



# Astronomický proseminář II

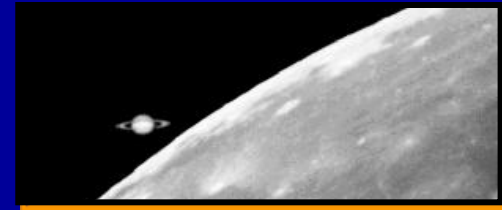
Zatmění Slunce a Měsíce, optické jevy v atmosféře

# 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



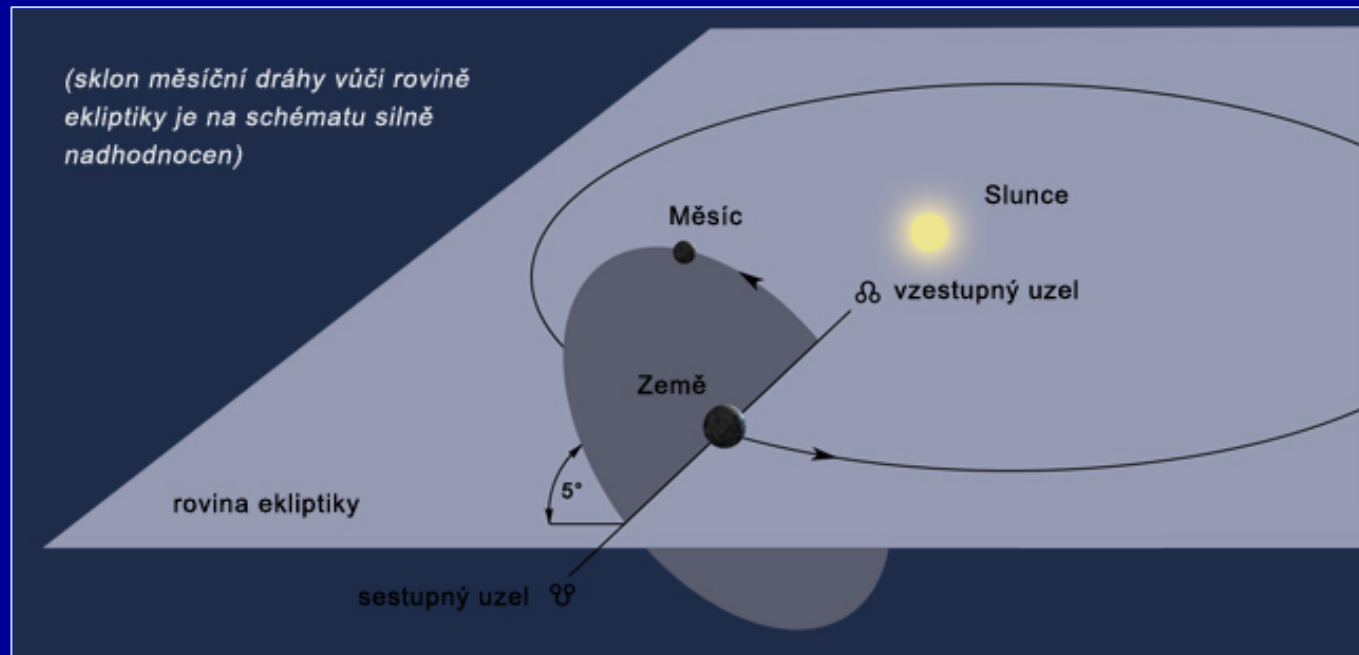
# Sklon dráhy Měsíce

**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 slunečných 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



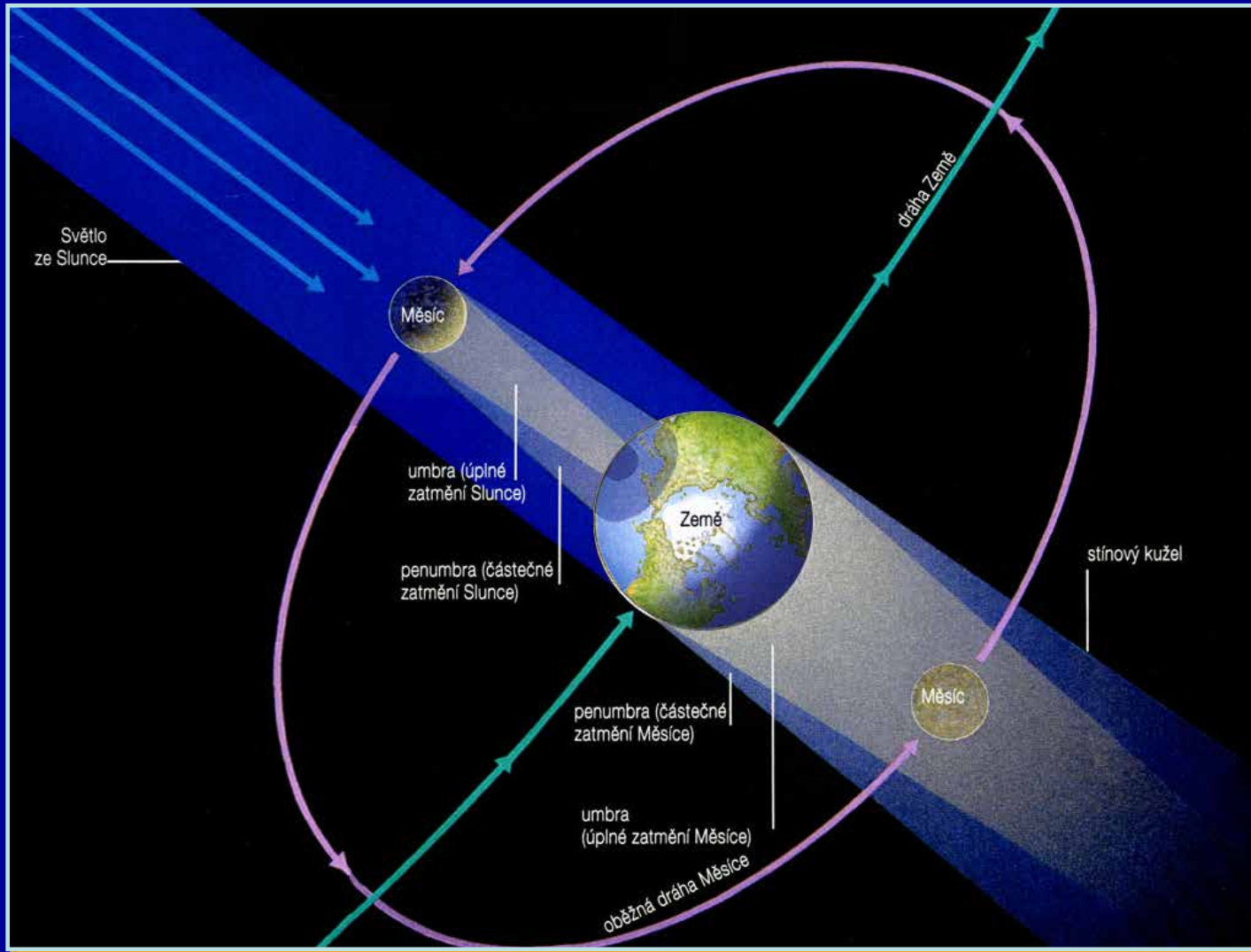
úplné zatmění Měsíce  
max. 1 hod 44 min

úplné zatmění Slunce  
max. 7 min 31 s

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

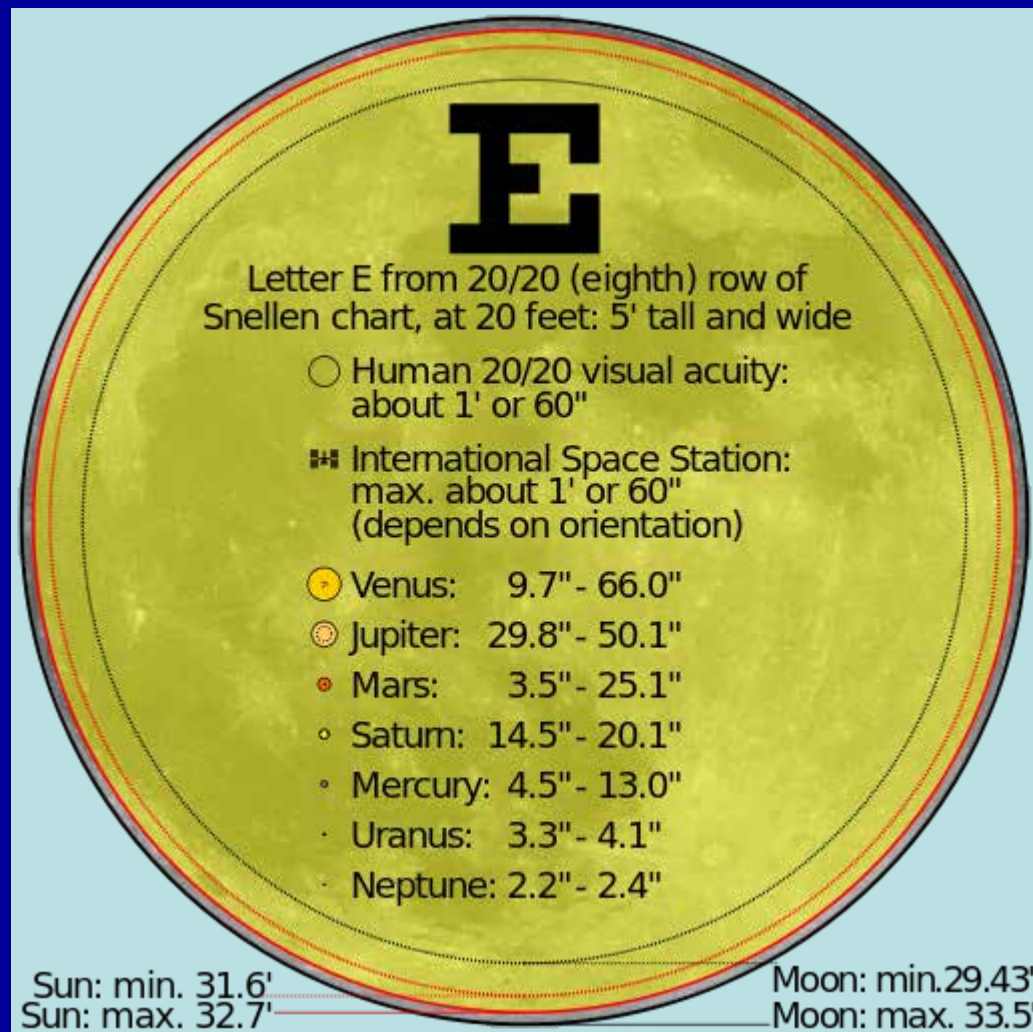
úplné zatmění Slunce u nás 7. října 2135

# Zatmění Slunce a Měsíce



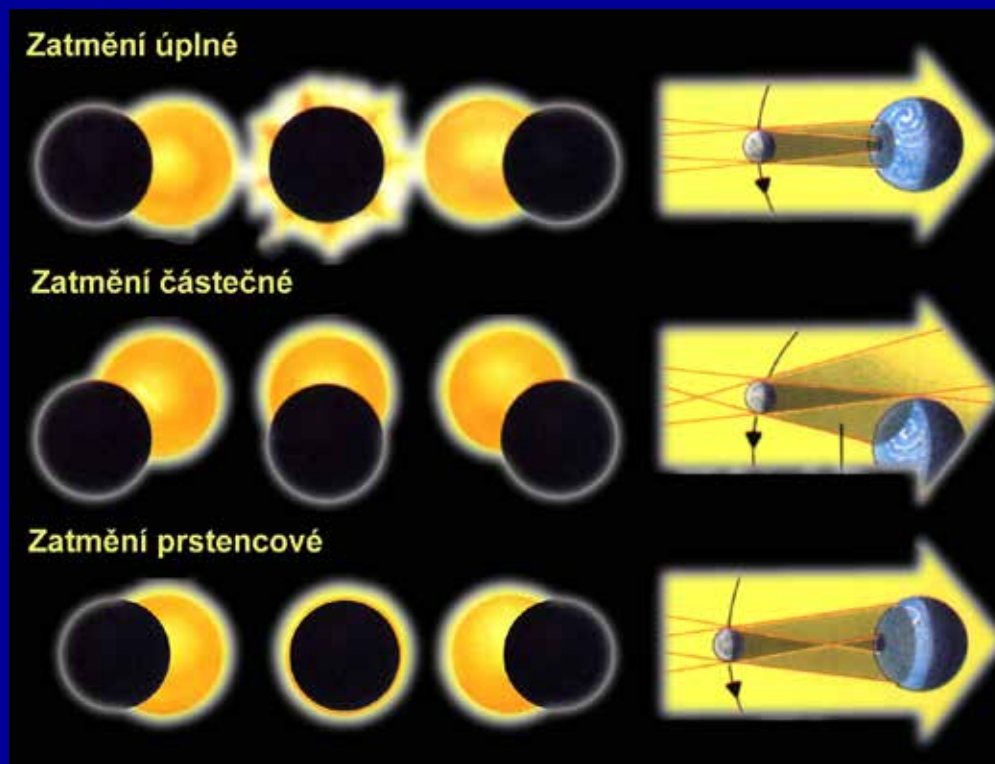
# Stejná úhlová velikost Slunce a Měsíce

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

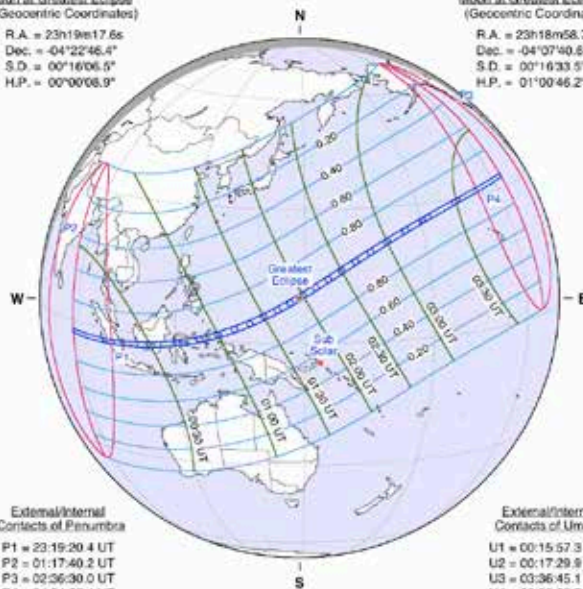
# Zatmění Slunce z oběžné dráhy

## 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°00'06.9"

**Moon at Greatest Eclipse**  
 (Geocentric Coordinates)  
 R.A. = 23h18m58.7s  
 Dec. = -04°07'40.8"  
 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

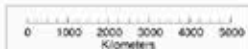
**Constants & Ephemeris**  
 $\Delta T = 67.9$  s  
 $k1 = 0.2725076$   
 $k2 = 0.2722610$   
 $\Delta b = 0.0''$      $\Delta l = 0.0''$   
 Eph. = JPL DE405

**Circumstances at Greatest Eclipse: 01:57:11.5 UT**  
 Lat. = 10°07.31'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

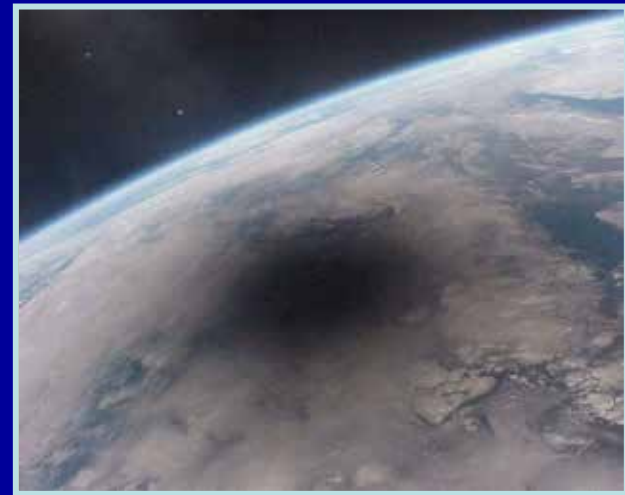
**External/Internal Contacts of Umbra**  
 U1 = 00:15:57.3 UT  
 U2 = 00:17:29.9 UT  
 U3 = 03:36:45.1 UT  
 U4 = 03:38:20.7 UT

**Geocentric Libration**  
 (Optical + Physical)  
 $l = -2.73''$   
 $b = -0.34''$   
 $c = -04.56''$   
 Brown Lun. No. = 1153



F. Espenak, NASA's GSFC  
 eclipse.gate.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 = 09:06:02.0 TD (= 09:06:53.9 UT)

Eclipse Magnitude = 0.9736    Gamma = -0.3330

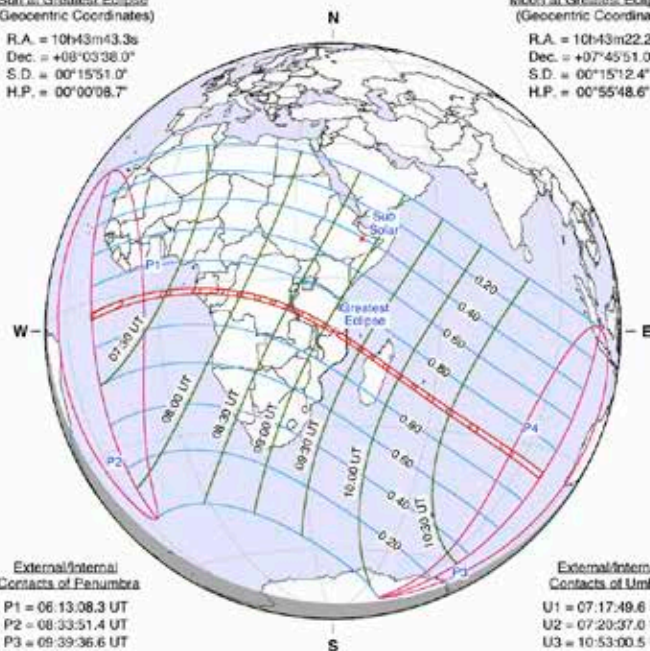
Saros Series = 135    Member = 39 of 71

### 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  
 $k1 = 0.2725076$   
 $k2 = 0.2722810$   
 $\Delta b = 0.0^\circ$      $\Delta l = 0.0^\circ$   
 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°25'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)

$l = 4.76^\circ$   
 $b = 0.39^\circ$   
 $c = 23.61^\circ$

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 = 18:25:40.3 TD (= 18:25:31.8 UT)

Eclipse Magnitude = 1.0306    Gamma = 0.4367

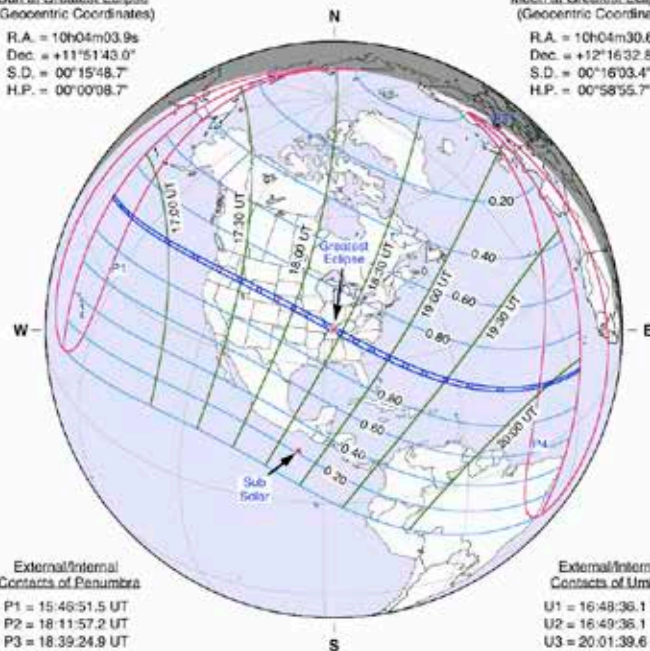
Saros Series = 145    Member = 22 of 77

### 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  
 $k1 = 0.2725076$   
 $k2 = 0.2722810$   
 $\Delta b = 0.0^\circ$      $\Delta l = 0.0^\circ$   
 Eph. = JPL DE405

### Circumstances at Greatest Eclipse: 18:25:31.8 UT

Lat. = 38°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



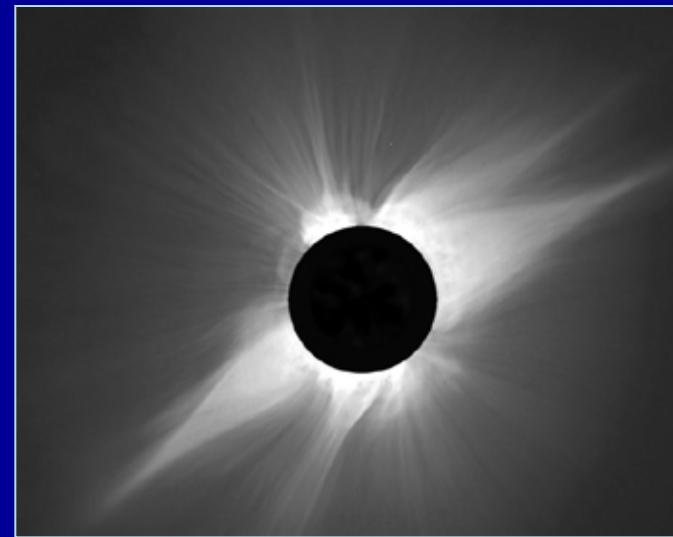
F. Espenak, NASA's GSFC  
 eclipse.gsfc.nasa.gov  
 2014 Feb 22

# úkazy při zatmění Slunce

diamantový prsten

Bailyho perly

koróna



# 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 zabarvená 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.