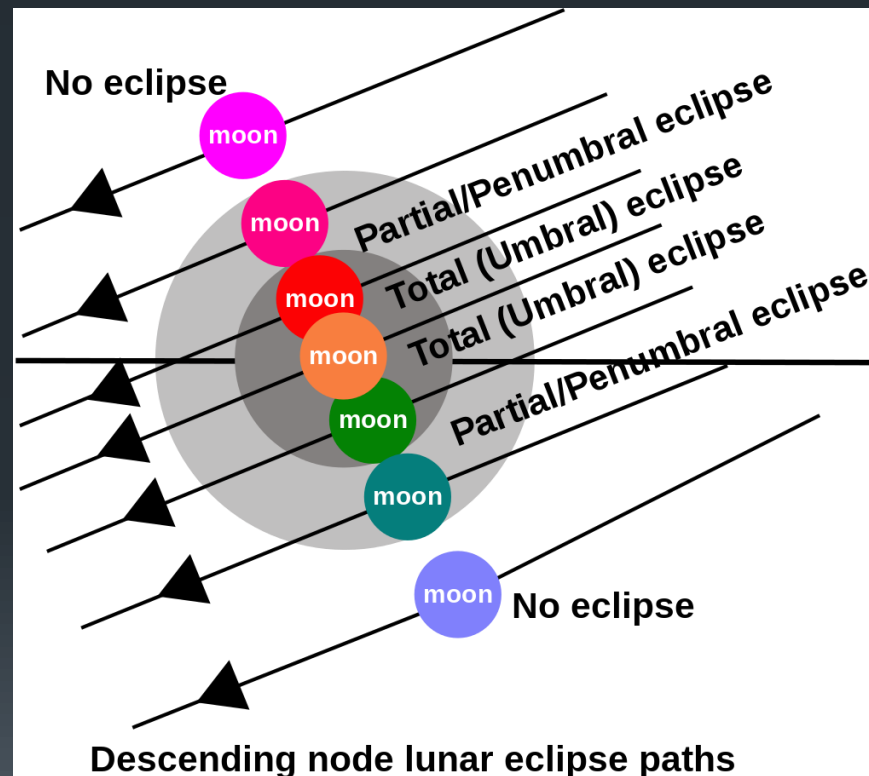
zatmění Slunce a Měsíce se periodicky opakují
v cyklu 6585 dní, 7 hod 42 min (18 let a 11 dnů)
nastává 70 zatmění, 41 slunečních a 29 měsíčních

v následujícím cyklu nastane průchod uzlem
asi o hodinu později

větší přesnost dávají delší cykly (21 144 dnů, asi 58 let)

četnost zatmění Slunce a zatmění Měsíce

úplné zatmění Měsíce ze všech míst, kde je nad obzorem
úplné zatmění Slunce z pásu totality o šířce max. 270 km



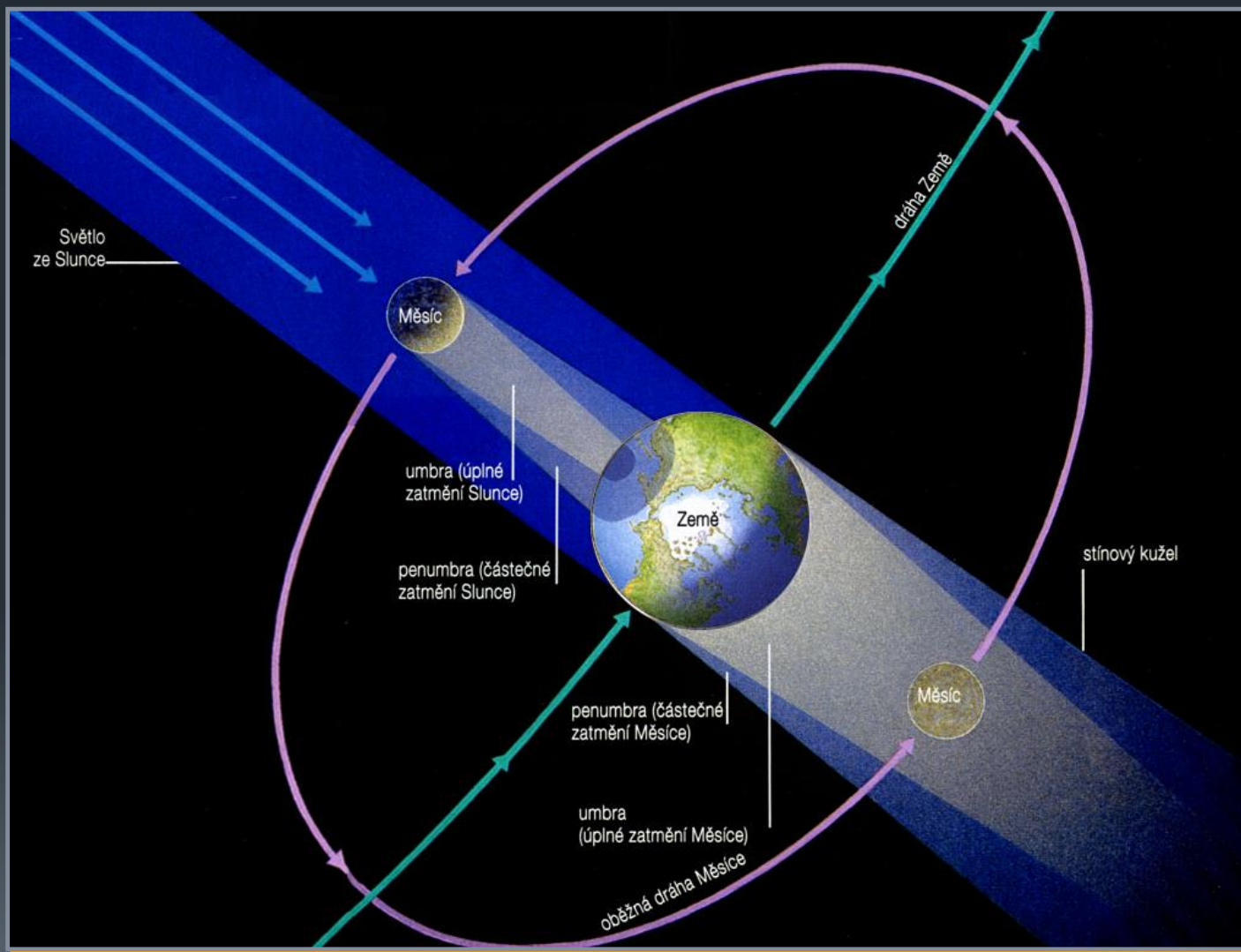
úplné zatmění Měsíce
max. 1 hod 44 min

úplné zatmění Slunce
max. 7 min 31 s

<http://astro.sci.muni.cz/zatmeni/>

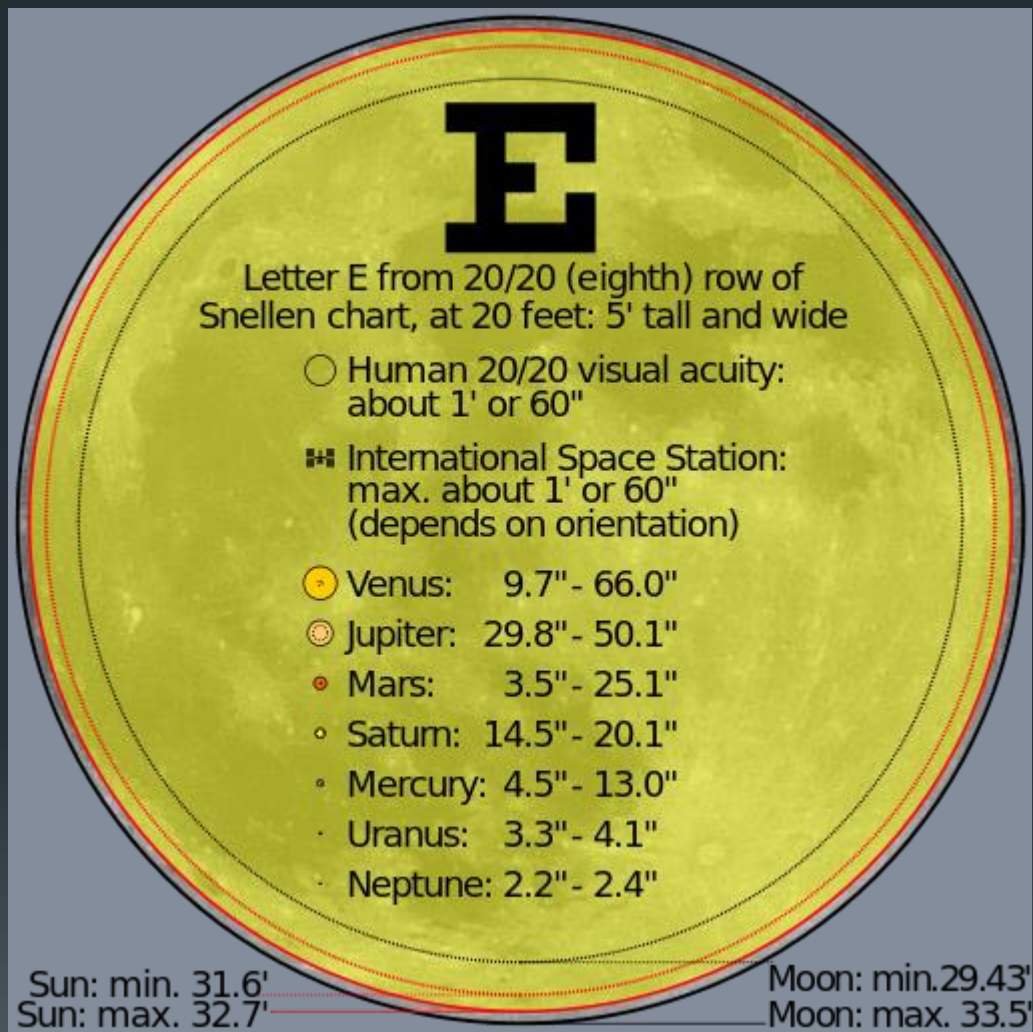
úplné zatmění Slunce u nás 7. října 2135

Zatmění Slunce a Měsíce

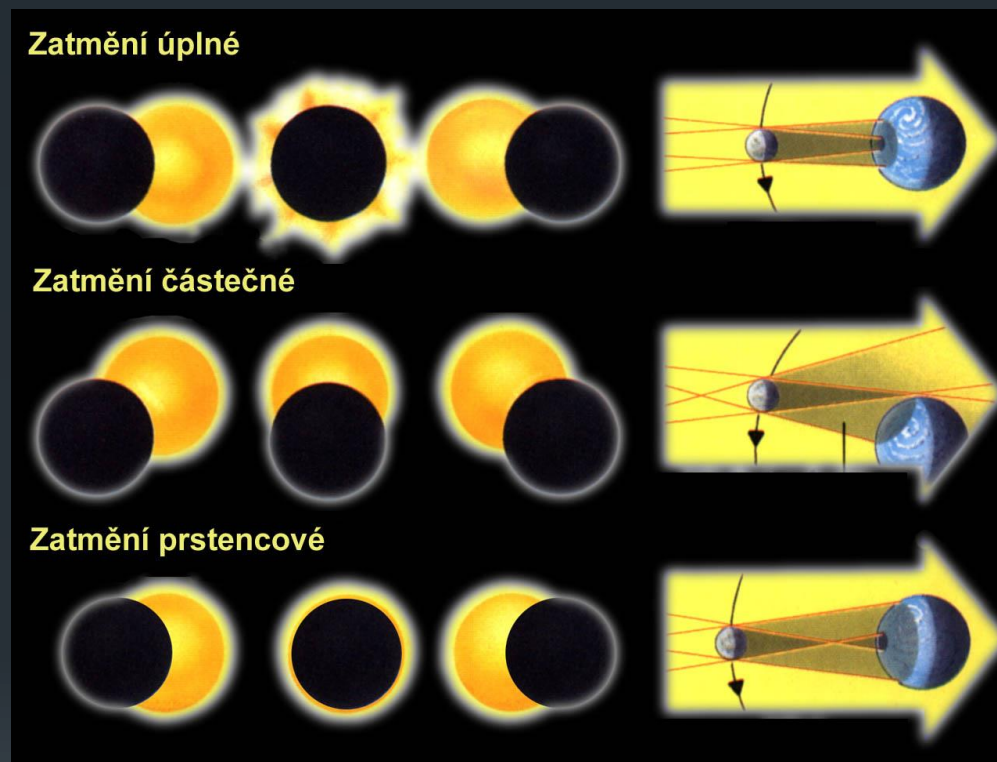


Stejná úhlová velikost Slunce a Měsíce

průměr Měsíce je 400x menší než průměr Slunce
Měsíc je 400x blíže k Zemi než Slunce



Typy zatmění Slunce



Měsíc obíhá kolem Země po eliptické dráze
v rozmezí 356 375 až 406 720 km

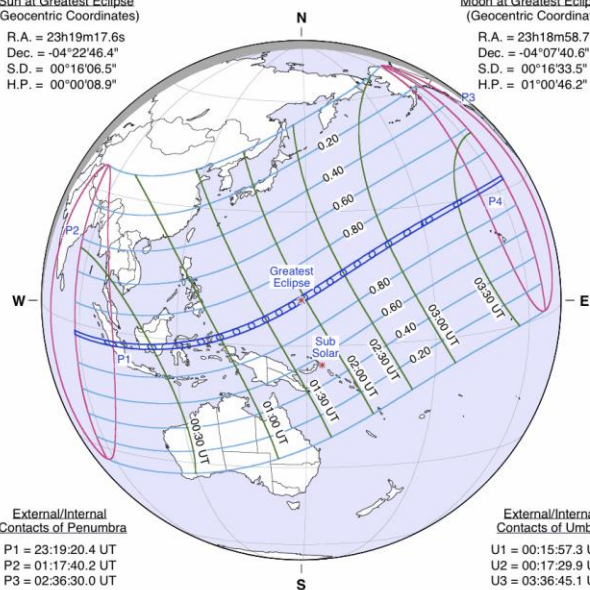
Zatmění Slunce z oběžné dráhy

Total Solar Eclipse of 2016 Mar 09

Ecliptic Conjunction = 01:55:37.5 TD (= 01:54:29.5 UT)
 Greatest Eclipse = 01:58:19.5 TD (= 01:57:11.5 UT)
 Eclipse Magnitude = 1.0450 Gamma = 0.2609
 Saros Series = 130 Member = 52 of 73

Sun at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)
 R.A. = 23h19m17.6s
 Dec. = -04°22'46.4"
 S.D. = 00°16'06.5"
 H.P. = 00°00'08.9"

Moon at Greatest Eclipse
 (Geocentric Coordinates)
 R.A. = 23h18m58.7s
 Dec. = -04°07'40.6"
 S.D. = 00°16'33.5"
 H.P. = 01°00'46.2"



External/Internal
 Contacts of Penumbra
 P1 = 23:19:20.4 UT
 P2 = 01:17:40.2 UT
 P3 = 02:36:30.0 UT
 P4 = 04:34:55.4 UT

Constants & Ephemeris
 $\Delta T = 67.9$ s
 $k_1 = 0.2725076$
 $k_2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0^\circ$ $\Delta l = 0.0^\circ$
 Eph. = JPL DE405

Circumstances at Greatest Eclipse: 01:57:11.5 UT
 Lat. = 10°07.3'N Sun Alt. = 74.8°
 Long. = 148°47.6'E Sun Azm. = 162.5°
 Path Width = 155.1 km Duration = 04m09.5s

Circumstances at Greatest Duration: 01:56:52.0 UT
 Lat. = 10°04'N Sun Alt. = 74.8°
 Long. = 148°42'E Duration = 04m09.5s



External/Internal
 Contacts of Umbra
 U1 = 00:15:57.3 UT
 U2 = 00:17:29.9 UT
 U3 = 03:36:45.1 UT
 U4 = 03:38:20.7 UT

Geocentric Libration
 (Optical + Physical)
 $l = -2.73^\circ$
 $b = -0.34^\circ$
 $c = -24.56^\circ$
 Brown Lun. No. = 1153

F. Espenak, NASA's GSFC
 eclipse.gsfc.nasa.gov
 2014 Feb 22

11 Aug 1999 09:30



Annular Solar Eclipse of 2016 Sep 01

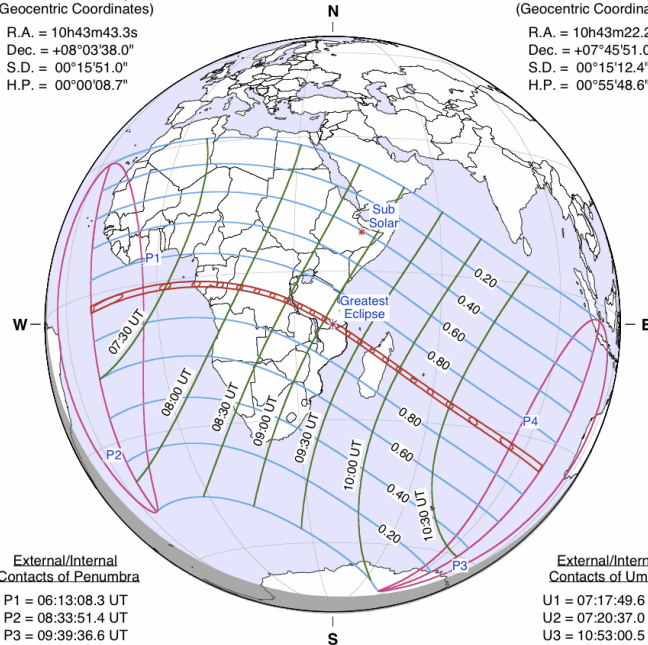
Ecliptic Conjunction = 09:04:14.2 TD (= 09:03:06.1 UT)
 Greatest Eclipse = 09:08:02.0 TD (= 09:06:53.9 UT)
 Eclipse Magnitude = 0.9736 Gamma = -0.3330
 Saros Series = 135 Member = 39 of 71

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h43m43.3s
 Dec. = +08°03'38.0"
 S.D. = 00°15'51.0"
 H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h43m22.2s
 Dec. = +07°45'51.0"
 S.D. = 00°15'12.4"
 H.P. = 00°55'48.6"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 06:13:08.3 UT
 P2 = 08:33:51.4 UT
 P3 = 09:39:36.6 UT
 P4 = 12:00:40.5 UT

Constants & Ephemeris

$\Delta T = 68.1$ s
 $k1 = 0.2725076$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$
 Eph. = JPL DE405

Circumstances at Greatest Eclipse: 09:06:53.9 UT

Lat. = 10°40.9'S Sun Alt. = 70.5°
 Long. = 037°45.7'E Sun Azm. = 16.4°
 Path Width = 99.7 km Duration = 03m05.6s

Circumstances at Greatest Duration: 09:05:09.7 UT

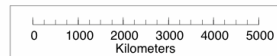
Lat. = 10°26'S Sun Alt. = 70.5°
 Long. = 037°21'E Duration = 03m05.6s

External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 07:17:49.6 UT
 U2 = 07:20:37.0 UT
 U3 = 10:53:00.5 UT
 U4 = 10:55:53.7 UT

Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = 4.78^\circ$
 $b = 0.39^\circ$
 $c = 23.61^\circ$
 Brown Lun. No. = 1159



F. Espenak, NASA's GSFC
 eclipse.gsfc.nasa.gov
 2014 Feb 22

Total Solar Eclipse of 2017 Aug 21

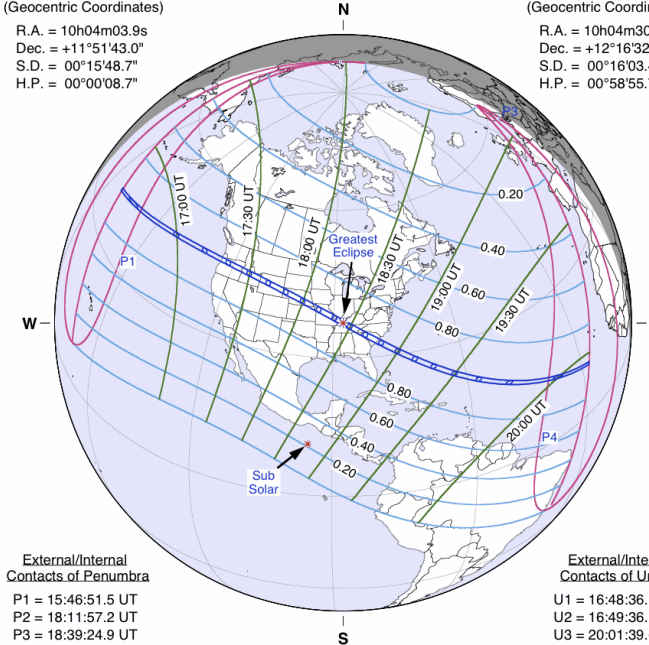
Ecliptic Conjunction = 18:31:19.6 TD (= 18:30:11.2 UT)
 Greatest Eclipse = 18:26:40.3 TD (= 18:25:31.8 UT)
 Eclipse Magnitude = 1.0306 Gamma = 0.4367
 Saros Series = 145 Member = 22 of 77

Sun at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h04m03.9s
 Dec. = +11°51'43.0"
 S.D. = 00°15'48.7"
 H.P. = 00°00'08.7"

Moon at Greatest Eclipse (Geocentric Coordinates)

R.A. = 10h04m30.6s
 Dec. = +12°16'32.8"
 S.D. = 00°16'03.4"
 H.P. = 00°58'55.7"



External/Internal Contacts of Penumbra

P1 = 15:46:51.5 UT
 P2 = 18:11:57.2 UT
 P3 = 18:39:24.9 UT
 P4 = 21:04:23.5 UT

Constants & Ephemeris

$\Delta T = 68.4$ s
 $k1 = 0.2725076$
 $k2 = 0.2722810$
 $\Delta b = 0.0''$ $\Delta l = 0.0''$
 Eph. = JPL DE405

Circumstances at Greatest Eclipse: 18:25:31.8 UT

Lat. = 36°58.0'N Sun Alt. = 63.9°
 Long. = 087°40.3'W Sun Azm. = 197.9°
 Path Width = 114.7 km Duration = 02m40.1s

Circumstances at Greatest Duration: 18:21:49.2 UT

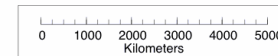
Lat. = 37°35'N Sun Alt. = 63.8°
 Long. = 089°07'W Duration = 02m40.2s

External/Internal Contacts of Umbra

U1 = 16:48:36.1 UT
 U2 = 16:49:36.1 UT
 U3 = 20:01:39.6 UT
 U4 = 20:02:34.4 UT

Geocentric Libration (Optical + Physical)

$l = 4.64^\circ$
 $b = -0.57^\circ$
 $c = 21.90^\circ$
 Brown Lun. No. = 1171



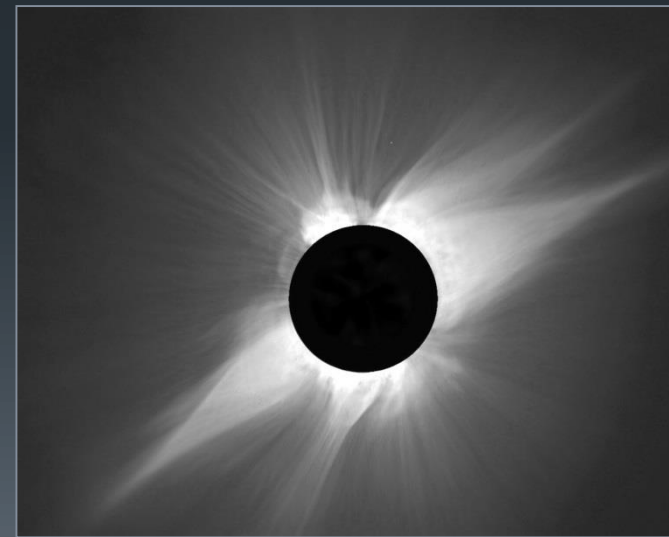
F. Espenak, NASA's GSFC
 eclipse.gsfc.nasa.gov
 2014 Feb 22

úkazy při zatmění Slunce

diamantový prsten

Bailyho perly

koróna



Petr Horálek



- <https://www.petrhoralek.com/?p=22916>

zatmění Měsíce

zabarvení Měsíce při zatmění

zabarvení je způsobeno
rozptylem slunečního světla
v zemské atmosféře

odstín a sytost závisí
na přítomnosti ozónu, prachu
a vulkanických aerosolů
v horních vrstvách atmosféry.



<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/LEplot/LEplot2001/LE2018Jul27T.pdf>

zatmění a zákryty

- [zatmění pozorovatelná z ČR](#)
- [stránky věnované zatměním](#)
- <http://www.zam.fme.vutbr.cz/~druck/eclipse/>



optické jevy v atmosféře

- Na rozdíl od scintilace a seeingu je celá řada atmosférických optických jevů, které mohou mít i astronomové v oblibě. Pravda, většina z nich je pozorovatelná především ve dne, kdy nijak neovlivňují astronomická pozorování.
- Nejnápadnějším takovým jevem jsou **duhy**, které mohou vzniknout po průchodu slunečního světla vrstvou atmosféry, jež obsahuje dostatečný počet vodních kapek. K rozložení světla na jednotlivé barevné složky dojde po jednoduchém nebo vícenásobném vnitřním odrazu světla od povrchu kapek.
- Právě jedním odrazem vzniká hlavní duha, dvojnásobným pak vedlejší duha a ve velmi vzácných případech je možné spatřit i terciální duhu, jež se vytváří po třech vnitřních odrazech. Celkový vzhled duhy záleží na velikosti kapek deště, na kterých se tvoří. Asi nejvýrazněji působí duha vytvořená kapkami s průměrem jednoho milimetru, naopak pokud jsou kapičky menší než dvě setiny milimetru, vypadá duha jako bílý pruh.
- <http://ukazy.astro.cz/duha-princip.php>



- Jiným zajímavým jevem je tzv. **koróna**. Vypadá jako soustava barevných kroužků kolem Slunce nebo Měsíce. Opět se jedná o důsledek průchodu světla oblastí bohatou na malé vodní kapičky shodné velikosti.
- Obdobně je tomu u tzv. **glórie**, jež není tak výrazná a projevuje se jako opačný sled barev kolem stínu vrženého postavou nebo předmětem na níže ležící oblačnost. Vzniká zpětným rozptylem na velkém množství malých vodních kapek

koróna



glórie



- Pokud občas při svých pozorováních sledujete také oblačnost, docela jistě jste si povšimli, že někdy mají okraje mraků barevný nádech, v některých případech přímo „hrají“ duhovými barvami. Jedná se o tzv. **irizaci**, jež vzniká ohybem a interferencí slunečního světla na vodních kapičkách.
- Velmi zvláštním a vzácným úkazem jsou **noční svítící oblaky**. Nacházejí se ve výšce zhruba sedmdesáti kilometrů nad povrchem Země, což umožňuje jejich osvětlení slunečním světlem ještě dlouho po západu Slunce na daném pozorovacím stanovišti.
- Dokonce v době kolem letního slunovratu, kdy v našich zeměpisných šířkách Slunce nezapadá níže pod obzor než 18 úhlových stupňů, mohou být vidět až do půlnoci. Tvorba takové oblačnosti je obestřena řadou nejasností. Může se jednat o shluky prachových částic z meziplanetárního prostoru, ale je také docela možné, že jsou to ledové krystalky vytvořené fotochemickými reakcemi v tak velkých výškách.



irizace

- Celá plejáda atmosférických optických úkazů vznikajících na ledových krystalcích rozptýlených ve vzduchu se skrývá pod souhrnným označením **halové jevy**. Tyto jevy mohou být pozorovatelné jak kolem Slunce, tak kolem Měsíce.



název halového jevu	popis, označení na obrázku	počet dní s výskytem/rok
malé halo	duhově zbarvená kružnice (nebo její část) kolem Slunce v úhlové vzdálenosti 22 stupňů od Slunce (a)	209
velké halo	obdoba malého hala, ale úhlová vzdálenost od slunečního disku je 46 stupňů (b)	18
horizontální kruh	„pruh“ ve shodné výšce nad obzorem v jaké se nalézá Slunce, jež je „rovnoběžný“ s obzorem (c)	13
halový sloup	vertikální pruh pozorovatelný nad a pod slunečním diskem (d)	34
vedlejší slunce malého hala	zřetelná zjasnění, jež se nacházejí v úhlové vzdálenosti 22 stupňů vlevo a vpravo od Slunce (e)	71
Lowitzovy oblouky	jsou orientovány od vedlejších sluncí malého hala šikmo dolů (f)	3
vedlejší slunce	zjasnění, jež se nalézají na horizontálním kruhu ve vzdálenosti 120 stupňů od slunečního kotouče (g)	1
dotykové oblouky malého hala	světlé oblouky u horní nebo u dolní části malého hala (h)	59
Parryho oblouk	nevýrazný oblouk nad malým halem (i)	
dotykové oblouky velkého hala	obdoba dotykových oblouků malého hala, jen geometrické uspořádání je jiné, spodní bývají pod obzorem (j)	1
protislunce	jedná se o vzácný případ vedlejšího slunce ve vzdálenosti 180 stupňů od skutečného slunečního kotouče (k)	1
horní cirkumzenitální oblouk	světlý pruh dotýkající se horní části velkého hala (l)	31







- Neodstranitelný vliv má na vaše pozorování také tzv. atmosférická extinkce, která zahrnuje vliv rozptylu a absorpce záření při průchodu atmosférou. Nejvíce se projevuje poblíž obzoru a je závislá i na vlnové délce záření.
- Pokud si budete plánovat nějaká astronomická pozorování, pak sledujte i předpověď počasí a večer před pozorováním i snímky z meteorologických družic na internetu.
- Pokud pomíneme vlivy místního mikroklimatu, získáme tak docela dobrý přehled o tom, jak se počasí bude v průběhu noci vyvíjet. Jedná se především o vývoj oblačnosti, vývoj ostatních vlivů (scintilace, seeingu, extinkce atd.) lze předvídat jen velmi obtížně nebo vůbec.

...::: konec ... konec :::...

fotometeory

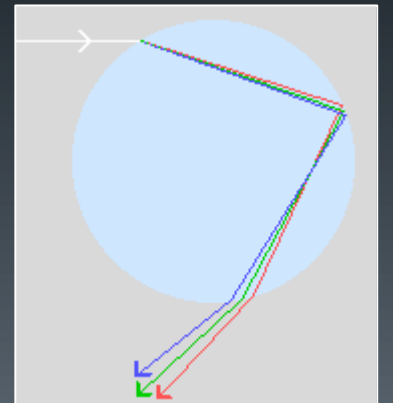
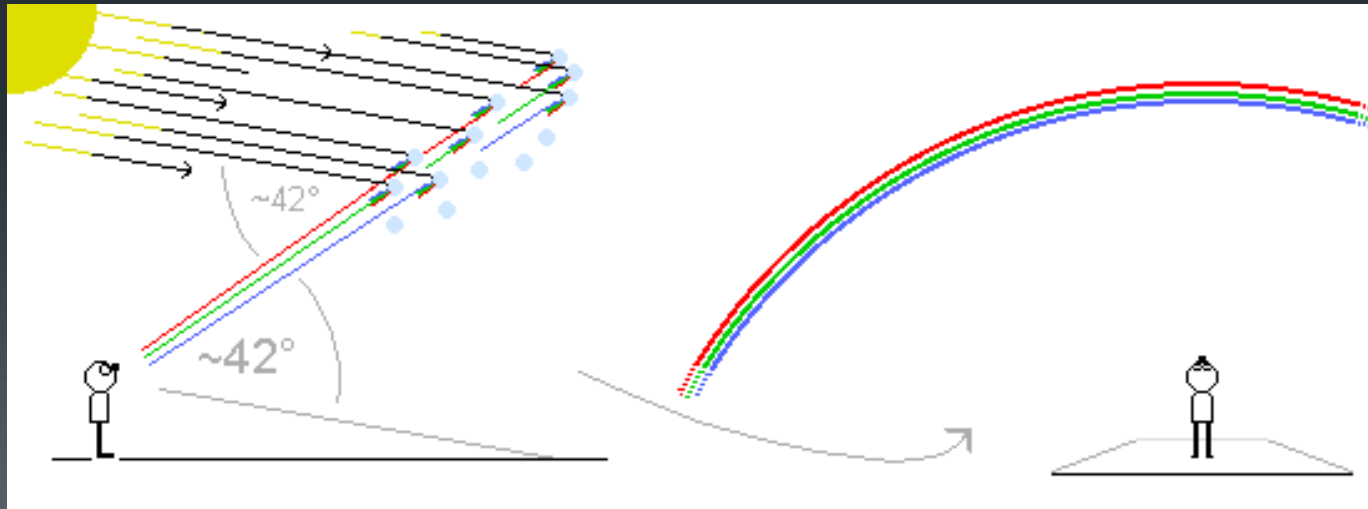
- DUHY
- KORÓNY
- GLÓRIE
- IRIZACE OBLAKŮ
- HALOVÉ JEVY
- SOUMRAKOVÉ JEVY



Z fyzikálního hlediska se jedná vždy o některý z těchto jevů:

1. odraz světla na sférické kapce,
 2. lom bez vnitřních odrazů,
 3. lom s vnitřními odrazy
- na dostatečně velkých kapkách vody

duhy



duhy

Závislost vzhledu duhy na velikosti kapek:

Poloměr kapky	Popis vzhledu duhy
0,5 – 1 mm	Široký fialový pruh, jasně patrná zelená a červená
0,25 mm	Slabší červená barva
0,1 – 0,15 mm	Široký pás duhy bez červené barvy
0,04 – 0,05 mm	Široký a poměrně bledý pás duhy, nejvýraznější fialová
0,03 mm	Bílý pruh v hlavní duze
< 0,025 mm	Tzv. duha v mlze, jeví se jako bílý pruh



- [video](#)
- [další snímky](#)

koróny

- soustava barevných kroužků kolem plošného zdroje (Slunce, Měsíc atp.)



glórie

- zpětný rozptyl světla na velmi malých vodních kapičkách



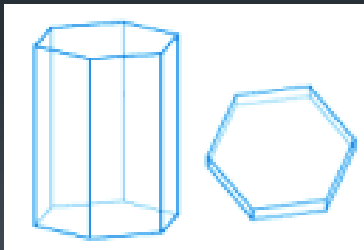
irizace oblaků

- vzniká ohybem a interferencí slunečních paprsků na kapičkách oblačnosti



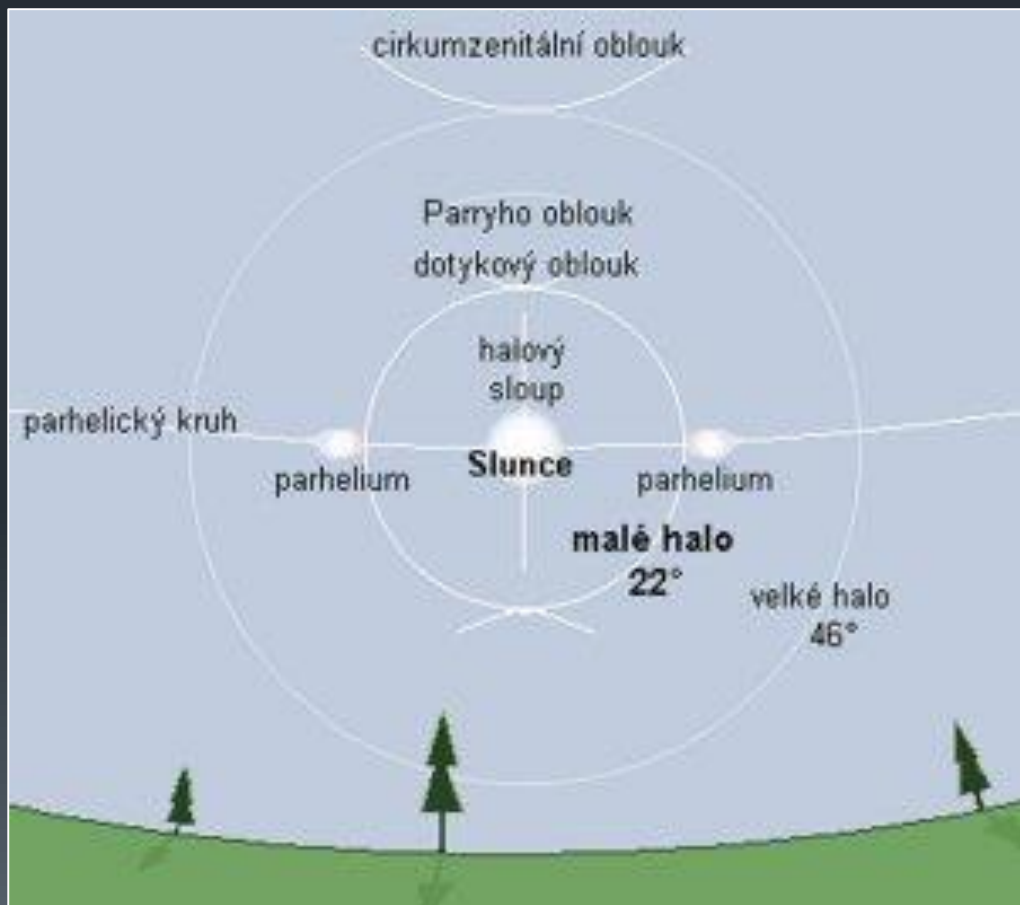
halové jevy

- velká skupina optických úkazů, které vznikají lomem a odrazem slunečního (měsíčního) světla **na ledových krystalcích**



halové jevy

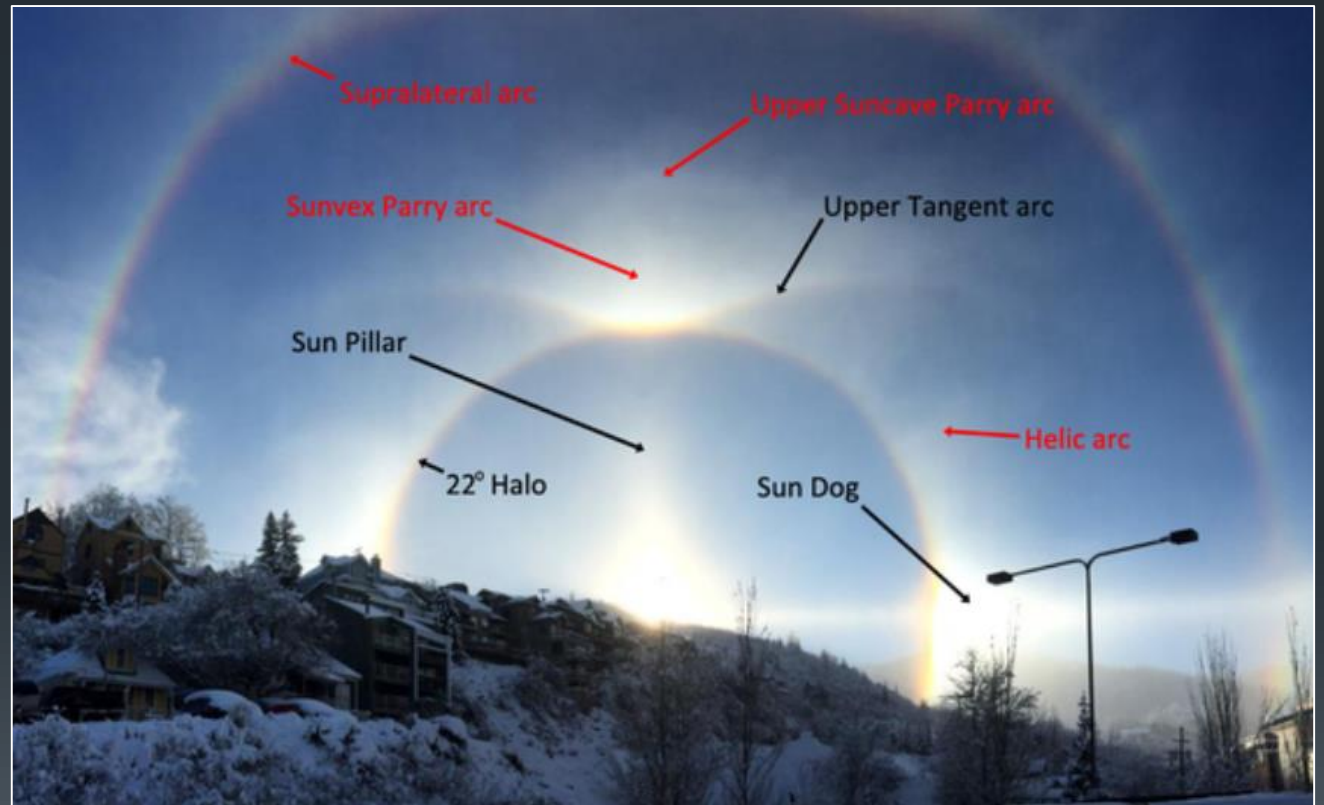
Četnost výskytu:



Halový jev	počet dní / rok
Malé halo	209
Vedlejší slunce malého hala	71
Hor. nebo dol. dotyk. oblouk MH	59
Halový sloup	34
Cirkumzenitální oblouk	31
Velké halo	18
Horizontální kruh nebo části	13
Lowitzovy oblouky	3
Dotykové oblouky VH	1
Vedlejší slunce 120°	1
Protislunce	1

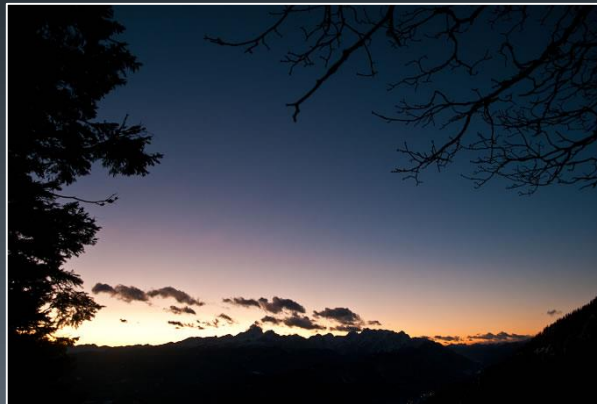
halové jevy

- Malé halo
- Vedlejší slunce malého hala
- Hor. nebo dol. dotykový oblouk MH
- Halový sloup
- Cirkumzenitální oblouk
- Velké halo
- Horizontální kruh nebo části
- Lowitzovy oblouky
- Dotykové oblouky VH
- Vedlejší slunce 120°
- Protislunce
- [závislost na výšce Slunce](#)
- [galerie](#)
- [video - halové jevy na horách](#)



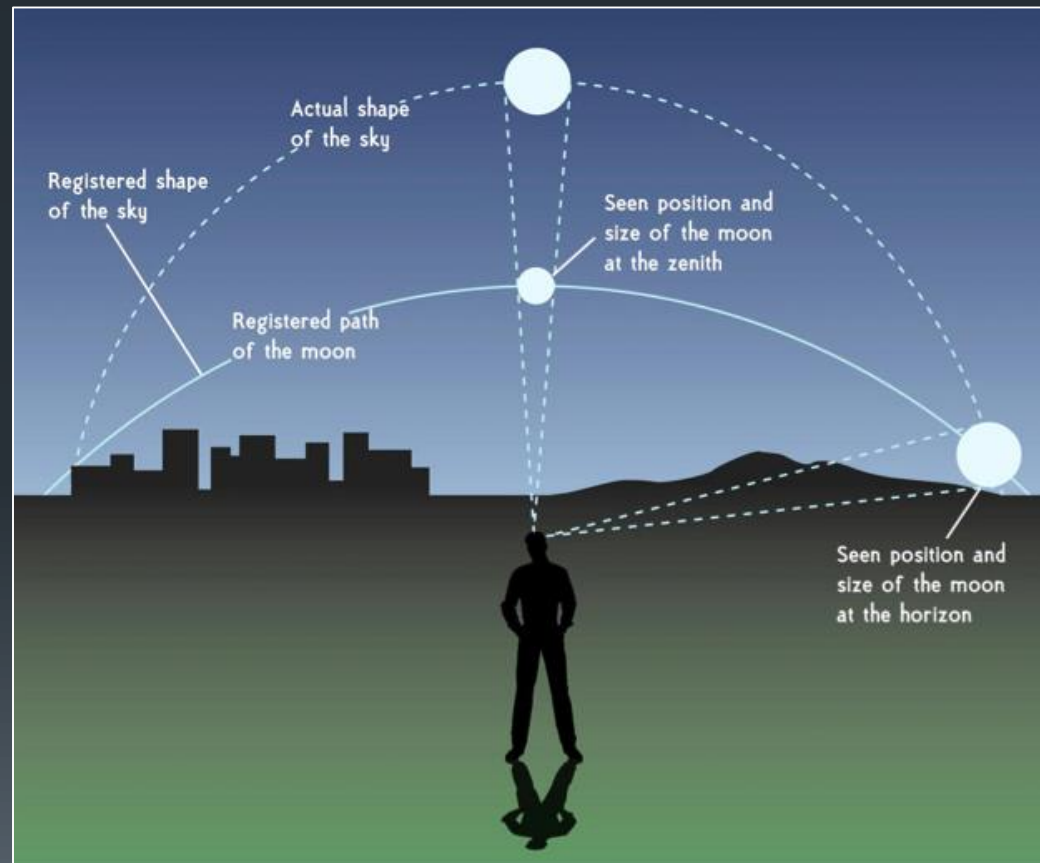
soumrakové jevy

- Občanský, nautický a astronomický soumrak - [výpočet](#)
- Fialová záře
- Zelený paprsek
- Soumrakový oblouk
- Soumrakové paprsky



měsíční iluze

- vysvětlení?



noční svítící oblaka



další optické úkazy

- BLESKY
- ELIÁŠŮV OHEŇ
- POLÁRNÍ ZÁŘE
- TYNDALLŮV JEV
- BISHOPŮV KRUH
- METEORY



blesky

- Čárový blesk
- Rozvětvený blesk
- Kulový blesk
- Blýskavice



červení skřítki

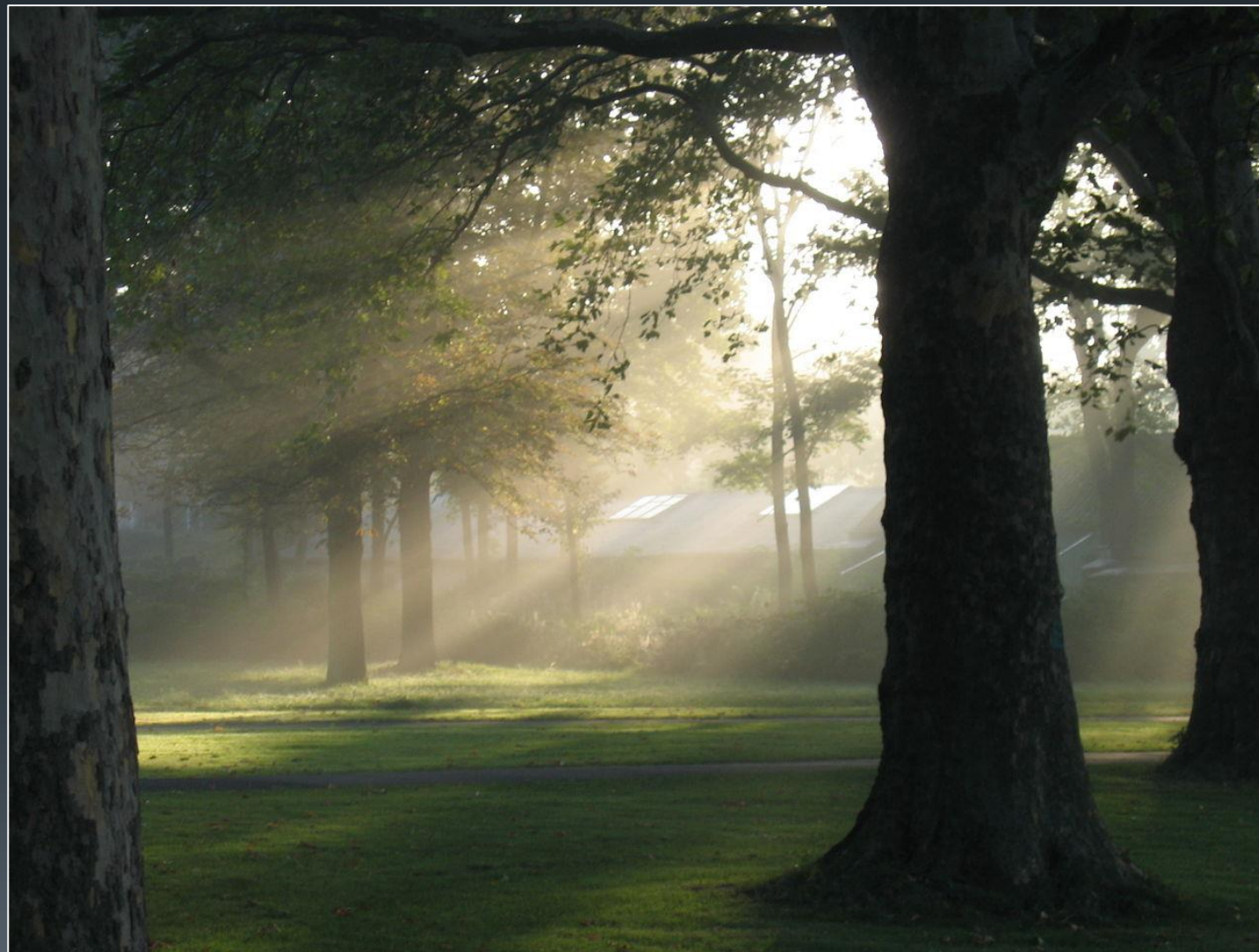


nadoblačné blesky

Eliášův oheň



Tyndallúv jev



Bishopův kruh

- [Podrobněji](#)



aurora (borealis/australis)

- [video](#)
- [info](#)



meteory



Použité a doporučené informační zdroje

- Jan Bednář: Pozoruhodné jevy v atmosféře, Academia, 1989
- Jan Bednář: Meteorologie, Portál, 2003
- <http://ukazy.astro.cz/>
- http://www.ursus.cz/pocasi/fotoatlas_pocasi/fotoatlas_pocasi.html