

W pogoni za cieniem Księżyca

Chasing the Moon Shadow

Niezwykłe zjawisko

Całkowite zaćmienia Słońca są efektem niezwykłego zbiegu okoliczności – rozmiary kątowe Słońca i Księżyca na niebie, mimo ogromnej różnicy odległości, są prawie identyczne

Są one tym bardziej niezwykłe, że odległości w Układzie Słonecznym nie są stałe – Księżyc oddala się od Ziemi o blisko 4cm na rok. Zaćmienia zaczęły się pojawiać kilkaset milionów lat temu, i przestaną za niecały miliard lat.

	Księżyc		Słońce	
	Perygeum (najbliżej)	Apogeum (najdalej)	Peryhelium (najbliżej)	Aphelium (najdalej)
średnica	1 737 [km]		696 000 [km]	
odległość	363 104 [km]	405 696 [km]	147 098 070 [km]	152 097 700 [km]
Rozmiary kątowe	33' 30"	29' 26"	32' 42"	31' 36"
Porównanie rozmiarów kątowych (do skali)				
Kolejność (wg wielkości)	1	4	2	3

Jeszcze bardziej niezwykłe zjawisko

- Gdyby orbita Księżyca leżała w płaszczyźnie, w której wokół Słońca krąży Ziemia, zaćmienia zdarzałyby się 12 – 13 razy do roku. Jednak jest ona pochylona pod kątem 5 stopni, a to oznacza, że zaćmienie może wydarzyć się tylko w węzłach orbity
- W ciągu roku może dojść nawet do pięciu zaćmień gdzieś na Ziemi (ostatnio w 1935, następny 2206) to zaćmienia całkowite zdarzają się zazwyczaj co około 18 miesięcy. Zaćmienia całkowite w tym samym miejscu zdarzają się co około 360 – 410 lat.
- Orbity zarówno Ziemi, jak i Księżyca są eliptyczne – co wpływa na zmiany rozmiarów kątowych Słońca i Księżyca. Gdy ten ostatni jest zbyt oddalony, a Słońce blisko – obserwujemy zaćmienie obrączkowe (60% zaćmień to takie właśnie zjawiska)
- Cień pędzi po powierzchni Ziemi z prędkością 1700 km/godzinę. Najdłużej zaćmienie może trwać 7 min i 31 sek (około 10 razy na 1000 lat). Następne będzie w 2150 roku. Pasażerowie Concorde'a w 1973 roku gonili cień przez 72 minuty!

Czyli...

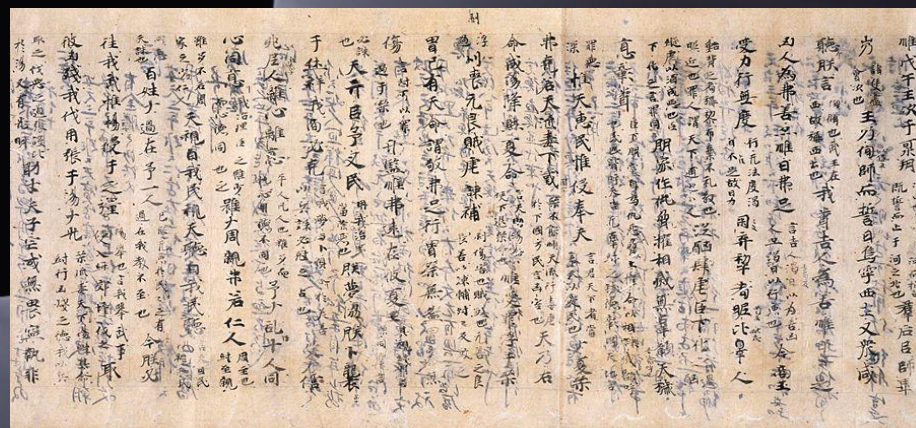


Zaćmienia – źródło mitów



Zaćmienie z 10 maja 2807 p.n.e. miało miejsce w podobnym czasie co hipotetyczny upadek meteorytu w obszarze Oceanu Indyjskiego, a oba te zdarzenia przyczyniły się do powstania mitu o potopie

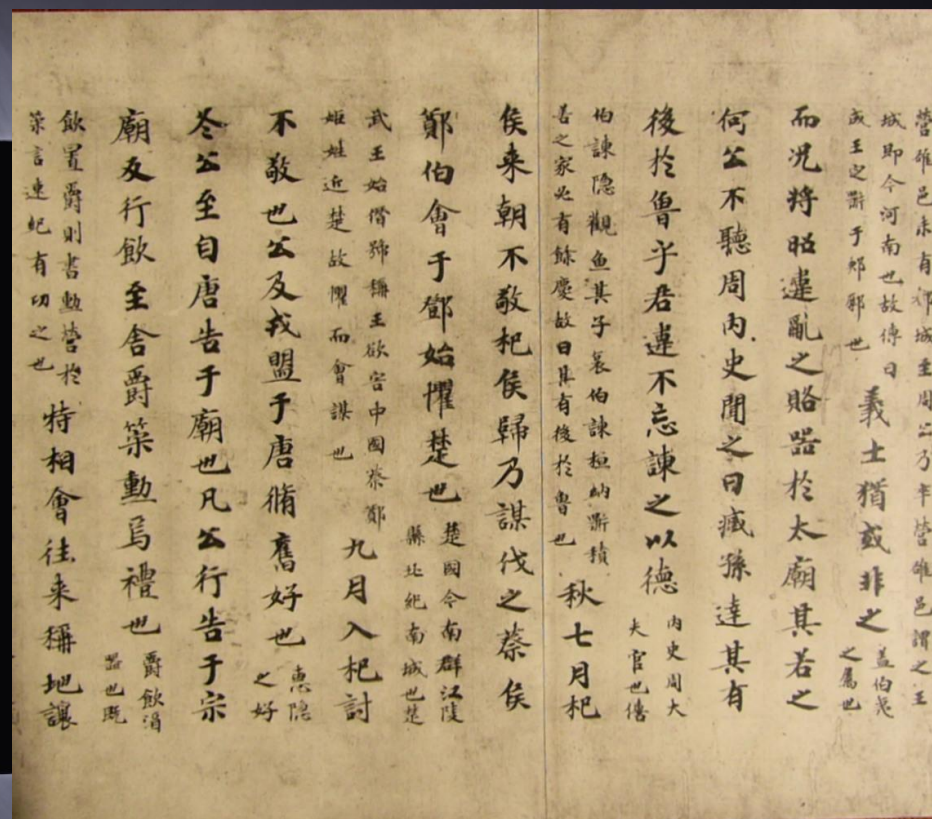
W trakcie panowania cesarza Zhong Kang dynastii Xii zaćmienie Słońca z 13 października 2128 roku p.n.e.. przyczyniło się do śmierci astronomów, którzy go nie przewidzieli stając się najstarszym, opisanym zaćmieniem.



Kronika wiosen i jesieni

Najstarsza zachowana kronika Chin dokumentująca historię Państwa Lu w okresie od roku 722 do 491 p.n.e. (wiadomo, że istniały również przynajmniej cztery inne, ale wszystkie one zaginęły lub zostały spalone na rozkaz cesarza Ch'in Shih Huang-ti w roku 213 BC

W kronice Chunqiu odnotowano 36 zaćmień Słońca, zaczynając od zjawiska które miało miejsce 22 lutego 720 BC. Większość wskazanych dat potwierdzono obliczeniowo. Stanowi to najpełniejszy taki zapis z okresu starożytnego



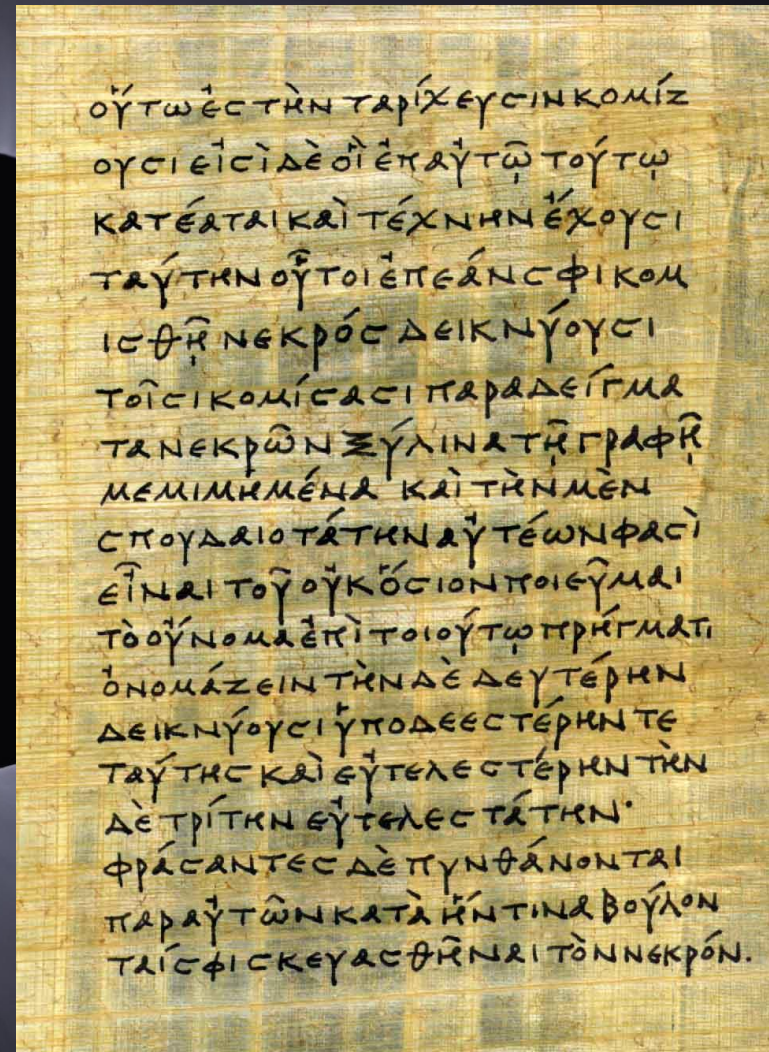
Datowanie zaćmieniami

- W dziewiątym roku panowania asyryjskiego króla Aszur-dana III miało miejsce całkowite zaćmienie Słońca. Ponieważ kalendarz asyryjski był stosowany przez ponad tysiąc lat, precyzyjne ustalenie daty zaćmienia pozwoliło na datowanie innych odnotowanych w kronikach asyryjskich (jak również babilońskich, izraelskich i perskich) zdarzeń historycznych.
- Zaćmienie Bur-Saggile miało miejsce 15 czerwca 763 BC i było widoczne z całego obszaru Asyrii. Zaćmienie wywołało rebelię, która trwała sześć lat.



Zaćmienia - omeny

- Wg Herodota Tales z Miletu przewidział zaćmienie obserwowane w Azji Mniejszej 28 maja 585 BC, którego efektem było zakończenie wojny Medami a Lidyjczykami
- Herodot wspomina również, że zaćmienie Słońca obserwowane nad Sardis 17 lutego 478BC było znakiem, jakiego oczekiwał Kserkses wyruszając na wojnę przeciw Grecji
- Zaćmienie towarzyszyło również drugiej inwazji Persów na Grecję, a było obserwowane 1 sierpnia 477BC





Nowożytne obserwacje zaćmień



- Europa długo pozostawała w tyle jeżeli chodzi o obserwacje zaćmień. Dopiero kontakty ze światem arabskim w IX wieku spowodowały, że spojrzeliśmy rzeczywiście w niebo. Pierwsza opisana obserwacja korony Słonecznej miała miejsce dopiero w 968 r. w Konstantynopolu.

Pierwsza obserwacja zaćmienia z wykorzystaniem teleskopu miała miejsce dopiero w 1706 roku we Francji!

- Jednak, nie licząc dysput filozofów chińskich i greckich, dopiero zaczynające się właśnie obserwacje przyczyniły się do rozwoju wiedzy.

Zaćmienie Halleya



- Królewski astronom Edmund Halley znany jest przede wszystkim z wyznaczenia okresu komety, która nosi jego nazwisko

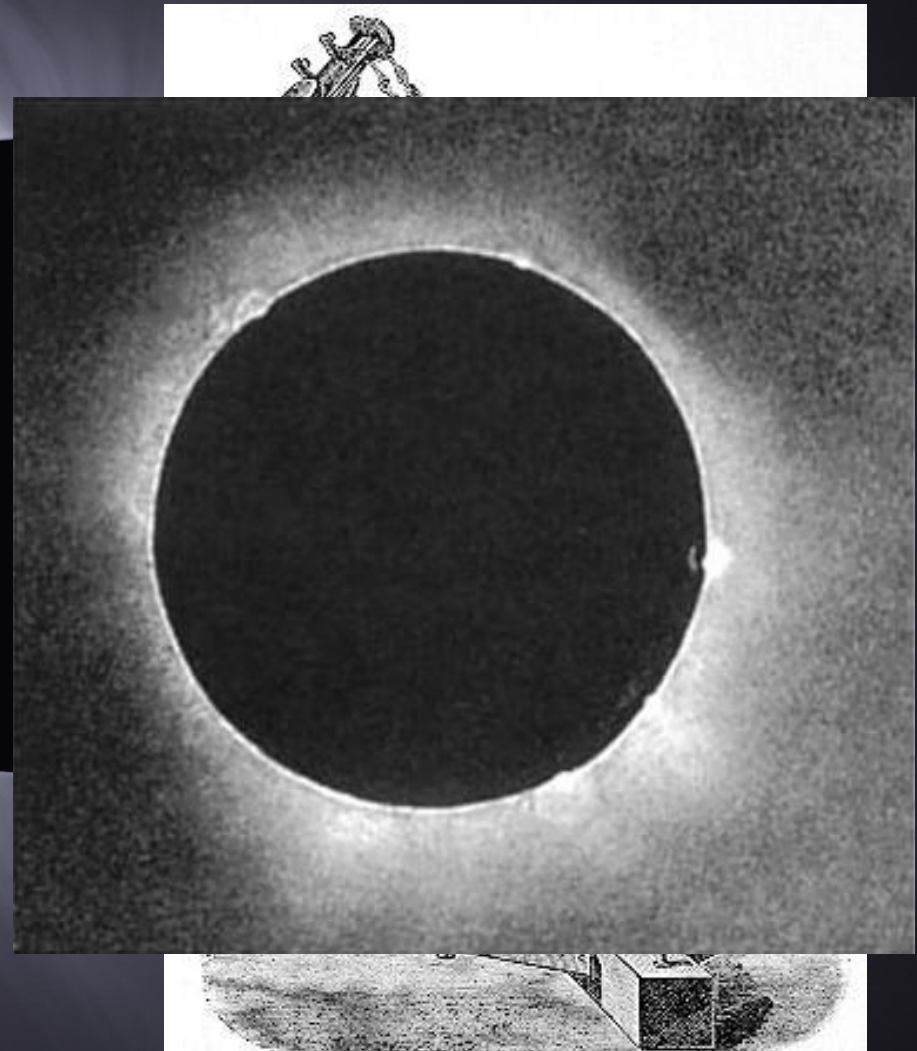
W 1715 roku Halley z dokładnością do 4 minut przewidział całkowite zaćmienie, które widoczne było 3 maja w Anglii i północno-wschodniej Europie. Dokładność wyznaczenia ścieżki wyniosła 30km

Obserwacje korony słonecznej

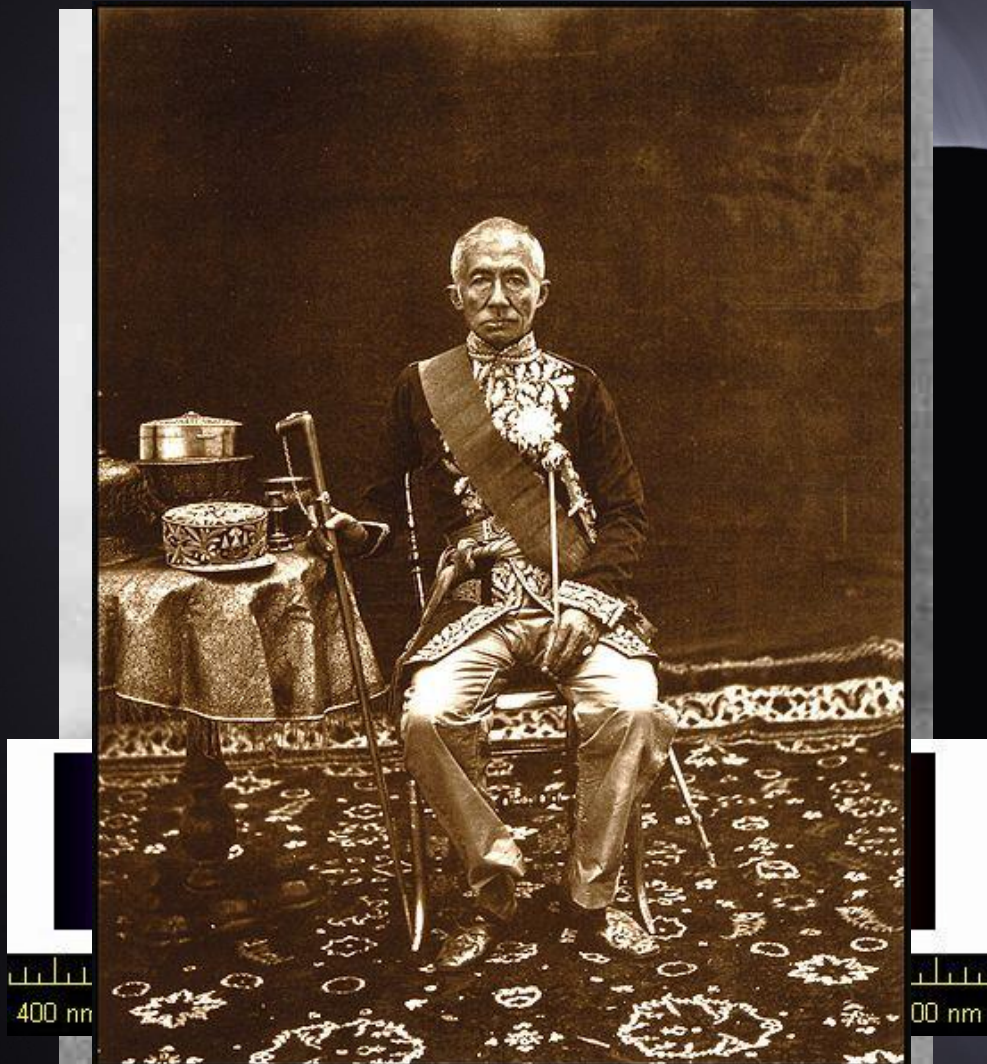


Pierwsza fotografia

- Pierwszą fotografię (w technice dagerotypii) całkowitego zaćmienia Słońca wykonał 28 lipca 1851 roku Berkowski w Obserwatorium Królewskim w Królewcu (Königsbergu)
- Do jej wykonania na tamtejszym heliografie zamontowano nieduży teleskop o średnicy 61 mm i ogniskowej 812mm. Mechanizm zegarowy umożliwił uzyskanie 84-sekundowej ekspozycji, na której wyraźnie widocznych jest pięć protuberancji



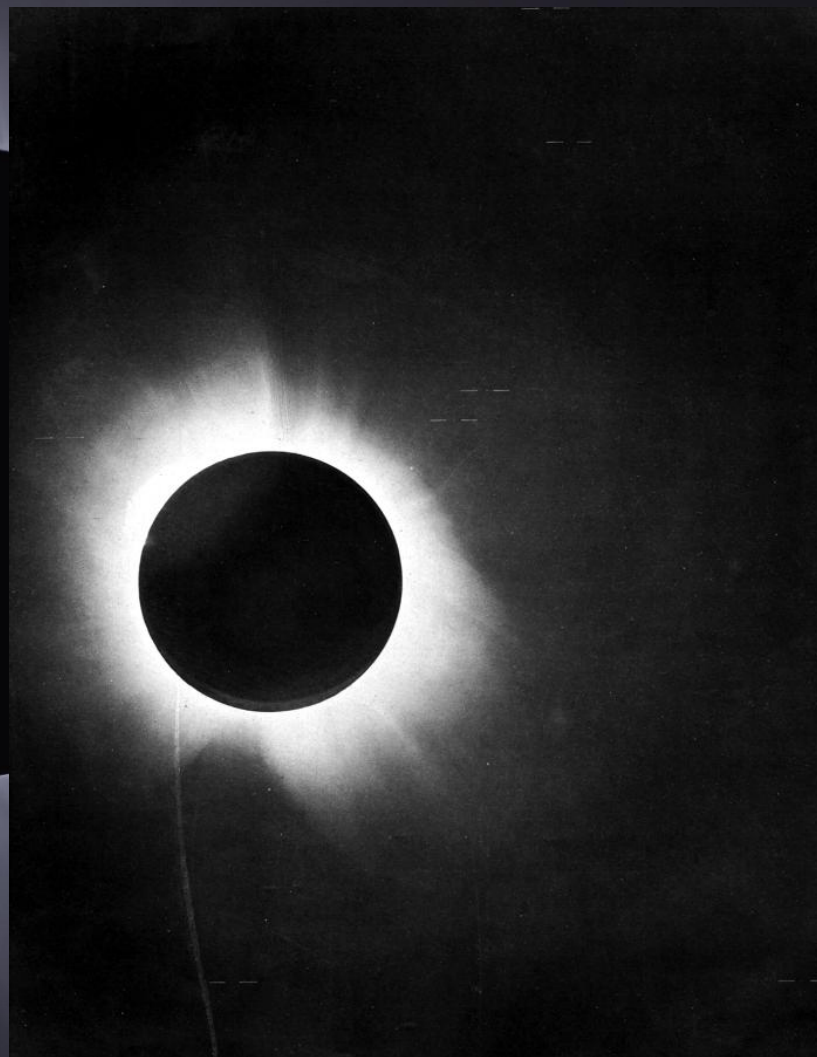
Badanie atmosfery Słońca



- W trakcie zaćmienia 18 sierpnia 1868 francuski astronom Pierre Janssen badał zaćmienie wykorzystując spektroskop. W świetle protuberancji wykrył jasną żółtą linię – dalsze badania, prowadzone także przez J.N Lockyera doprowadziły do odkrycia helu (którego nazwa wiąże się z greckim bogiem Słońca - Heliosem)

Ogólna Teoria Względności

- OTW przewiduje m.in.. że promienie światła w pobliżu masywnego obiektu ulegają ugięciu
- W trakcie zaćmienia, które miało miejsce 29 maja 1919 roku naukowcy zorganizowali wyprawę na wyspę Principe, na zachód od wybrzeży Afryki.
- Kierowana przez Sir Arthura Eddingtona wyprawa dokonała precyzyjnych pomiarów położenia gwiazd przy krawędzi Słońca. Ich przesunięcie potwierdziło teorię ugięcia promieni światła przez masywne ciało niebieskie jakim jest Słońce



Co nas czeka

- Od P1 do P2
Zaćmienie częściowe – tuż po wschodzie Słońca Księżyc zacznie nasuwać się na tarczę naszej gwiazdy. Ta faza potrwa 54 minuty
- Na koniec zaćmienia częściowego pojawią się perły Baily'ego – rozbłyski światła słonecznego przenikające przez doliny na krawędzi Księżyca. Ostatni z nich to pierścień z diamentem.
- Faza zaćmienia całkowitego potrwa zaledwie nieco 2 minuty. To bardzo mało czasu na delektowanie się tym niezwykłym zjawiskiem! Tu już nie ma miejsca na pomyłki czy poprawki. Liczy się solidny styl i wykorzystanie każdej sekundy.
- **Wszystkie pytania do mnie – proszę przed lub po... ale nie w trakcie tych dwóch cennych minut!!!**
- Koniec zaćmienia całkowitego zaznaczy ponowne pojawienie się pierścienia z diamentem, a następnie pereł Baily'ego. To znak że trzeba sięgnąć po filtr słoneczny
- Od P3 do P4
Zaćmienie częściowe – tuż po wschodzie Słońca Księżyc zacznie nasuwać się na tarczę naszej gwiazdy. Ta faza potrwa około godziny

Bezpieczeństwo!

Z wyłączeniem fazy zaćmienia całkowitego bezpośrednia obserwacja Słońca bez odpowiedniego zabezpieczenia oznacza ryzyko trwałego uszkodzenia wzroku! Dotyczy to zarówno obserwacji bezpośredniej i tym bardziej obserwacji przez teleobiektywy czy teleskopy!



Obserwuj Słońce wyłącznie przez filtry słoneczne – takie jak folia Baader Planetarium AstroSolar film ND5,0. Wykorzystaj ją także do zabezpieczenia obiektywów, teleskopów i szukaczy!

A będzie to wyglądało mniej więcej tak



A będzie to wyglądało mniej więcej tak



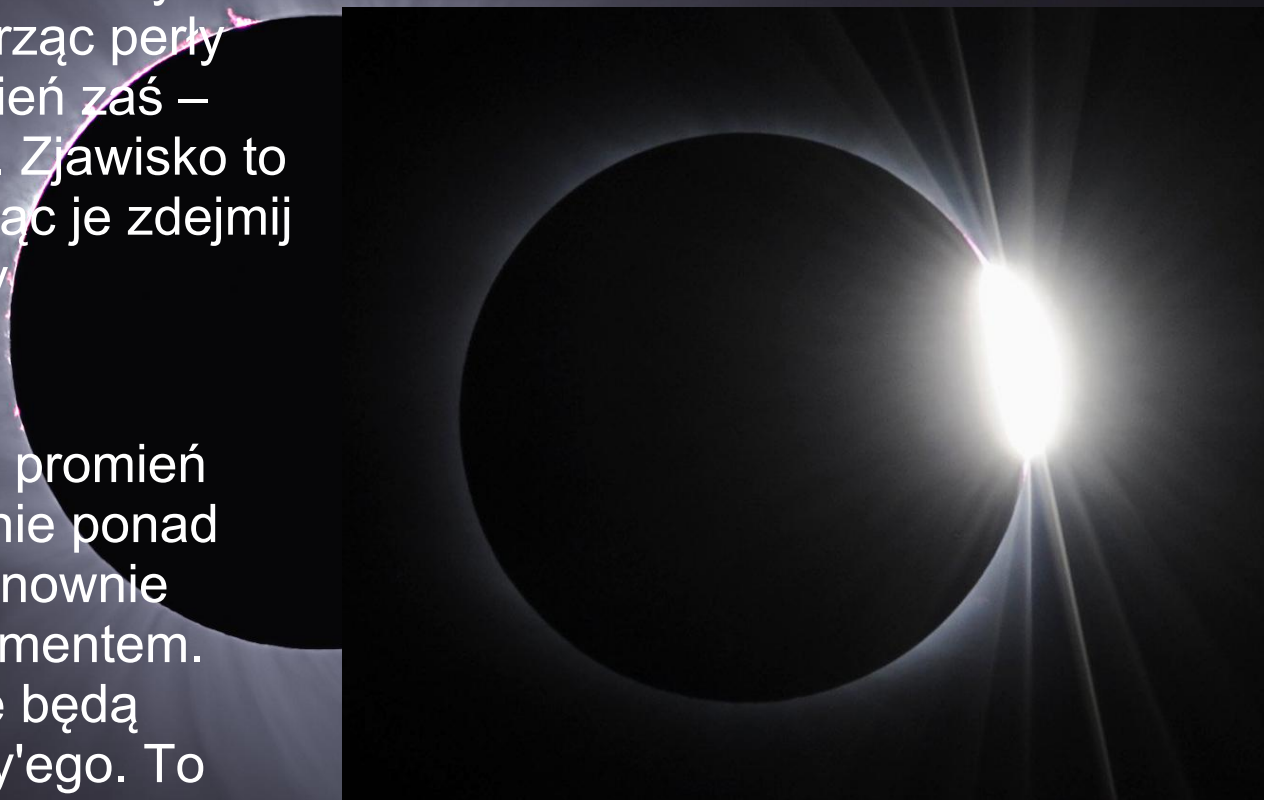
Zaćmienie częściowe

- 05:44:35 – pierwszy kontakt
- 07:40:09 – ostatni kontakt
- Tarcza Księżyca zasłania coraz większą część tarczy Słonecznej (lub - po fazie całkowitej - odkrywa). W tym czasie możemy obserwować plamy słoneczne i regulować ostrość. **Konieczne jest stosowanie filtrów ochronnych!**



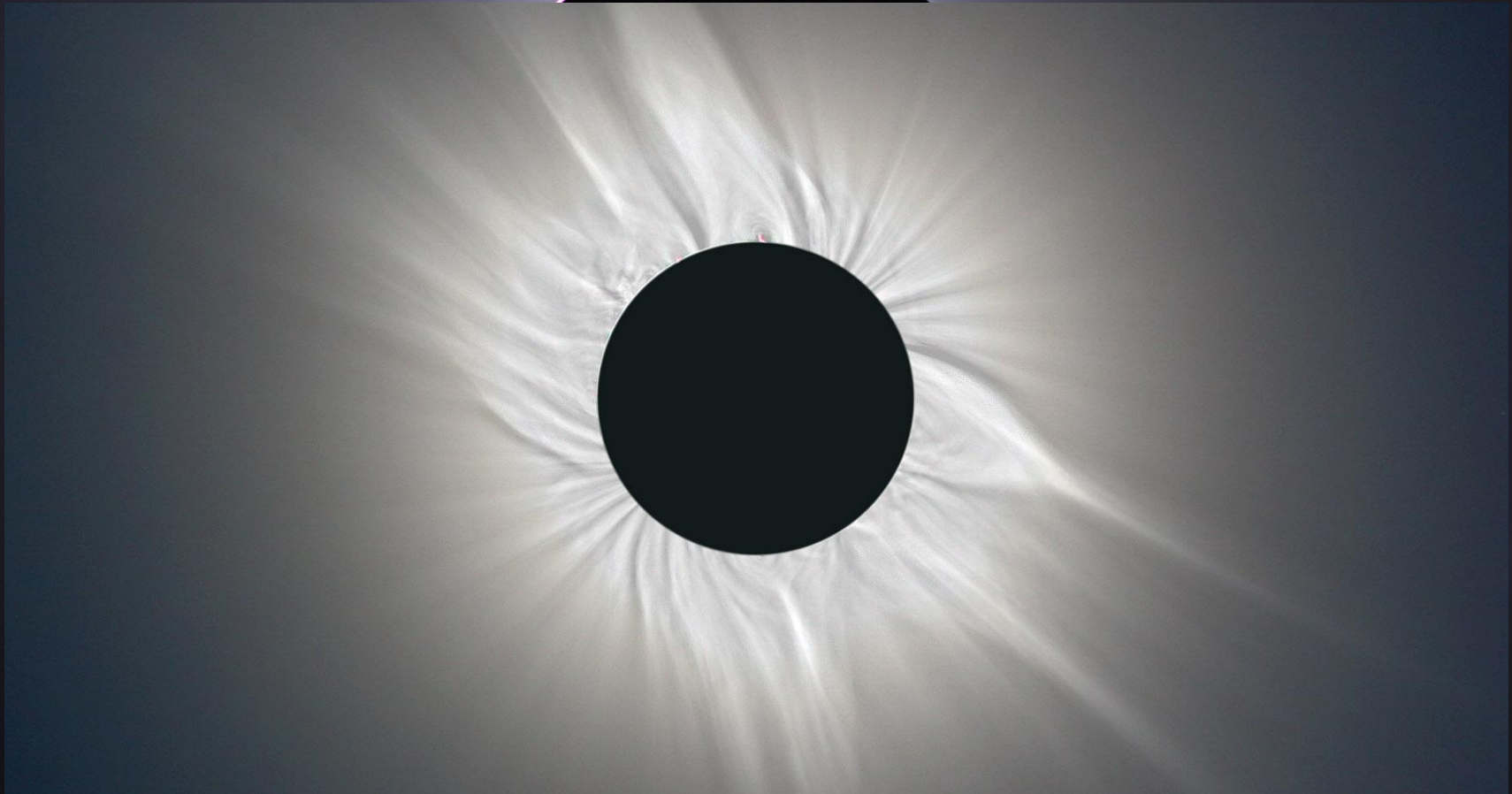
Magia drugiego i trzeciego kontaktu

- 06:38:23 Ostatnie promienie Słońca przenikają przez doliny na krawędzi Księżyca tworząc perły Baily'ego, ostatni promień zaś – pierścień z diamentem. Zjawisko to trwa krótko – fotografując je zdejmij wcześniej filtr ochronny
- 06:40:27 Gdy pierwszy promień światła Słońca przeniknie ponad krawędzią Księżyca ponownie ujrzymy pierścień z diamentem. Następnie przez chwilę będą rozpalały się perły Baily'ego. To znak, że za chwilę będziesz musiał ponownie założyć filtr ochronny

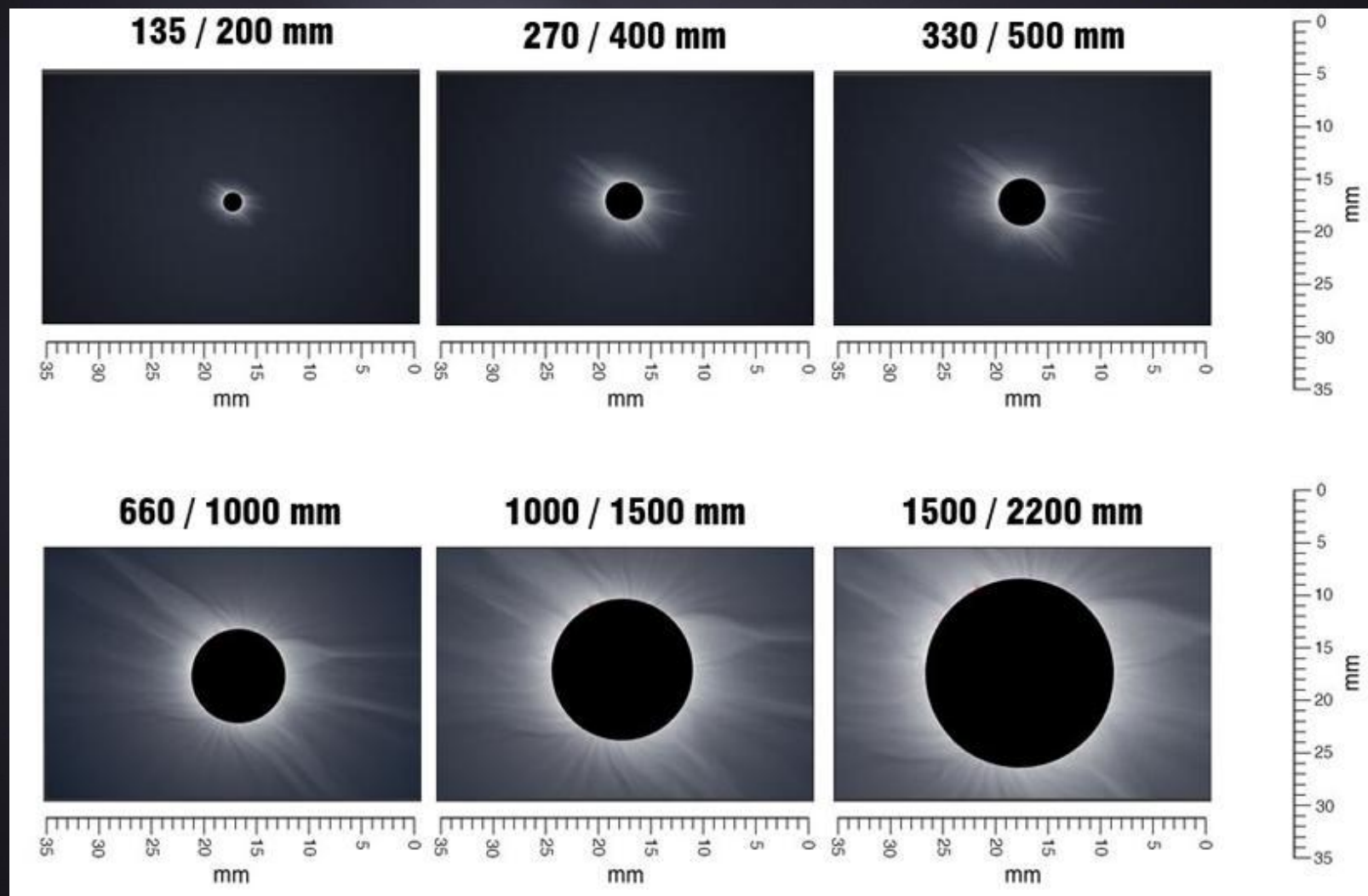


2 minuty i 4 sekundy

- Faza całkowita zaczyna się o 06:39:25. Kończy się zaledwie 2 minuty i cztery sekundy później

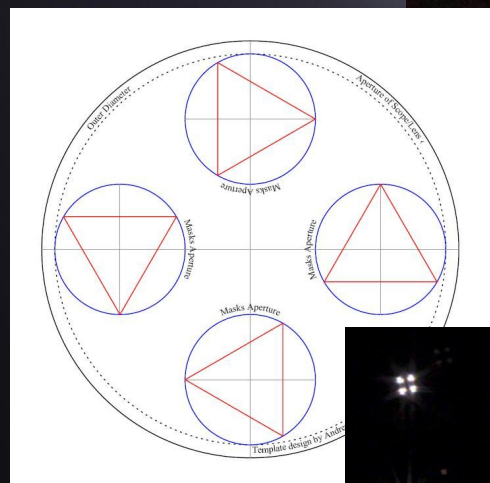
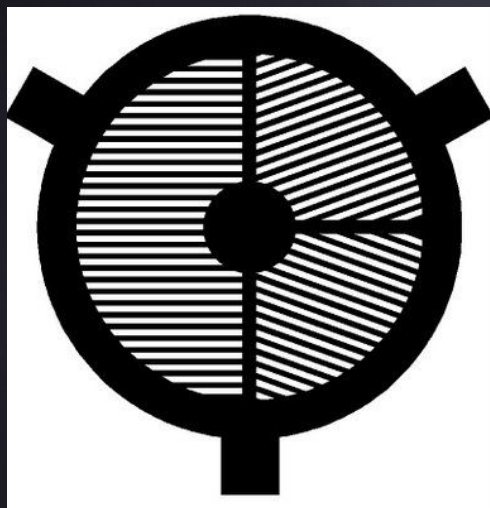


Dobór ogniskowej



Pierwsza ogniskowa podana jest dla cyfrowych lustrzanek z matrycą APS, druga dla aparatów z matrycą pełnoklatkową

Regulacja ostrości



- Ustawienie ostrości jest kwestią krytyczną. Będziemy mieli na to 50 minut częściowego zaćmienia przed fazą całkowitą – może wystarczy czasu. Warto w tym celu wykorzystać plamy słoneczne.

Pamiętaj!
W trakcie fazy całkowitej nie będzie czasu na poprawki !

(No chyba, że będą konieczne)

Sugerowane parametry ekspozycji

ISO		przesłona							
100		2,8	4	5,6	8	11	16	22	32
200		4	5,6	8	11	16	22	32	44
400		5,6	8	11	16	22	32	44	64
800		8	11	16	22	32	44	64	88
1600		11	16	22	32	44	64	88	128
co fotografujemy	Q	czas ekspozycji							
częściowe ND 5,0	8	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
perły Baily'ego	11				1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250
pierścień z Diamentem	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Chromosfera	10			1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Protuberancje	9		1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
Korona 0,1R	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Korona 0,2R	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Korona 0,5R	3	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sek.
Korona 1,0R	1	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.
Korona 2,0R	0	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.	8 sek.
Korona 4,0R	-1	1/8	1/4	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.	8 sek.	15 sek.
Korona 8,0R	-3	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.	8 sek.	15 sek.	30 sek.	60 sek.

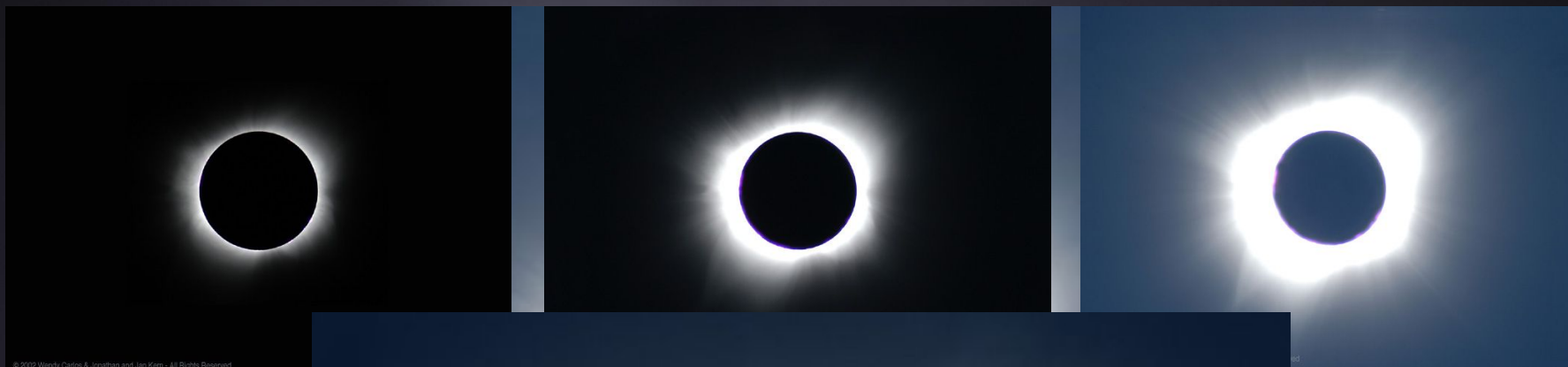
W trakcie zaćmienia częściowego fotografujemy korzystając z folii słonecznej zabezpieczającej aparat i nasze oczy. Około 15 sekund przed fazą całkowitą zdejmujemy filtr przygotowując się na uchwycenie pereł Baily'ego i pierścienia z diamentem

Sugerowane parametry ekspozycji

ISO		przesłona							
100		2,8	4	5,6	8	11	16	22	32
200		4	5,6	8	11	16	22	32	44
400		5,6	8	11	16	22	32	44	64
800		8	11	16	22	32	44	64	88
1600		11	16	22	32	44	64	88	128
co fotografujemy	Q	czas ekspozycji							
częściowe ND 5,0	8	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30
perły Baily'ego	11				1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250
pierścień z Diamentem	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Chromosfera	10			1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Protuberancje	9		1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
Korona 0,1R	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Korona 0,2R	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Korona 0,5R	3	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sek.
Korona 1,0R	1	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.
Korona 2,0R	0	1/15	1/8	1/4	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.	8 sek.
Korona 4,0R	-1	1/8	1/4	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.	8 sek.	15 sek.
Korona 8,0R	-3	1/2	1 sek.	2 sek.	4 sek.	8 sek.	15 sek.	30 sek.	60 sek.

W trakcie zaćmienia całkowitego fotografujemy bez folii – warto wykonywać sekwencje zdjęć wydłużając czasy tak, by uchwycić coraz delikatniejsze strugi korony. Warto jednak pamiętać, że mamy na to zaledwie 2 minuty i parę sekund

Fotografia HDR i zaćmienie Słońca



Pojedyncze
dynamicznego
koronalne.
W

o zakresu
sze strumienie
ak również
F)



High Dynamic Range



- Seria ekspozycji od 1/6 do 1/4000 sekundy pozwala uchwycić coraz dalsze fragmenty korony. Następnie można wykorzystać programy do składania obrazów HDR (Photoshop, FDRTools, PFSTools, EasyHDR) lub ręcznie złożyć kompozytowe zdjęcie wykorzystując maski i dodawanie kolejnych warstw.
- Więcej informacji na temat fotografii zaćmieniowej
 - <http://www.wendycarlos.com/eclipse/02eclipse.html>
 - http://www.oldstarlight.com/Total_Solar_Eclipse.htm

Bibliografia

• Źródła:

- Koen van Gorp
- <http://mreclipse.com>
- NASA SDO
- <http://eclipse-chasers.com>
- <http://nikon-usa.com>
- Greg Morgan
- <http://www.oldstarlight.com/>
- Thierry Legault
- Ken Miller
- wikipedia

• Zobacz także

- <http://eclipses.eu>
- <http://arsobatravel.pl>
- <http://teleskopy.net>
- <http://www.wendycarlos.com>
- <http://www.astropix.com>