

PRZEWIDYWANIE ZAĆMIEŃ SŁOŃCA I KSIĘŻYCA



MOTYW ZAĆMIENIA SŁOŃCA W POWIEŚCI I FILMIE „FARAON”

IV

**CZY TE SCENY TO TYLKO FIKCJA LITERACKA CZY
TEŻ CHOĆBY SZANSA MOŻLIWOŚCI?**

**CZY STAROŻYTNI EGIPCJANIE FAKTYCZNIE UMIELI
TAK DOBRZE PRZEWIDYWAĆ ZAĆMIENIA?**

UKŁAD ZIEMIA - KSIĘŻYC



Apogee

Perigee



2006-02-13
405,978 km
29.87 arc-mins
Altitude @ 69.17°



2006-09-08
357,210 km
33.89 arc-mins
Altitude @ 45.36°

**NAJMNIEJSZY I NAJWIĘKSZY ROZMIAR
WIDOCZNEJ TARCZY KSIĘŻYCA**

PODSTAWOWE DANE:

średnia odl. od Ziemi
384 tyś. km.

masa - 1/81 masy Ziemi,
okres obiegu wokół Ziemi
27,32 doby

mimośród orbity – 0.055

nachylenie orbity do
płaszczyzny ekliptyki
5°09'

UKŁAD SŁOŃCE – ZIEMIA – KSIĘŻYC

w skali 1 : 10¹⁰ (1 : 10 miliardów)

Promień Słońca:

$$R_s = 700 \text{ tys km} \text{ -----} \rightarrow 7 \text{ cm}$$

Odległość Słońce – Ziemia:

$$D = 150 \text{ mln km} \text{ -----} \rightarrow 15 \text{ m}$$

Promień Ziemi:

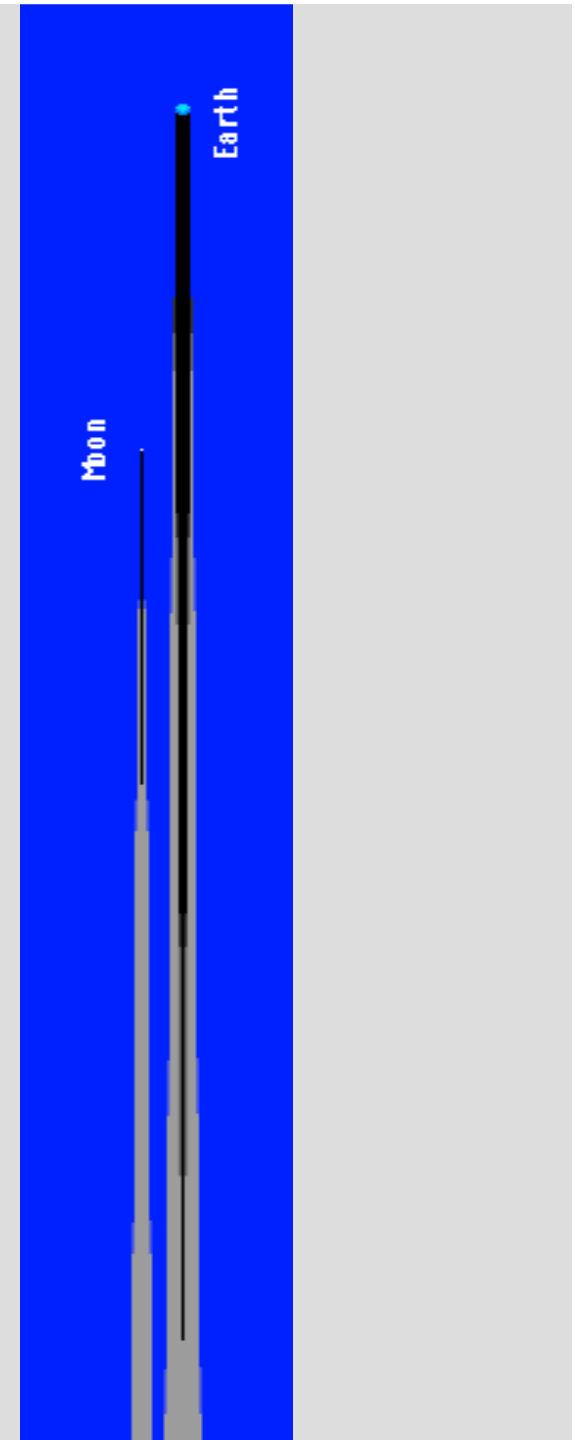
$$R_z = 6400 \text{ km} \text{ -----} \rightarrow 0.64 \text{ mm}$$

Odległość Ziemia – Księżyc:

$$L = 384 \text{ tys km} \text{ -----} \rightarrow 3.84 \text{ cm}$$

Promień Księżycy:

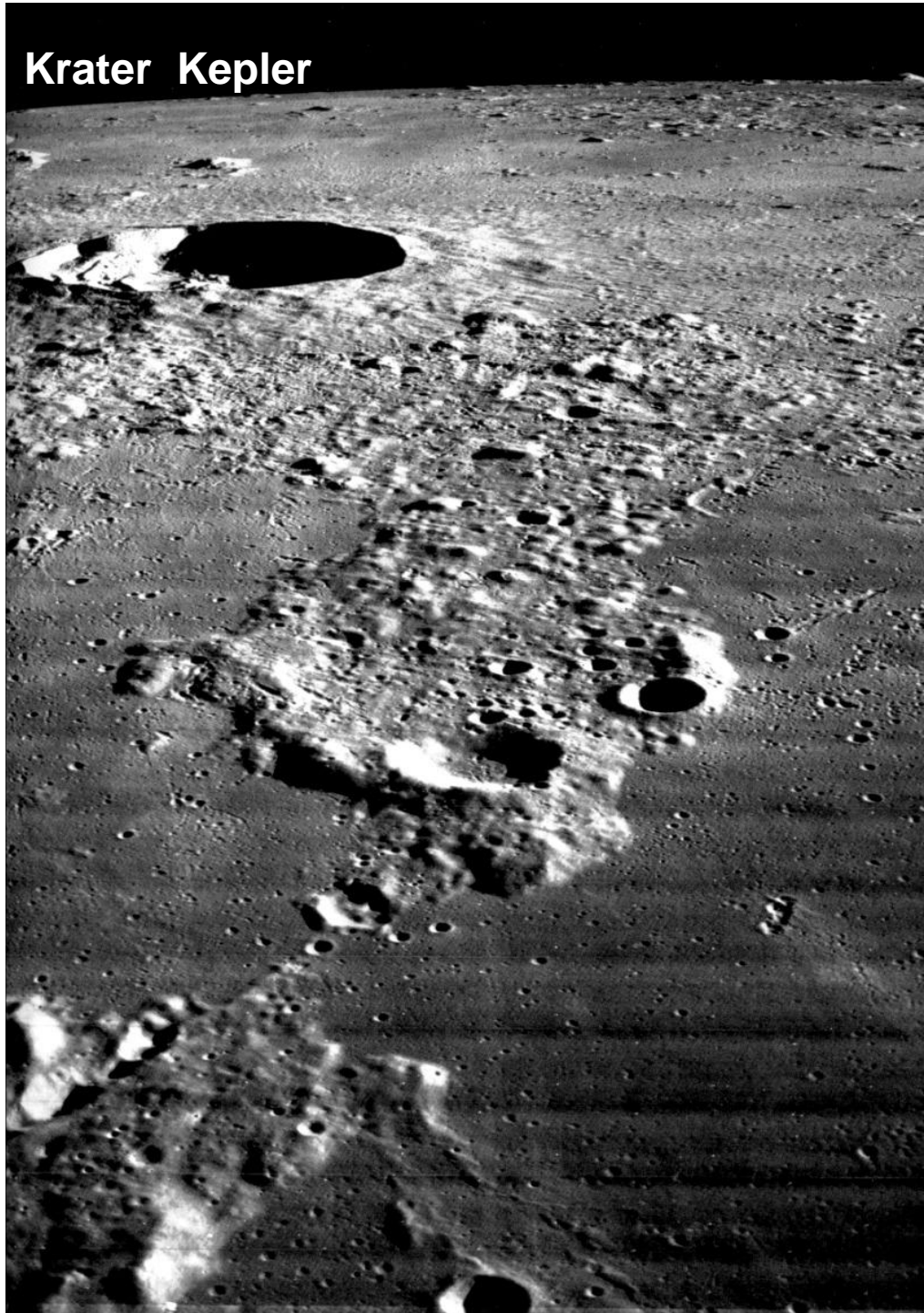
$$R_k = 1738 \text{ km} \text{ -----} \rightarrow 0.17 \text{ mm}$$



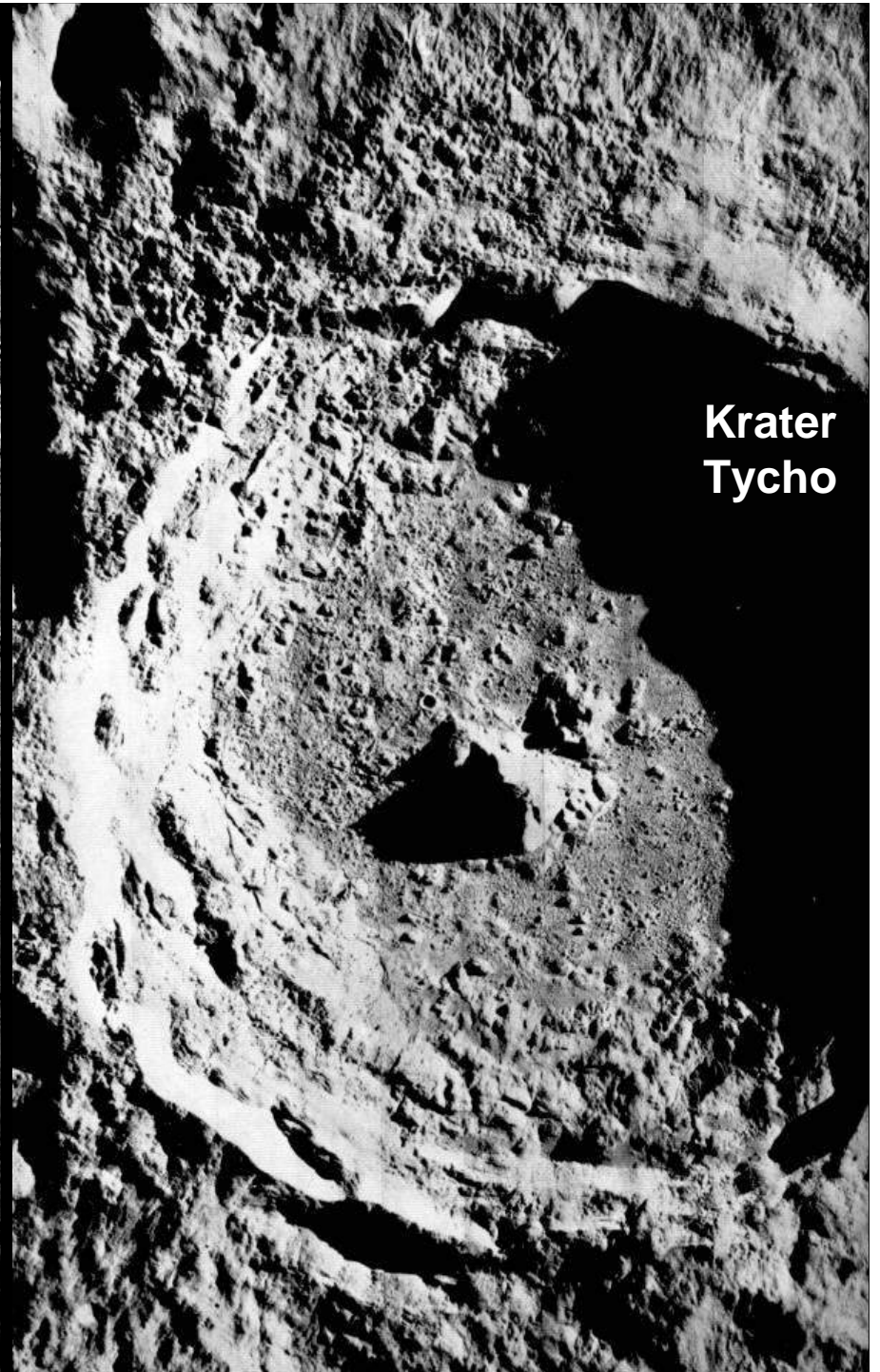
POWIERZCHNIA KSIĘŻYCA



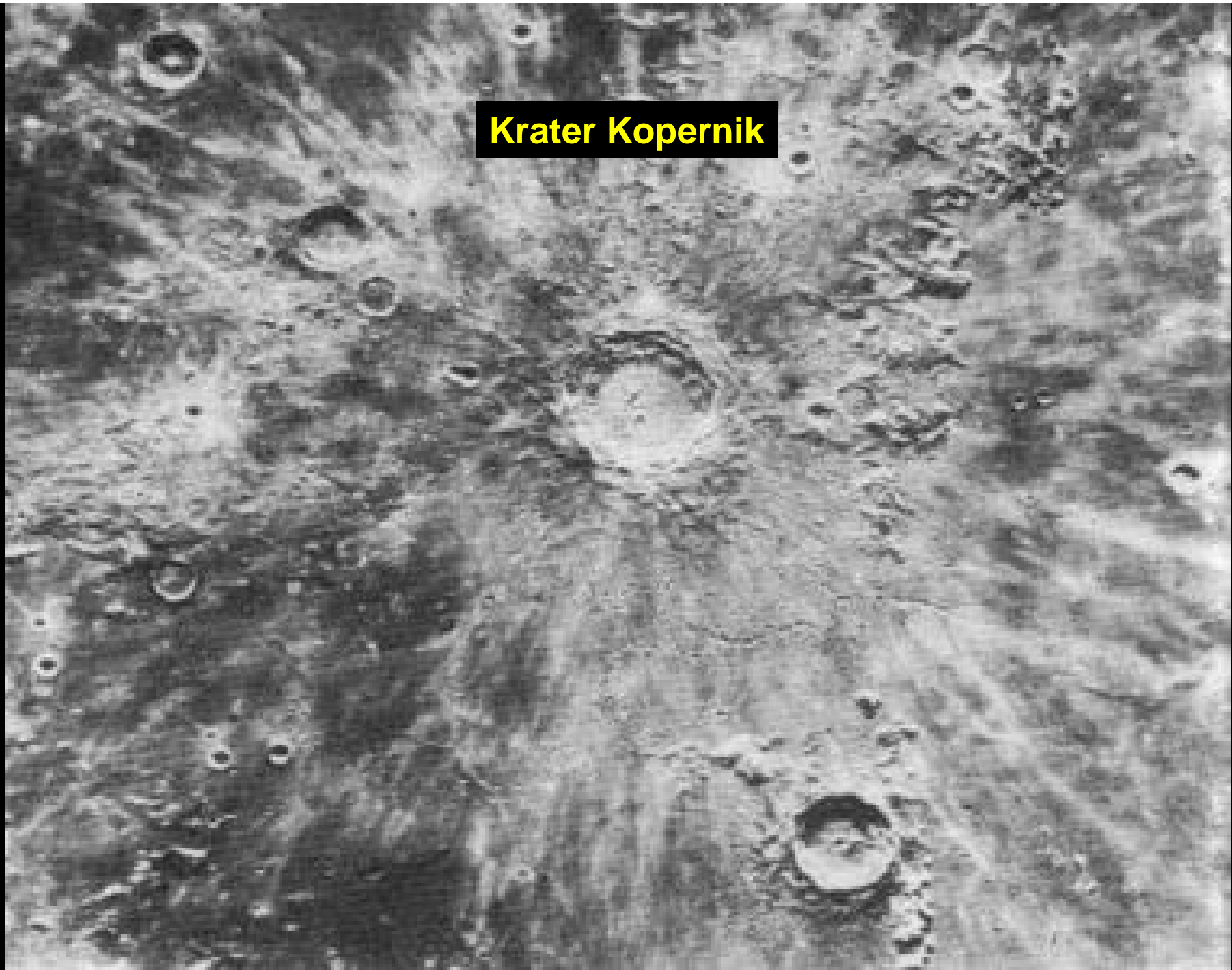
Krater Kepler

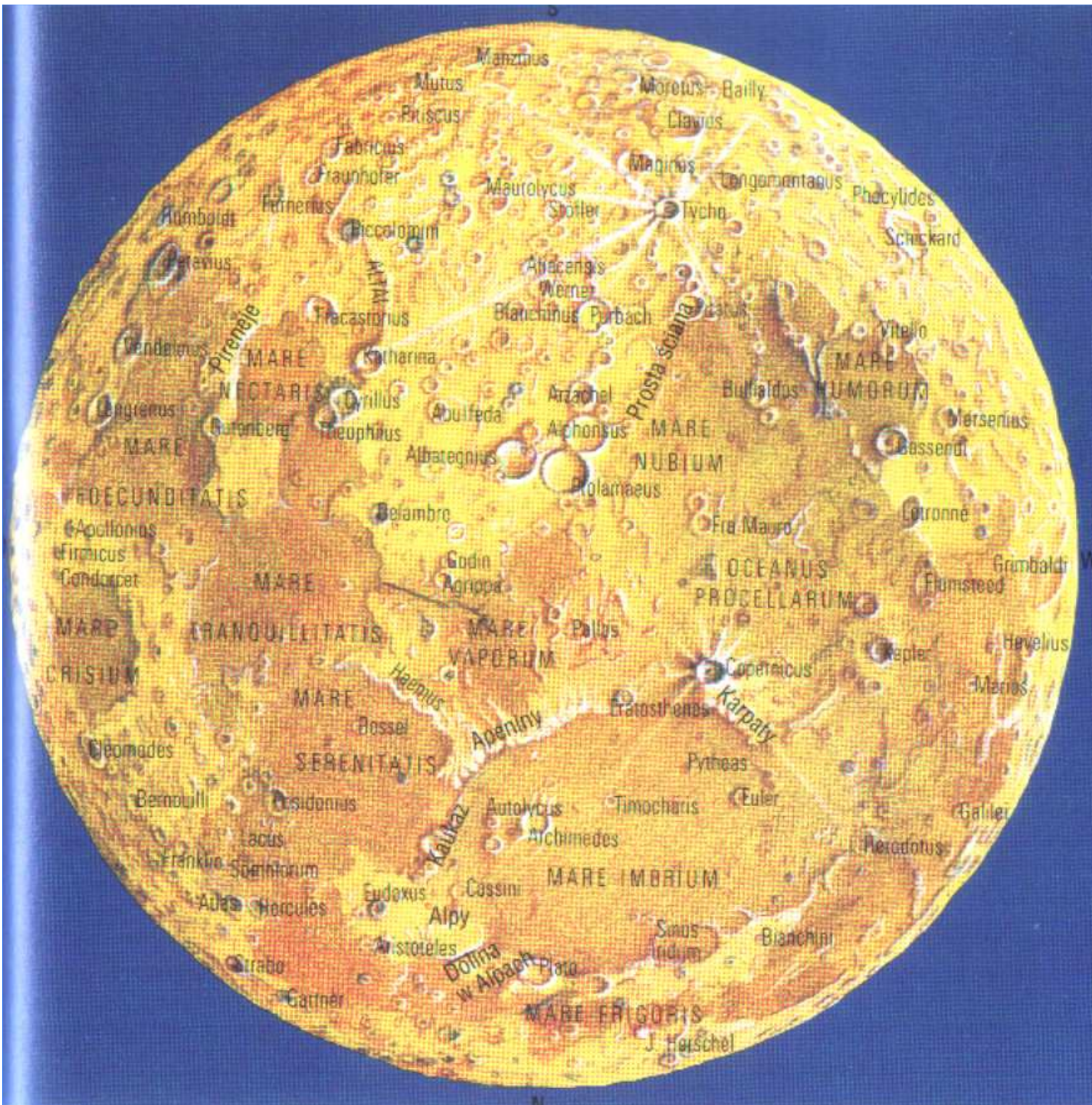


Krater Tycho



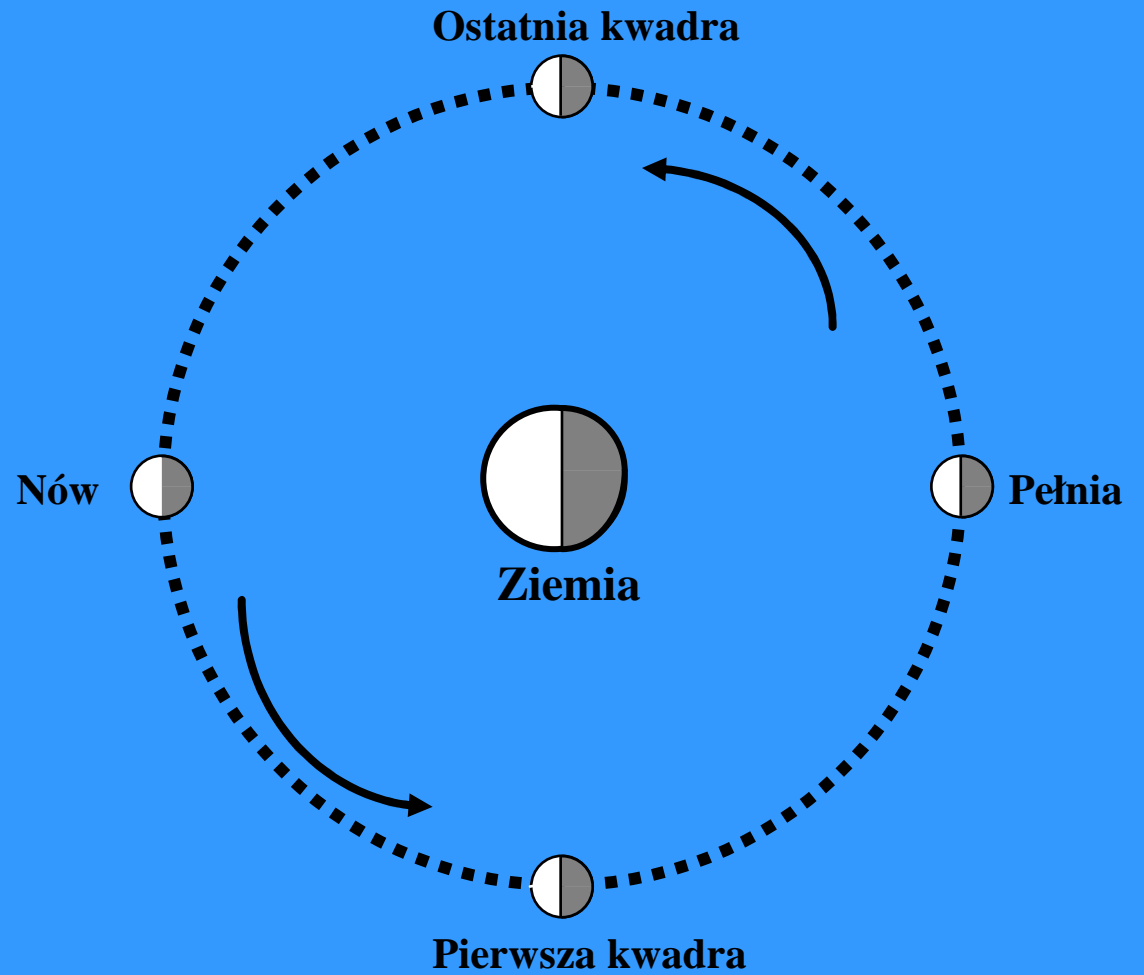
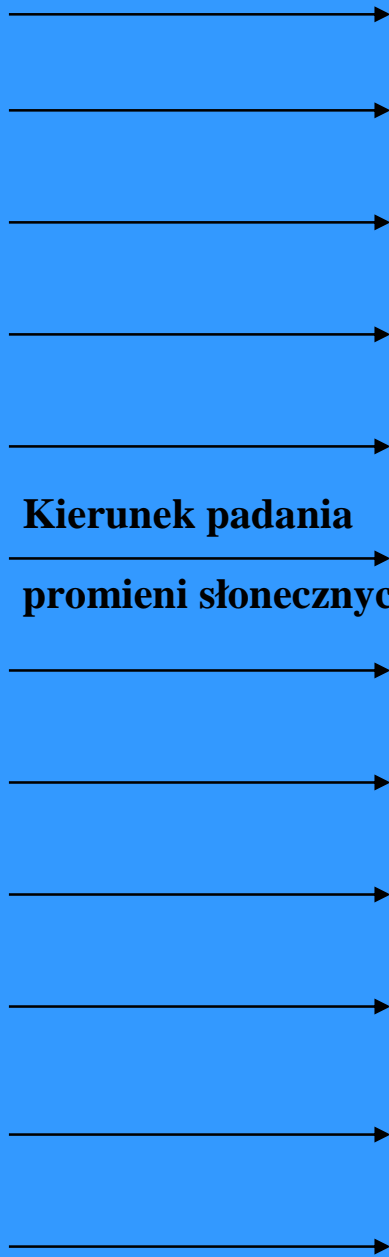
Krater Kopernik



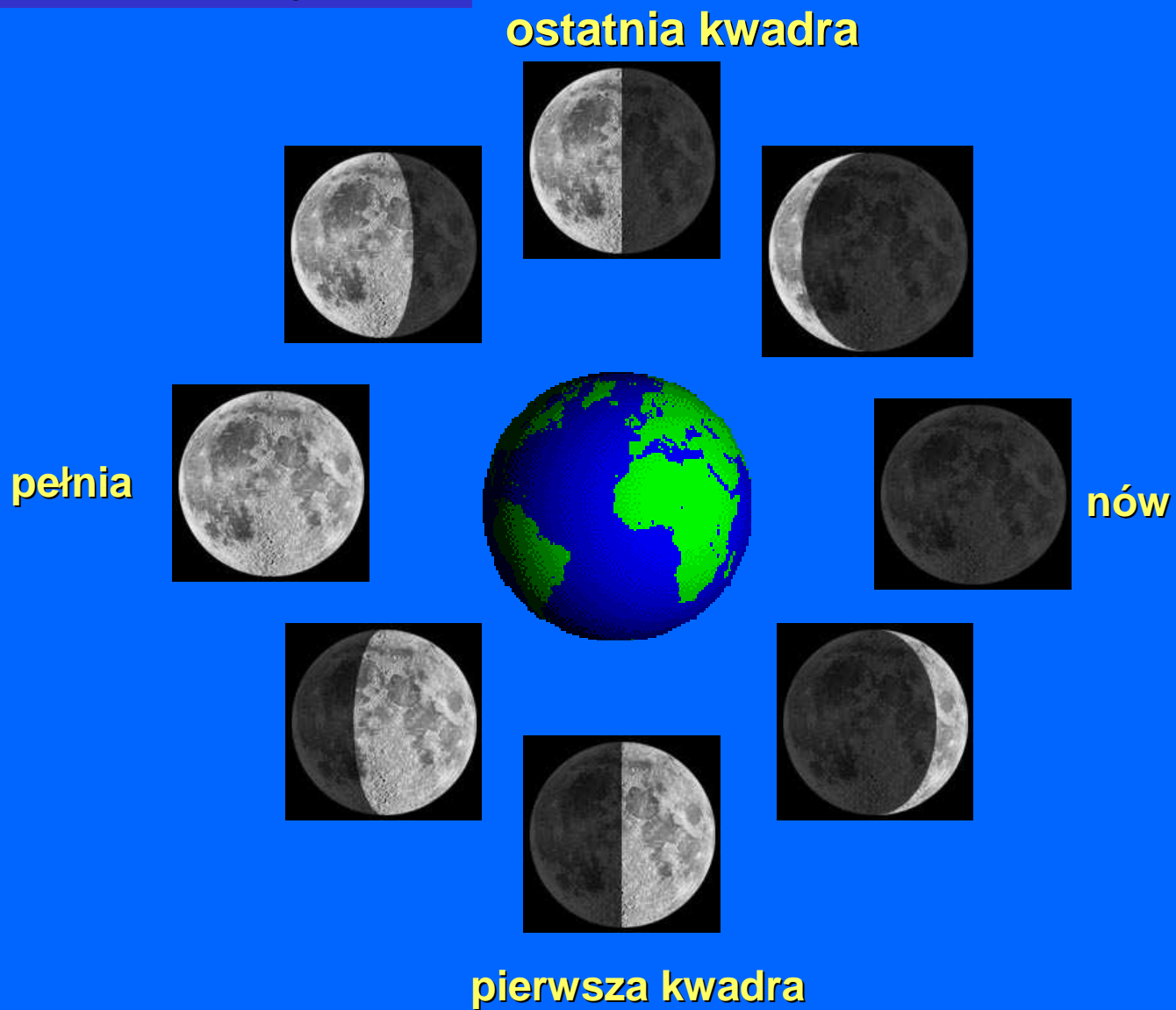


MAPA WIDOCZNEJ PÓLKULI KSIĘŻYCA

Fazy Księżyca



FAZY KSIĘŻYCA



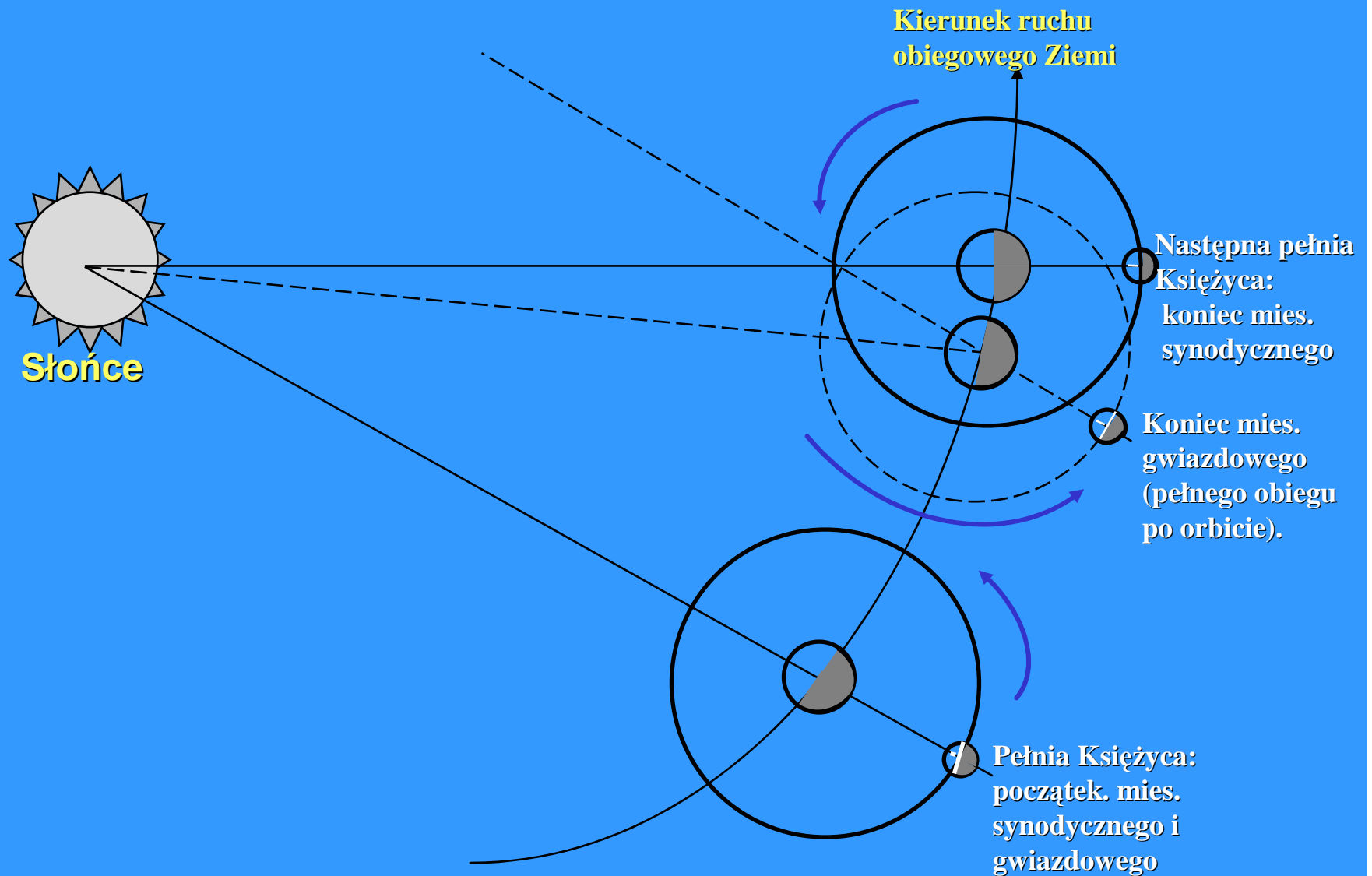
Ś
w
i
a
t
ł
o

S
ł
o
n
e
c
z
n
e

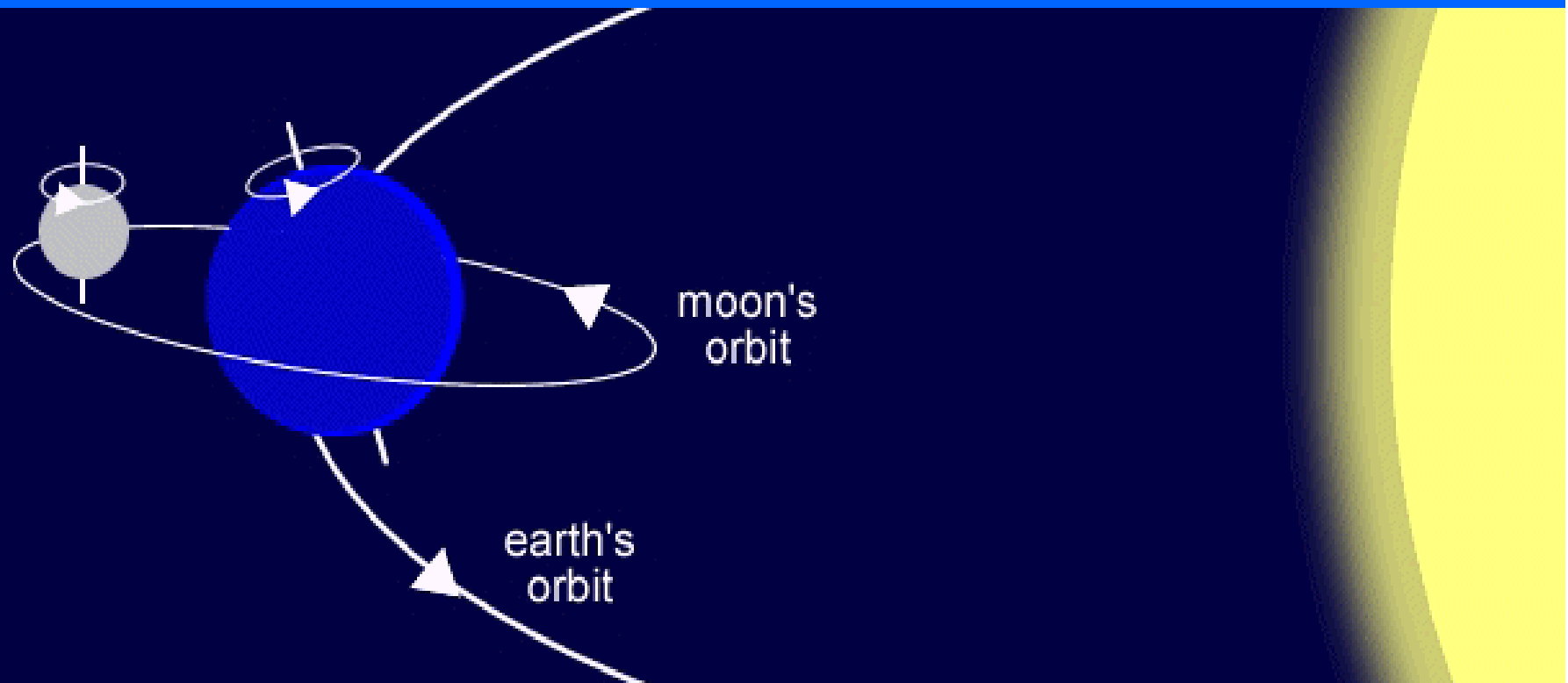
OKRES OBROTU KSIĘŻYCA WOKÓŁ SWOJEJ OSI (czyli doba na księżycu) JEST RÓWNY OKRESOWI OBIEGOWEMU WOKÓŁ ZIEMI – CZYLI 27.32 DNI.

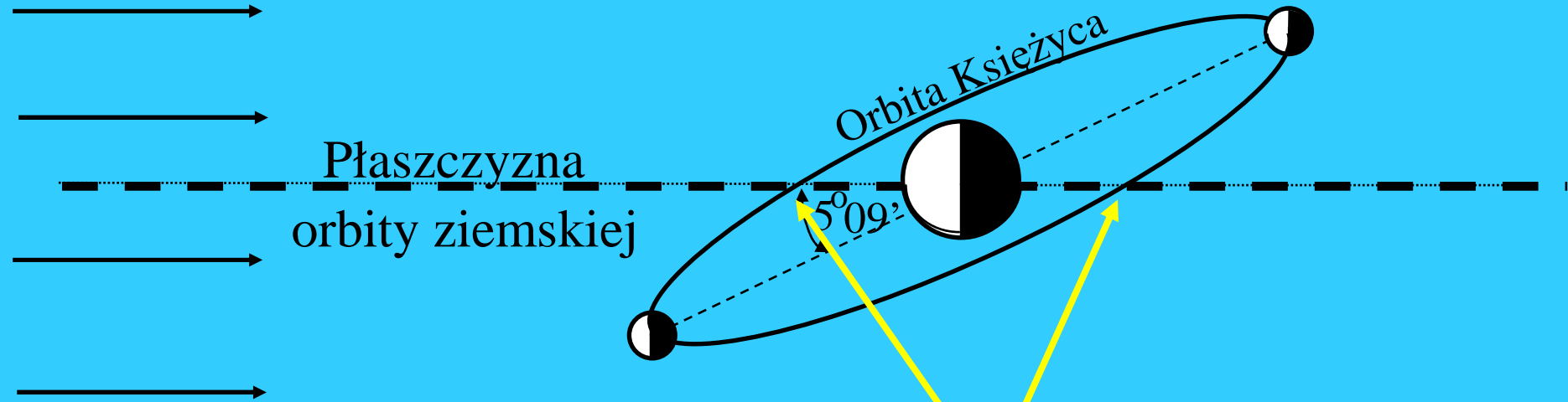
TEN „SYNCHRONIZM” SPOWODOWANY ZOSTAŁ PŁYWOWYMI ODDZIAŁYWANAMI ZIEMI I KSIĘŻYCA.

Miesiąc: gwiazdowy [27.3216dni] i synodyczny [29.5306dni]

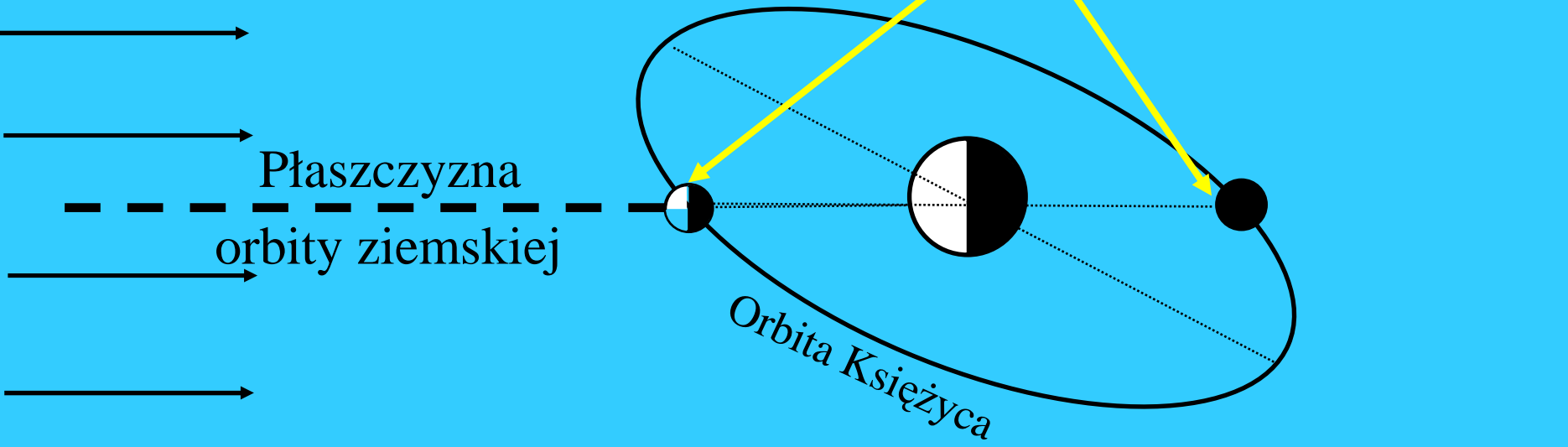


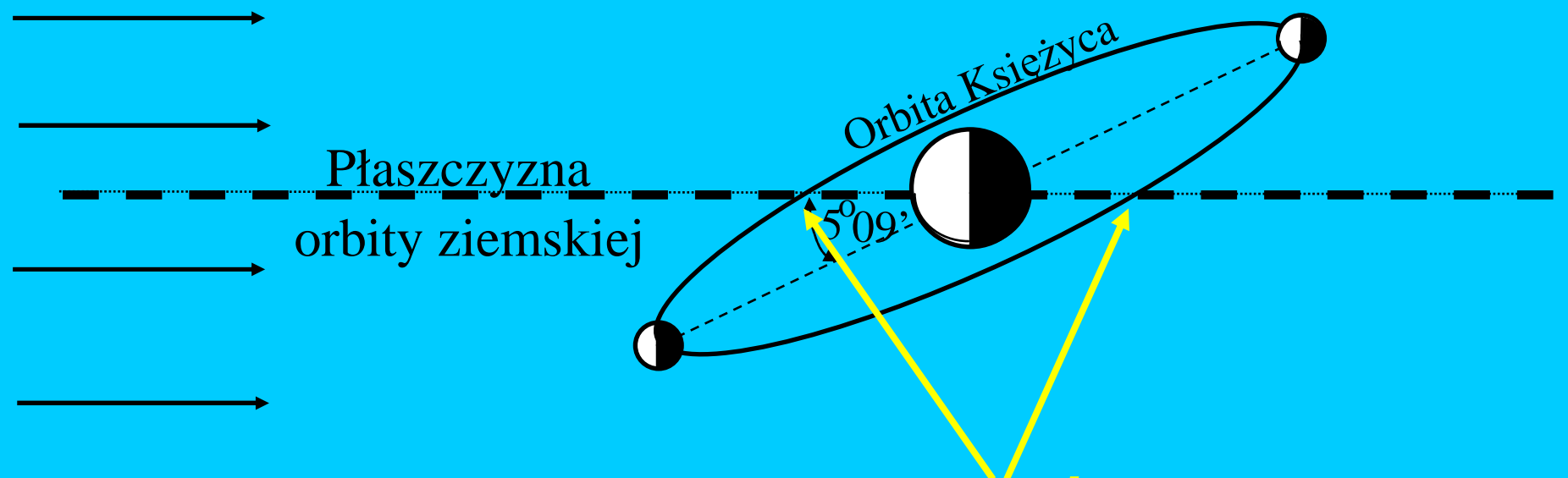
ORIENTACJA PRZESTRZENNA I NACHYLENIE ORBITY KSIĘŻYCA





Nachylona Orbita Księżyca i jej tzw. węzły





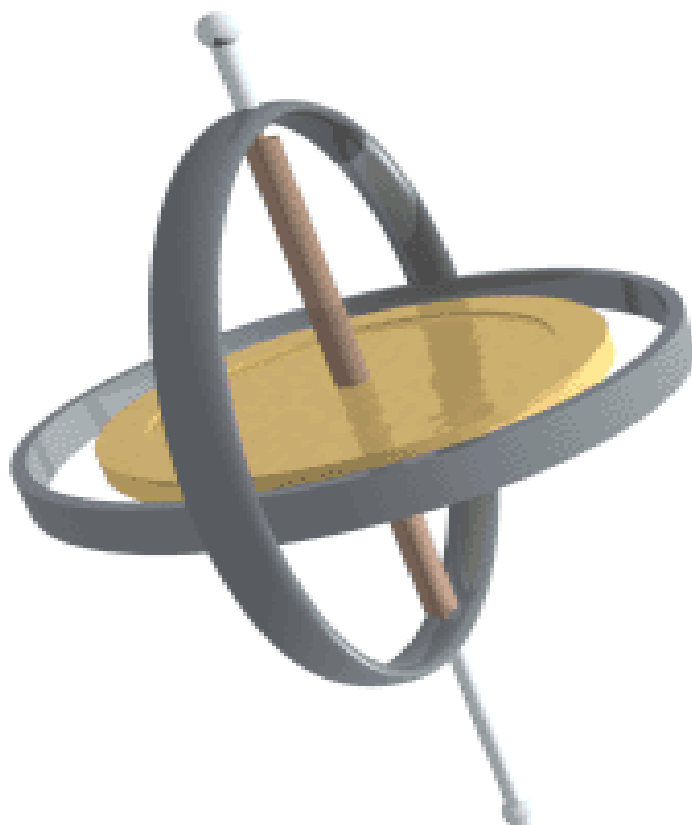
Nachylona Orbita Księżyca i jej tzw. węzły

Ruch precesyjny orbity Księżyca powoduje przesuwanie się węzłów orbity. (pełen ich obrót trwa ok. 18.6 lat) .

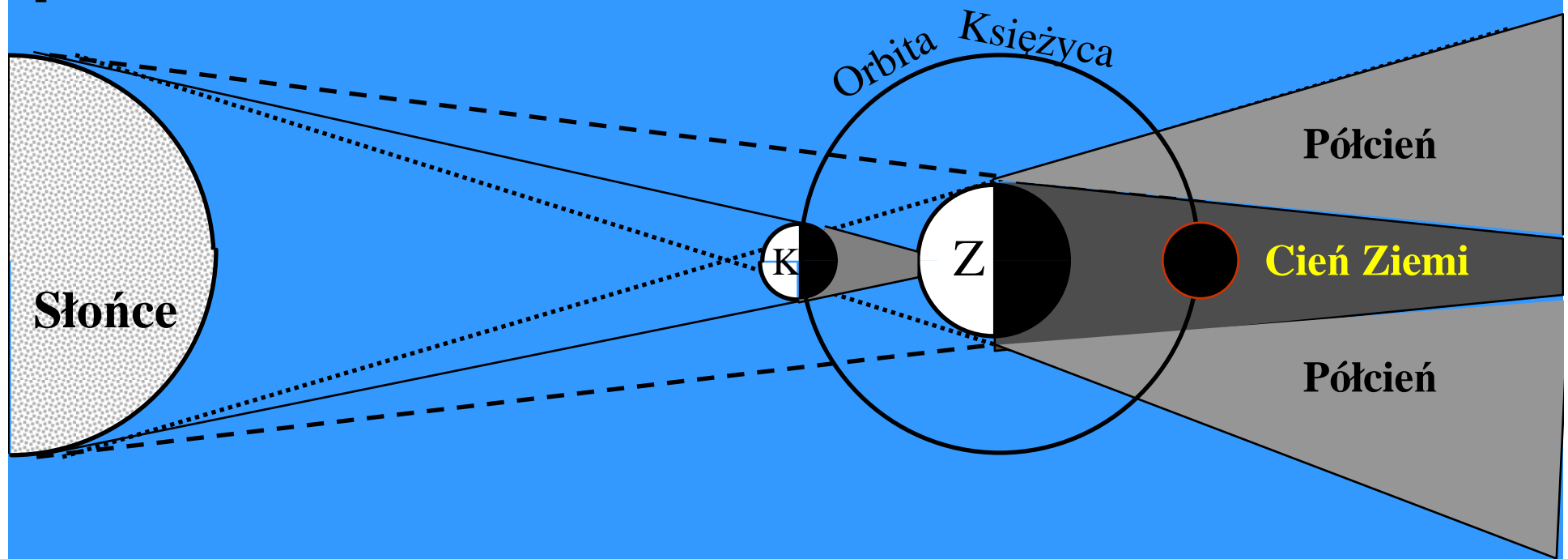
MIESIĄC SMOCZY to odstęp czasu pomiędzy kolejnymi przejściami Księżyca przez ten sam węzeł orbity.

Trwa on 27.2122 dni.

ILUSTRACJA ZJAWISKA PRECESJI



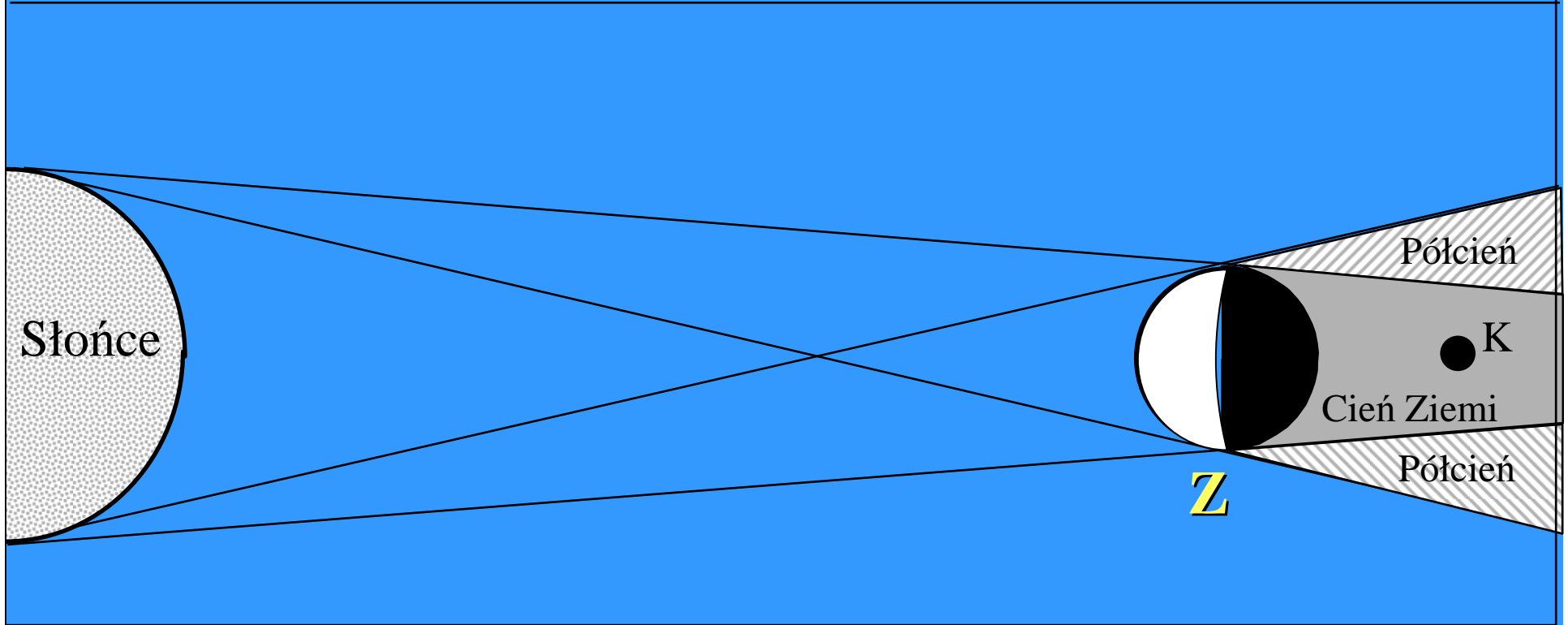
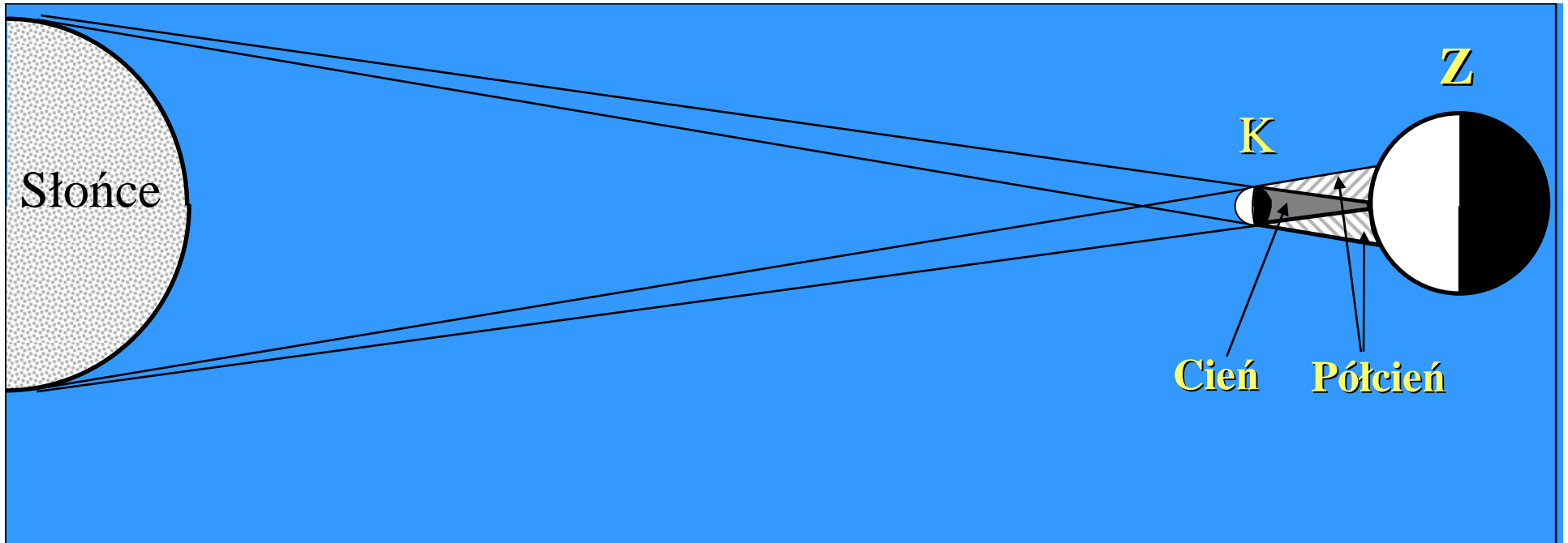
Schemat powstawania zaćmień Słońca i Księżycy

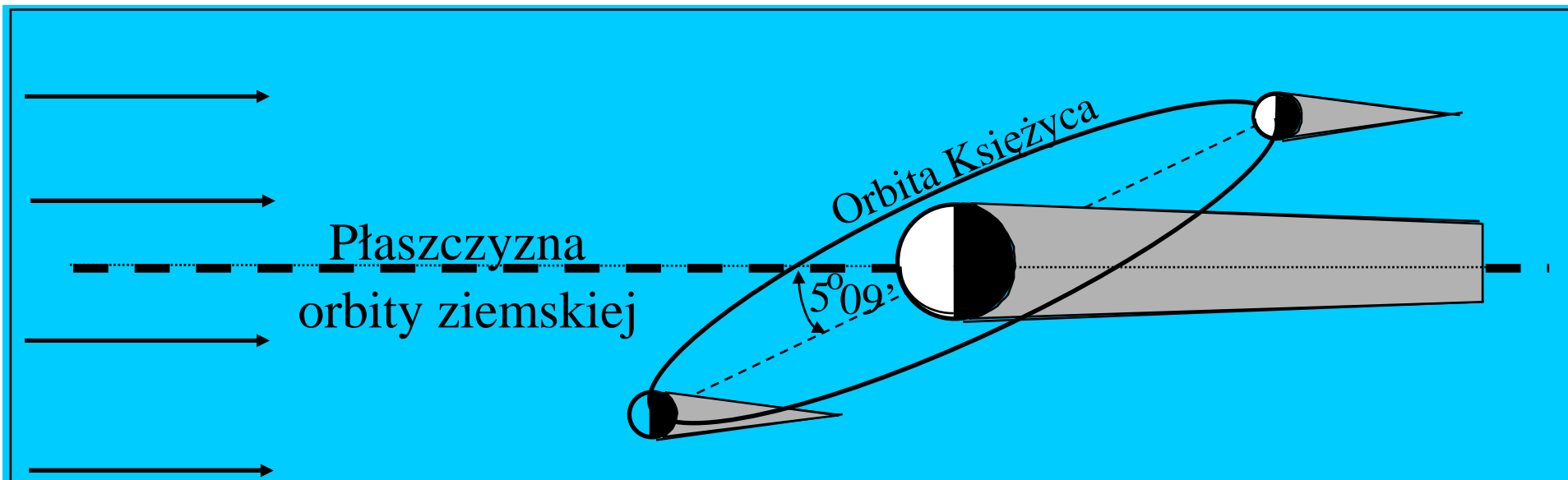


RZECZYWISTE PROPORCJE ROZMIARÓW ZIEMI I KSIĘŻYCA ORAZ ICH CIENI

Z

K



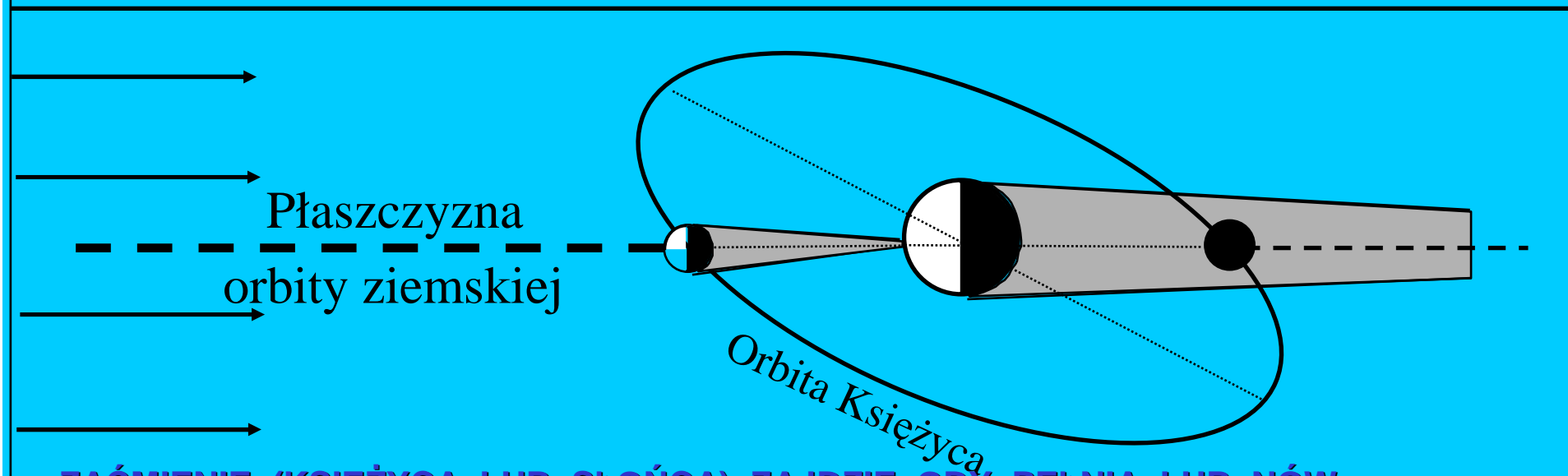


Płaszczyzna
orbity ziemskiej

Orbita Księżyca

$5^{\circ}09'$

W TAKIEJ SYTUACJI ŻADNEGO ZAĆMIENIA NIE BĘDZIE

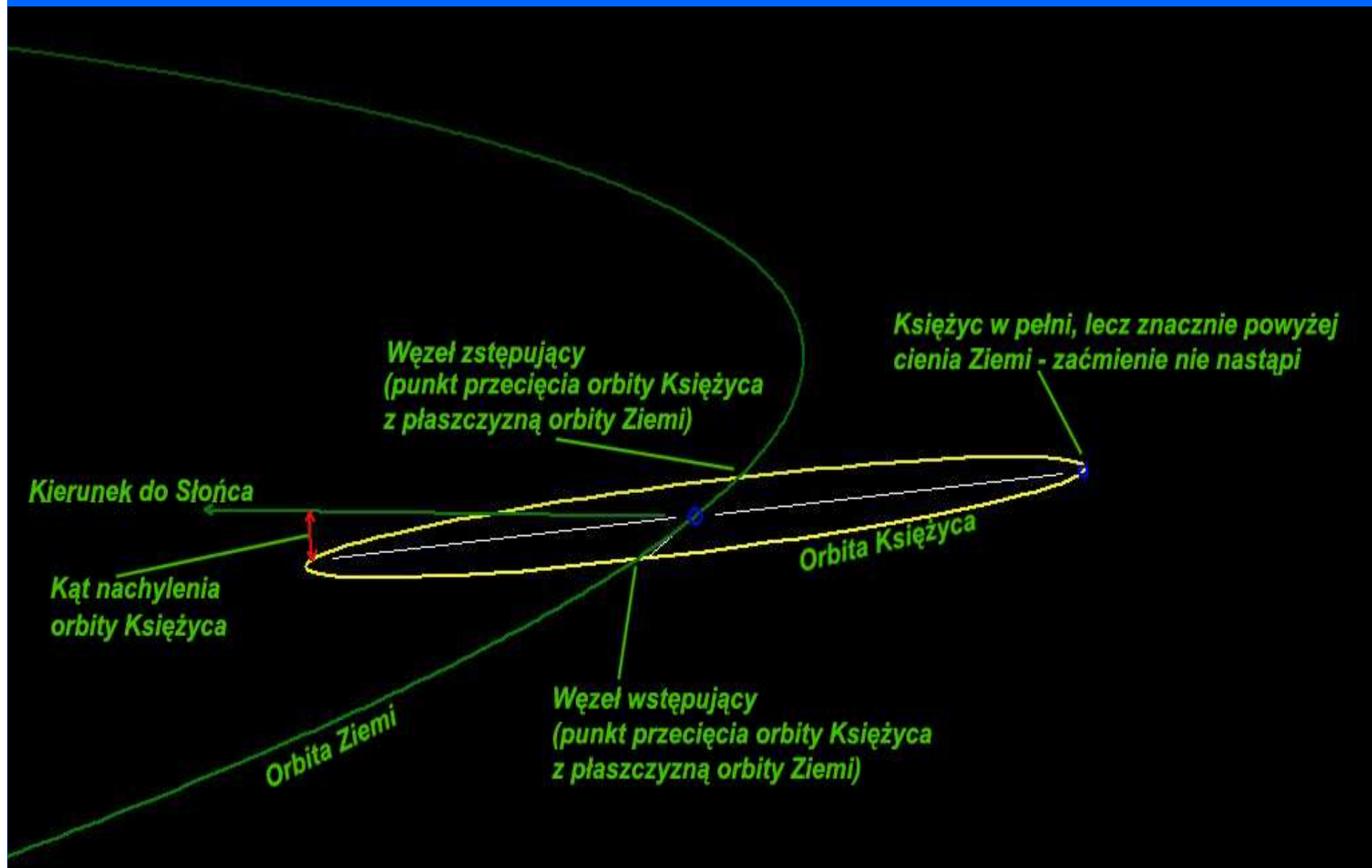


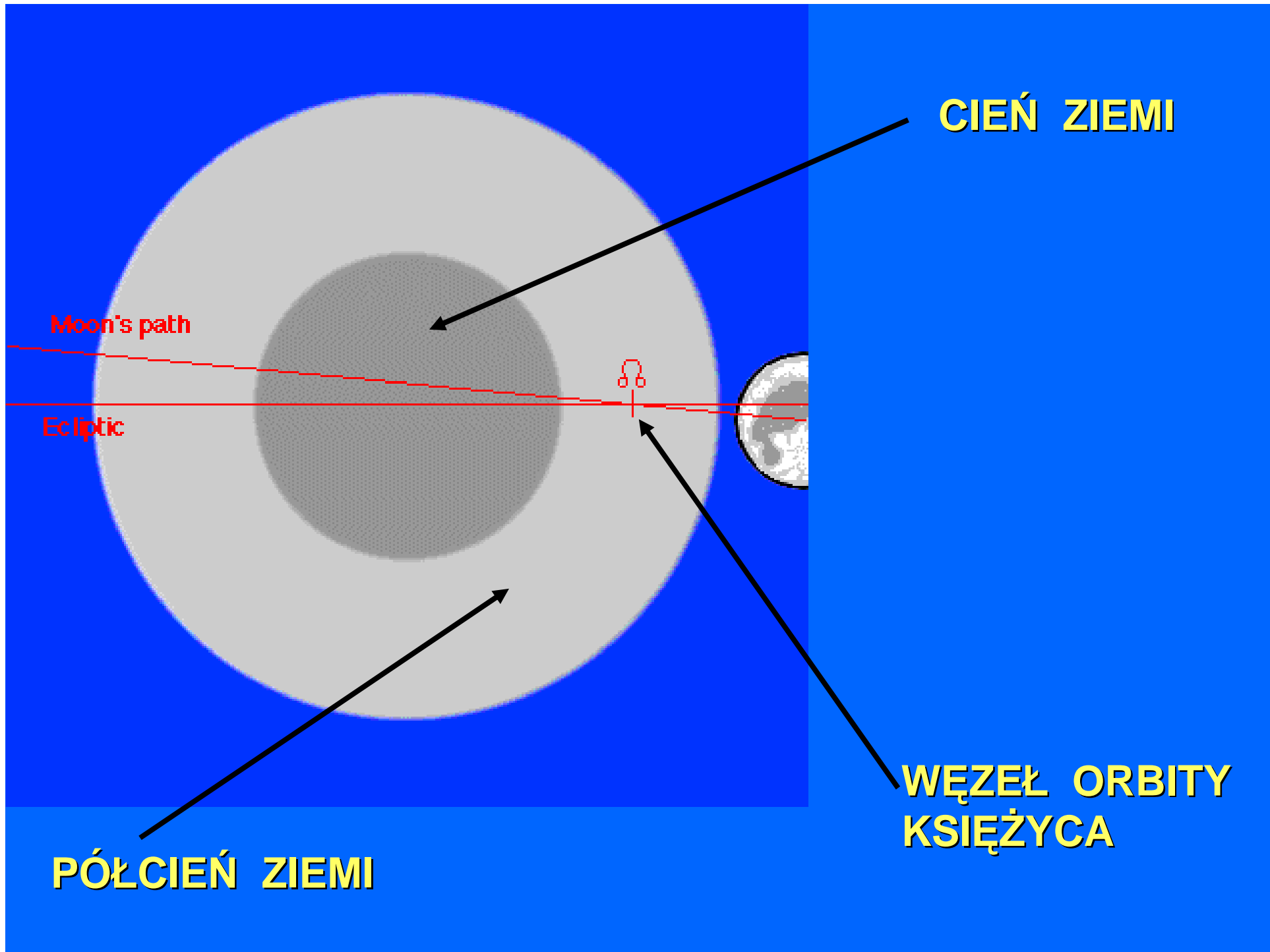
Płaszczyzna
orbity ziemskiej

Orbita Księżyca

**ZAĆMIENIE (KSIĘŻYCA LUB SŁOŃCA) ZAJDZIE GDY PEŁNIA LUB NÓW
PRZYPADNĄ W POBLIŻU WĘZŁA ORBITY KSIĘŻYCA**

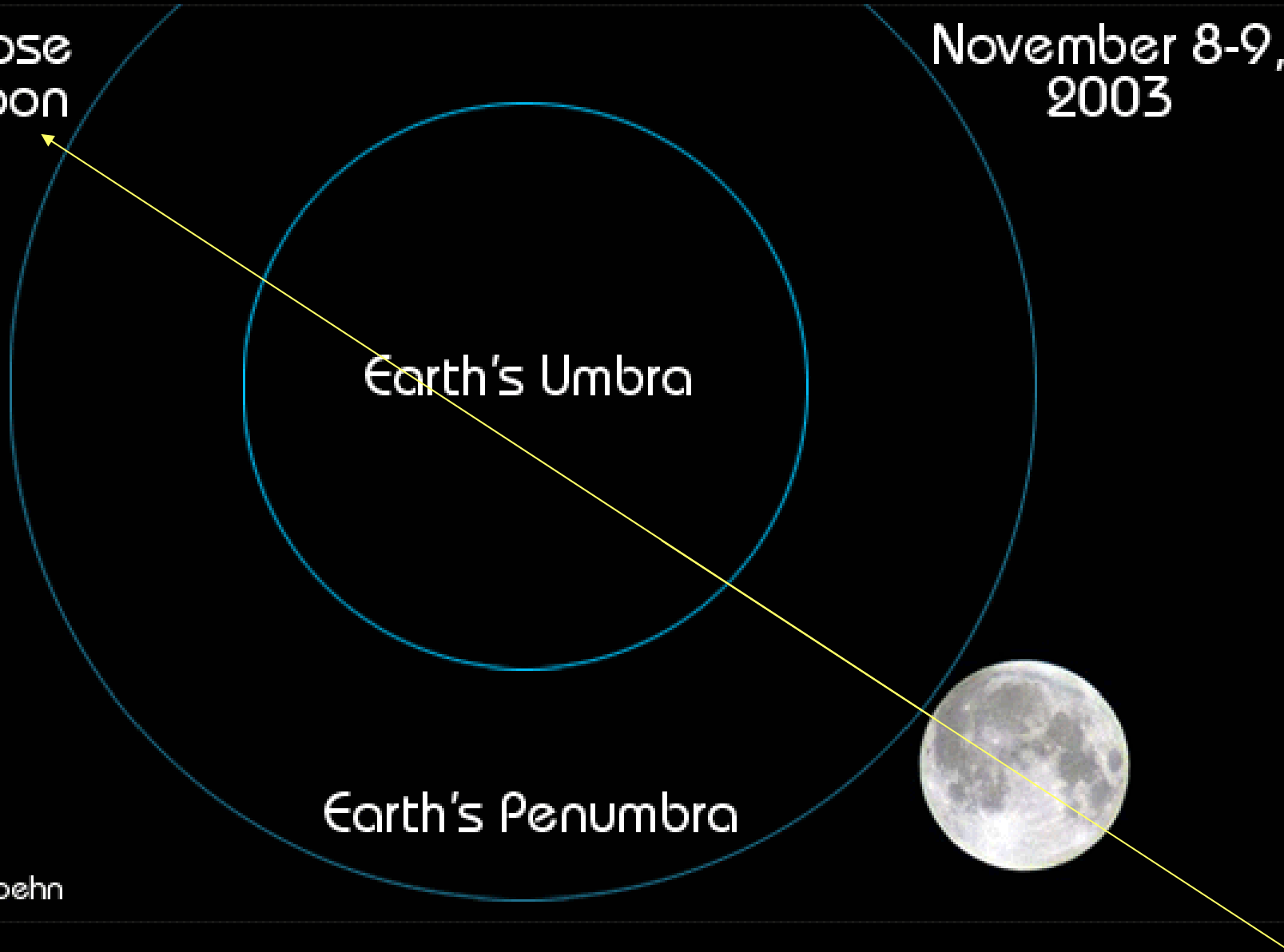






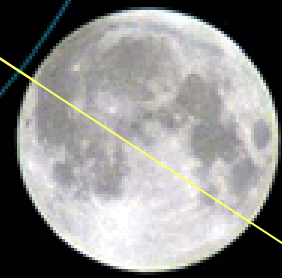
Total Eclipse
of the Moon

November 8-9,
2003

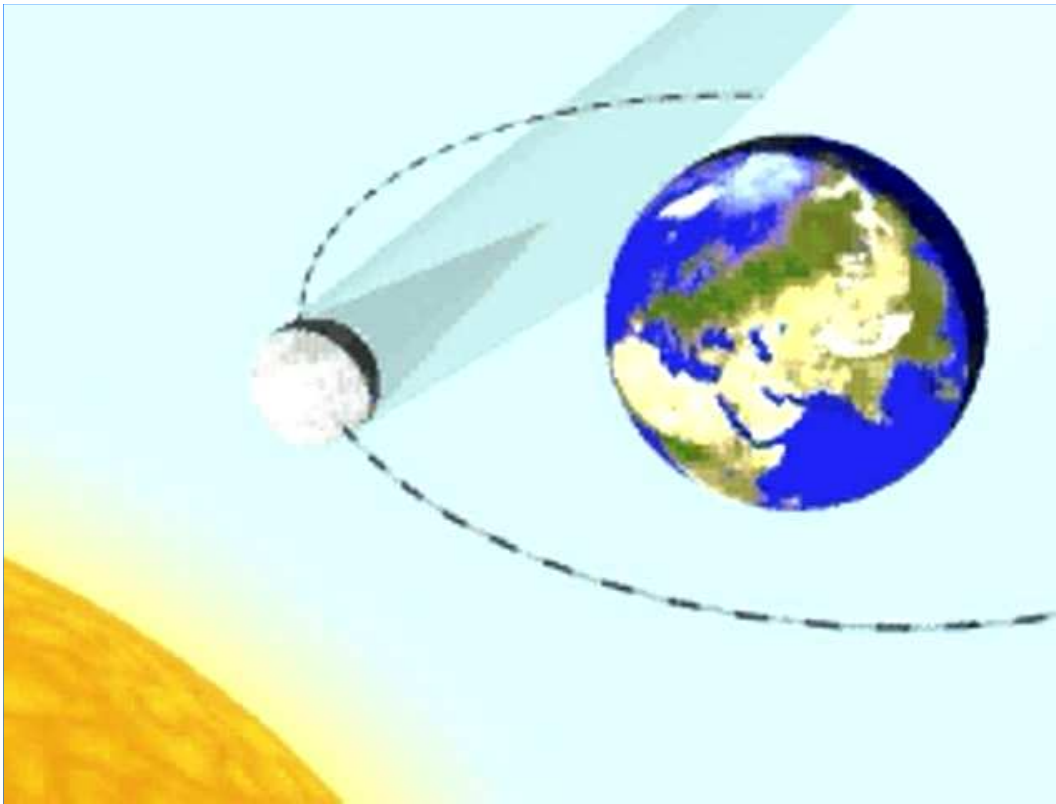


Earth's Umbra

Earth's Penumbra



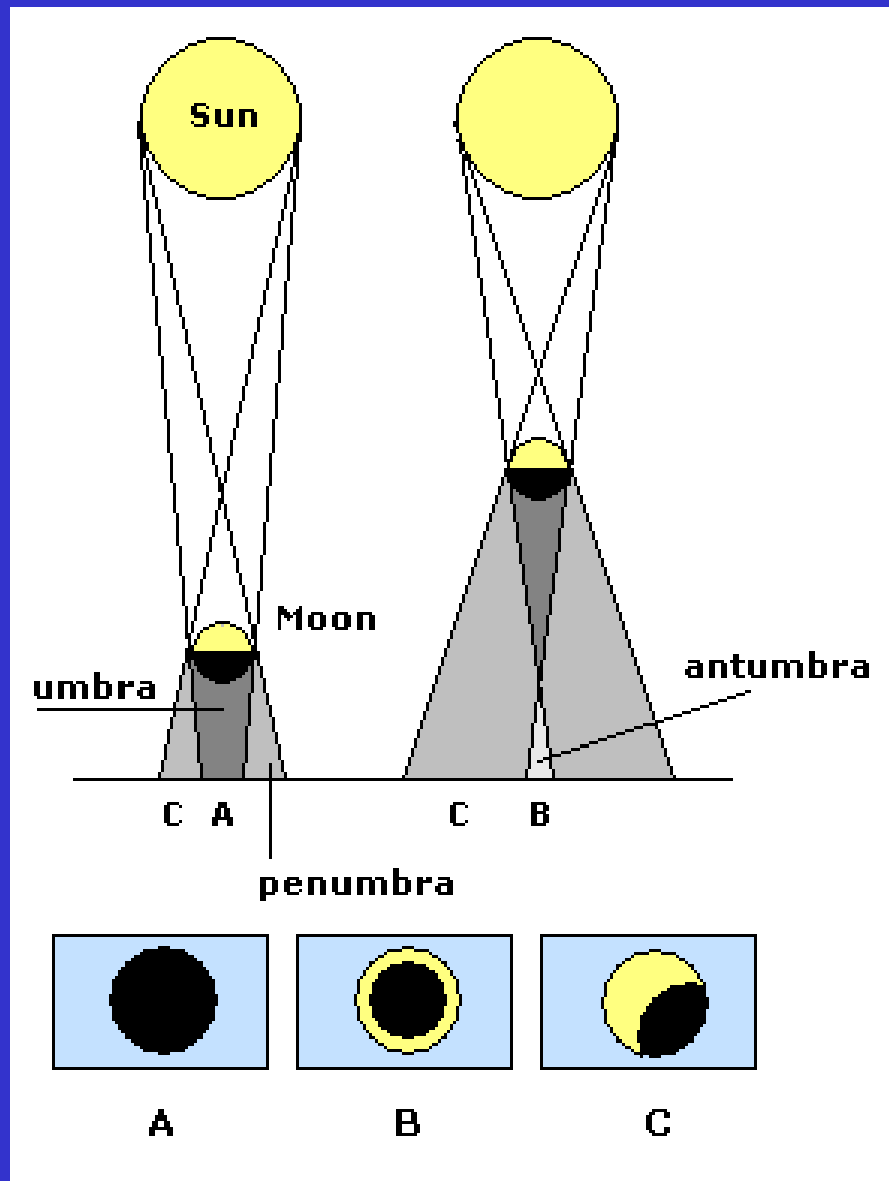
© 2003 Larry Koehn



**CIĘŃ KSIĘŻYCA
PADAJĄCY NA
ZIEMIĘ (TAM
JEST W DANEJ
CHWILI ZAĆMIENIE
SŁOŃCA)**

Przebieg częściowego zaćmienia Słońca



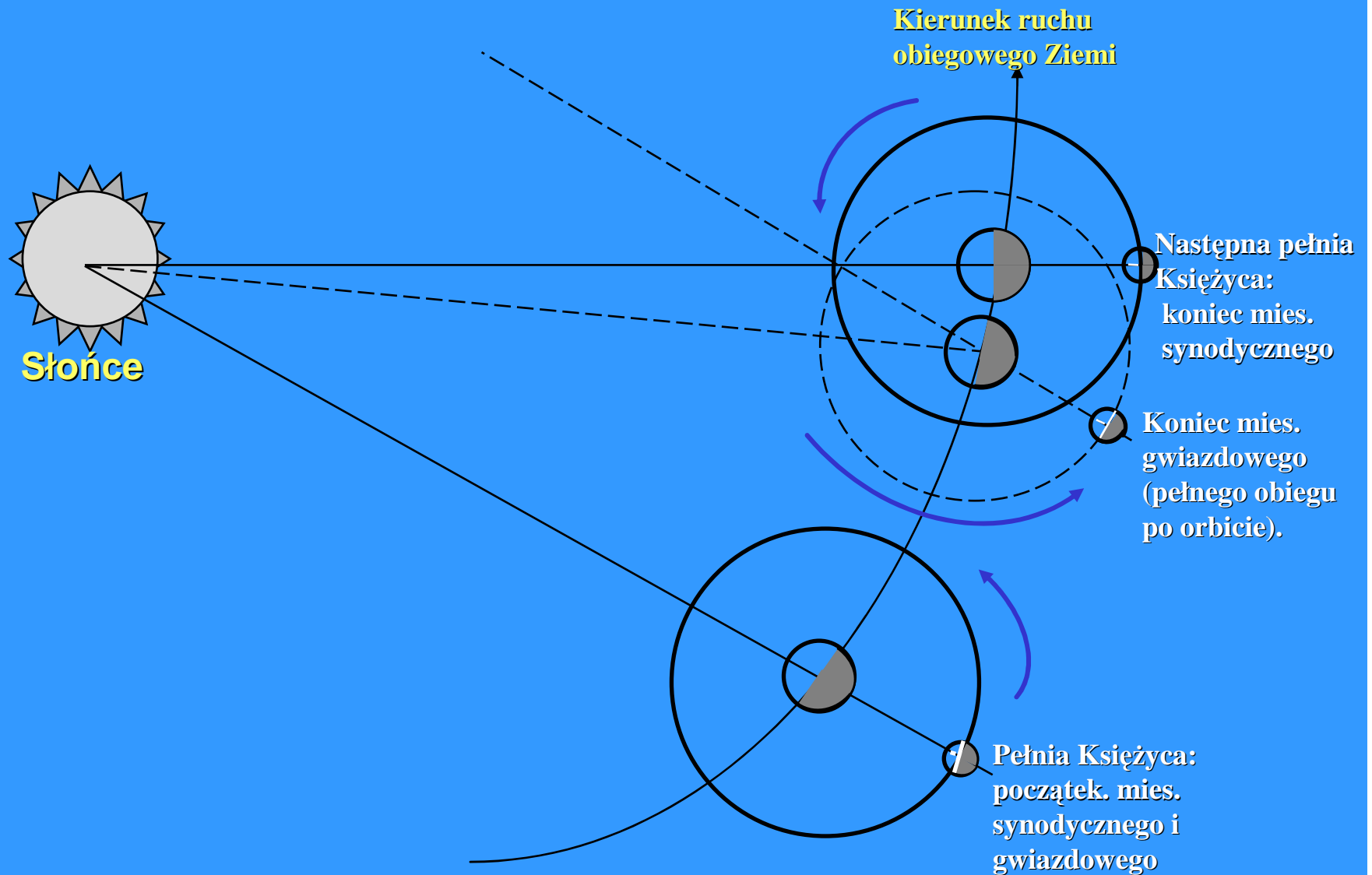


Rodzaje zaćmień Słońca:

- A Całkowite,
- B Obrączkowe,
- C Częściowe lub hybrydowe.

Miesiąc: gwiazdowy i synodyczny

[27.3216dni] [29.5306dni]



KILKA DEFINICJI „MIESIĄCA” STOSOWANYCH W OPISIE RUCHU ORBITALNEGO KSIĘŻYCA

mies. Gwiazdowy – okres czasu potrzebny na jedno pełne okrążenie Księżycy (o 360°) po orbicie wokół Ziemi

mies. Synodyczny – odstęp czasu pomiędzy takimi samymi fazami Księżycy (np. od pełni do pełni)

mies. Smoczy – odstęp czasu pomiędzy kolejnymi przejściami Księżycy przez ten sam węzeł orbity

mies. Anomalistyczny - odstęp czasu pomiędzy kolejnymi przejściami Księżycy przez perigeum orbity.

CYKLICZNOŚĆ ZAĆMIEŃ SŁOŃCA I KSIĘŻYCA

mies. Gwiazdowy	- 27.321582 dni = 27 ^d 07 ^h 43 ^m 11 ^s
mies. Synodyczny	- 29.530589 dni = 29 ^d 12 ^h 44 ^m 26 ^s
mies. Smoczy	- 27.212221 dni = 27 ^d 05 ^h 05 ^m 36 ^s
mies. Anomalistyczny	- 27.554550 dni = 27 ^d 13 ^h 18 ^m 33 ^s

SAROS = 6585.352 dni = 6585^d08^h27^m
= 18 lat 11 dni 08 godz 27 min
zawiera:
223 mies. Synodyczne
242 mies. Smocze
239 mies. Anomalistycznych

CYKLICZNOŚĆ ZAĆMIEŃ SŁOŃCA I KSIĘŻYCA

SAROS = 6585.352 dni = 6585^d08^h27^m
= 18 lat 11 dni 08 godz 27 min
zawiera:
223 mies. Synodyczne
242 mies. Smocze
239 mies. Anomalistycznych

Po okresie sarosy powtarzają się zaćmienia o podobnych cechach. W okresie 1 sarosu dochodzi do około 70 zaćmień, w tym około 42 zaćmienia Słońca i ok. 28 – zaćmień Księżycyca.

Liczba zaćmień Słońca w roku	co najmniej 2 co najwyżej 5
Liczba zaćmień Księżyca w roku	co najwyżej 5
Liczba zaćmień Księżyca na 1000 lat	około 1500 w tym ok. 700 całkowitych
Okres obiegu Ziemi wokół Słońca	1 rok = 365,2421988 dni
Okres obiegu Księżyca wokół Ziemi (tzw. miesiąc synodyczny, czyli okres pomiędzy tymi samymi fazami Księżyca)	29,5306 dni
Liczba miesięcy synodycznych w roku	12 miesięcy + 10,875 dnia
Miesiąc w kalendarzu księżycowym	30 dni
Liczba miesięcy w roku w kalendarzu księżycowym	12
Okres obiegu węzłów	18,6 roku
Miesiąc smoczy (czas między przejściami Księżyca przez ten sam węzeł)	27 dni 5h 5m 36s
Miesiąc gwiazdowy (czas między przejściami Księżyca przez to samo miejsce na tle gwiazd)	27 dni 7h 43m 11,42s
Okres obrotu perigeum orbity Księżyca	8,85 roku
Miesiąc anomalistyczny (czas pomiędzy przejściami przez perigeum)	27 dni 13h 18m 37s
Nachylenie orbity Księżyca	ok. 5 stopni

Nazwy MIESIAC SMOCZY oraz SAROS pochodzą prawdopodobnie ze starożytnej Mezopotamii .

Tamtejsi kapłani – mędrcy zauważyli, że tylko w określonych miejscach na niebie (zwanych dziś węzłami) mogą zajść zaćmienia Słońca i Księżyca – zapewne dlatego, że czai się tam jakiś smok usiłujący zjeść Słońce bądź Księżyc.

Wiedza ta przeniknęła także do starożytnego Egiptu.

Jednak już w starożytnej Grecji znano prawdziwą przyczynę zaćmień.

Zbieżność długości okresu SAROS (18 lat 11 dni) oraz okresu obiegu precesyjnego węzłów orbity Księżyca (18.6 lat) jest raczej przypadkowa. Sprzyja jednak zauważeniu i skojarzeniu periodyczności zaćmień o okresie ok. 18 lat z ułamkiem.

ISTNIEJE JESZCZE JEDNA WIELKOŚĆ (I KOINCYDENCJA) - tzw. ROK SMO CZY - czyli ODSTĘP CZASU POMIĘDZY KOLEJNYMI PRZEJŚCIAMI SŁOŃCA NA NIEBIE PRZEZ TEN SAM WĘZEL ORBITY KSIĘŻYCOWEJ.

PONIEWAŻ NA SKUTEK PRECESJI ORBITY WĘZŁY PRZESUWAJĄ SIĘ WSTECZNIE PO EKLIPTYCE WIĘC: ROK SMO CZY MA 346^d,62005

NATOMIAST 19 LAT SMO CZYCH TO:

$$19 \times 346.62005 = 6585^{\text{d}}.78095 = 6585^{\text{d}} 18^{\text{h}} 44^{\text{m}} 33^{\text{s}}$$

a więc znowu prawie okres **SAROS**

PODSUMOWUJĄC: **6585 dni** (z ułamkiem!!!) TO :

223 mies. Synodyczne

242 mies. Smocze

239 mies. Anomalistycznych

19 lat Smocznych

SAROS NIE JEST WIĘC CAŁKOWITĄ LICZBĄ DNI A POZA TYM TE „UŁAMKI” SĄ DLA KAŻDEGO RODZAJU MIESIĄCA NIECO RÓŻNE.

A WIĘC PO OKRESIE SAROS (18 lat 11 dni + ok. 8.5 godz.) SEKWENCJE ZAĆMIEŃ BĘDĄ POWTARZAĆ SIĘ LECZ NIE CAŁKIEM IDENTYCZNIE I NIE W TYCH SAMYCH MIEJSCACH NA ZIEMI.

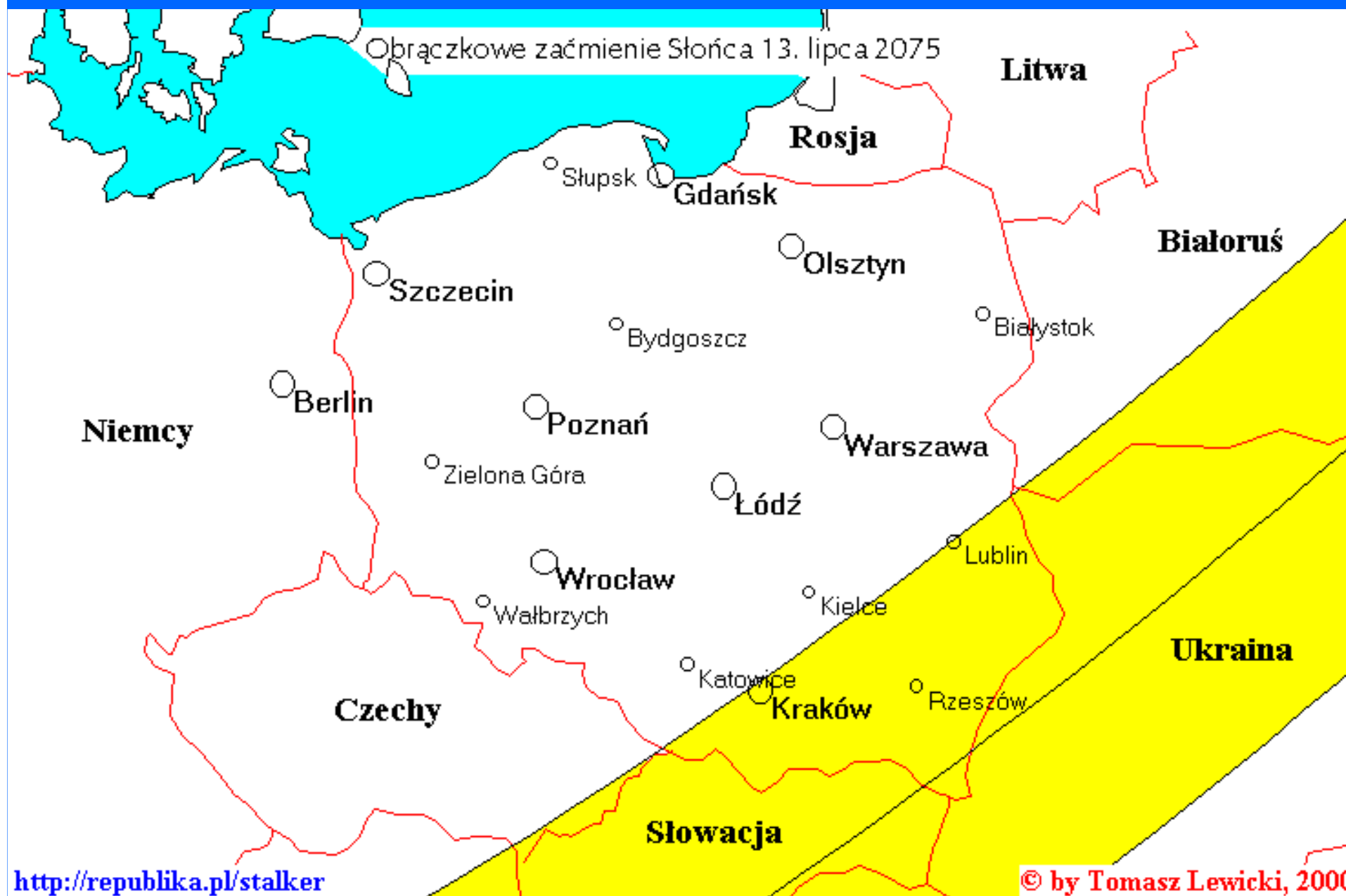
ZAĆMIENIE KSIĘŻYCA WIDOCZNE JEST NA CAŁYM NOCNYM OBSZARZE ZIEMI. ŁATWIEJ WIĘC ZAUWAŻYĆ PRAWIDŁOWOŚĆ I POWTARZALNOŚĆ TYCH ZAĆMIEŃ W CYKLU SAROS

ZAĆMIENIE SŁOŃCA (ZWŁASZCZA CAŁKOWITE) JEST ZJAWISKIEM BARDZIEJ LOKALNYM.

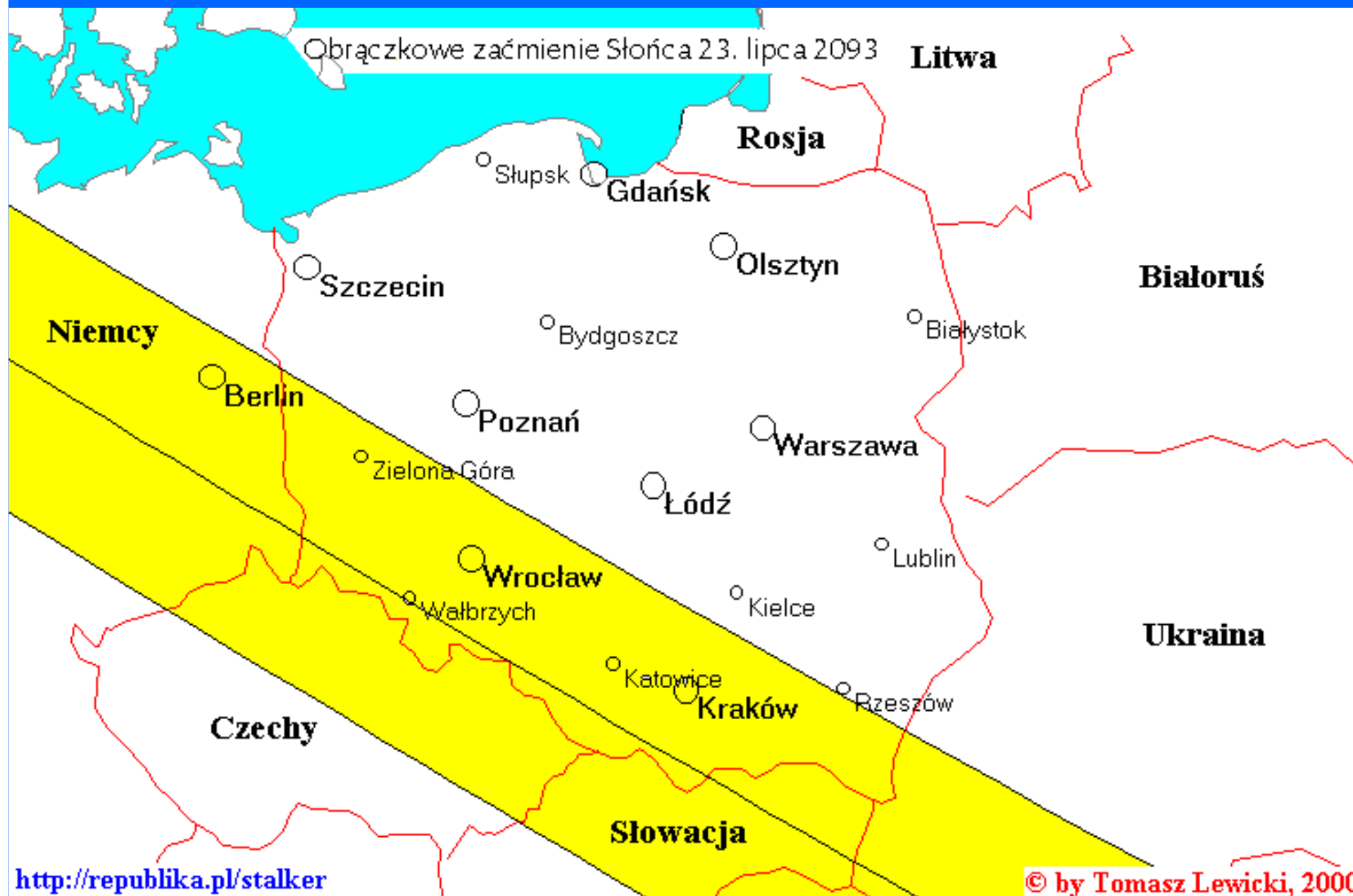
DLA TYCH ZAĆMIEŃ PRZYPADKOWE ZAUWAŻENIE JAKICHŚ REGULARNOŚCI I POWTARZALNOŚCI JEST PRAKTYCZNIE NIEMOŻLIWE

UWAŻA SIĘ ZA PRAKTYCZNIE NIEMOŻLIWE ABY STAROŻYTNI EGIPCJANIE I BABILOŃCZYCY MOGLI PRZEWIDYWAĆ ZAĆMIENIA SŁOŃCA NA WIELE LAT NAPRZÓD

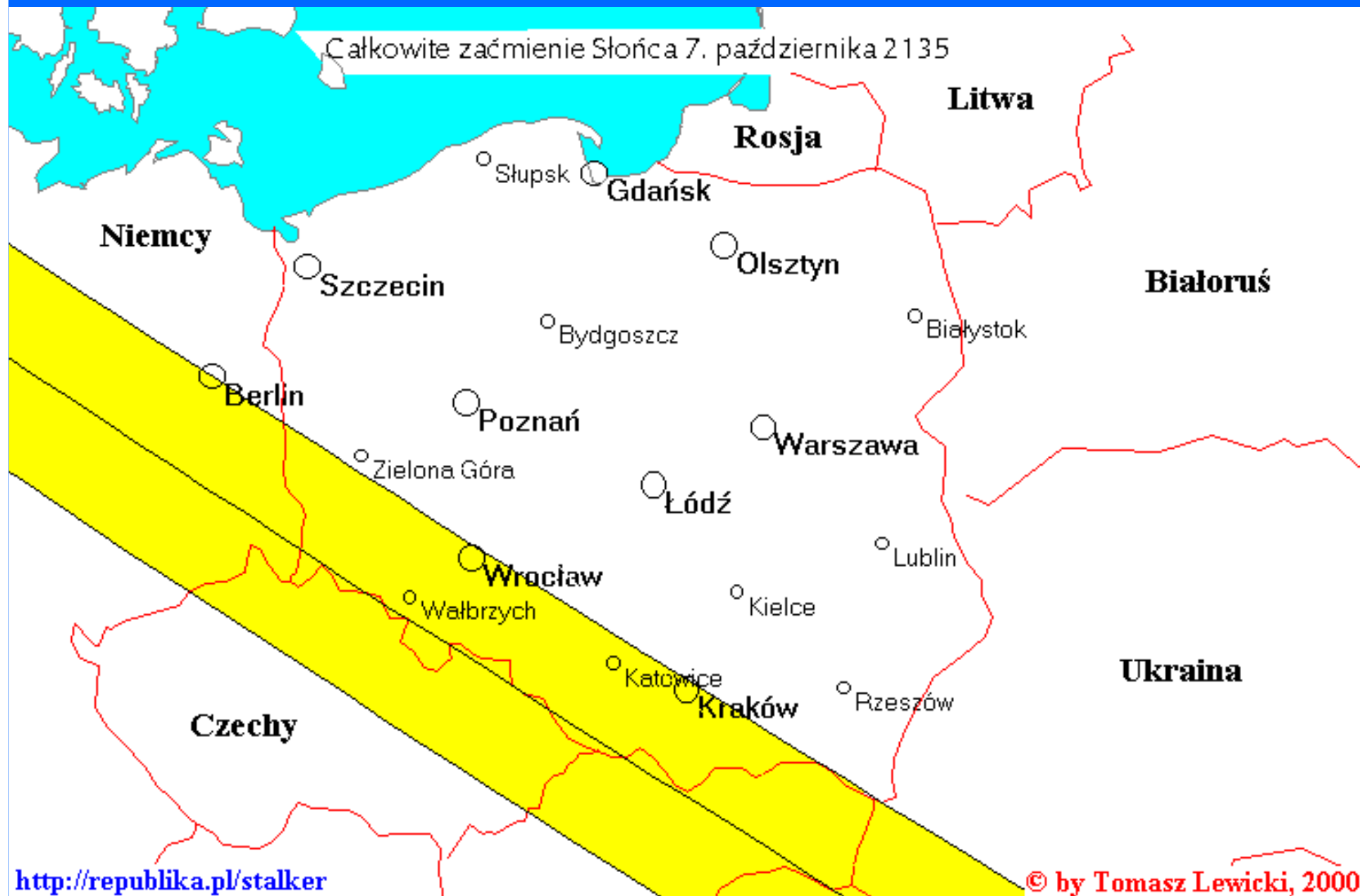
NAJBLIŻSZE ZAĆMIENIA SŁOŃCA WIDOCZNE W POLSCE



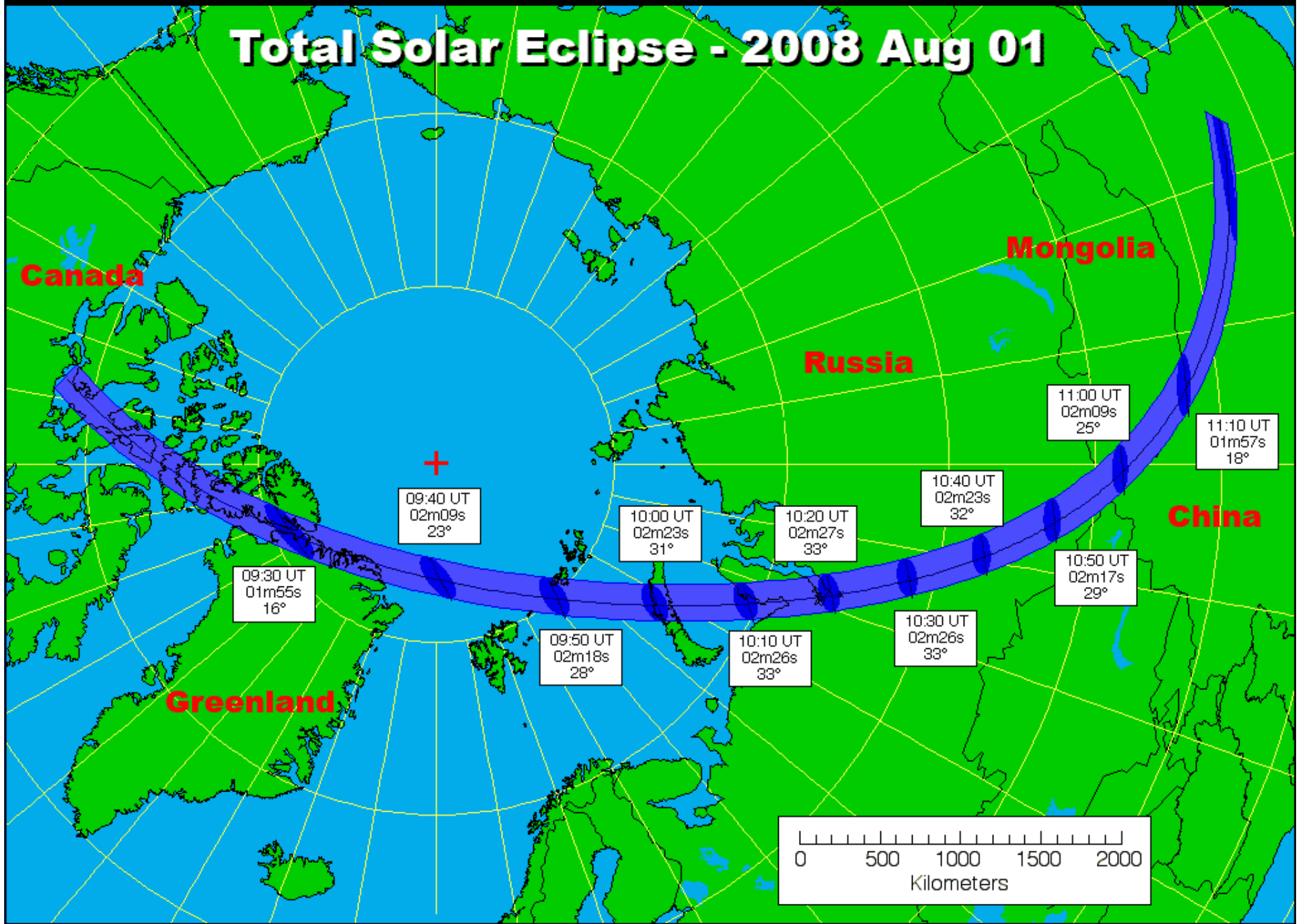
NAJBLIŻSZE ZAĆMIENIA SŁOŃCA WIDOCZNE W POLSCE



NAJBLIŻSZE ZAĆMIENIA SŁOŃCA WIDOCZNE W POLSCE

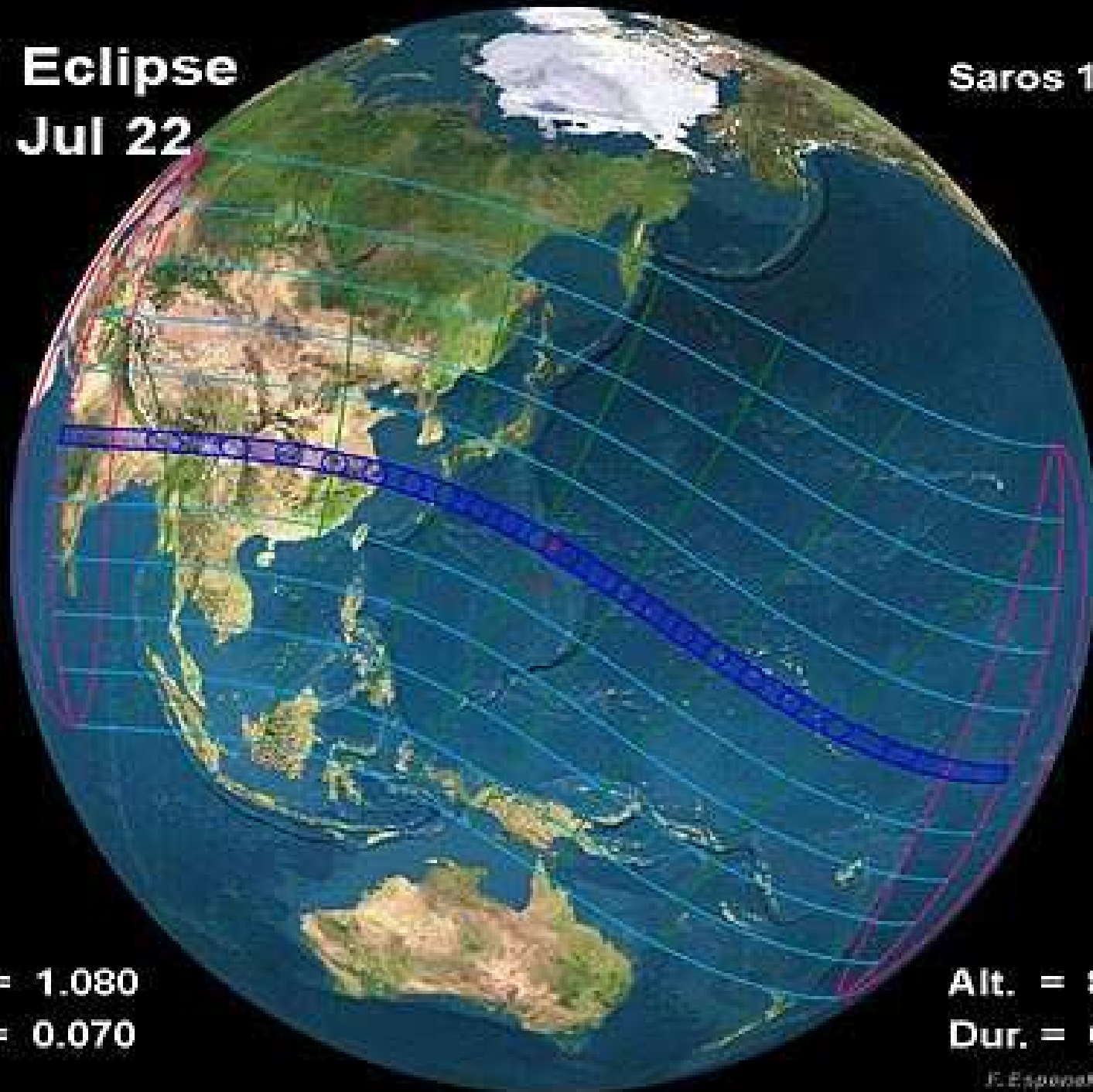


Total Solar Eclipse - 2008 Aug 01



**Total Eclipse
2009 Jul 22**

Saros 136

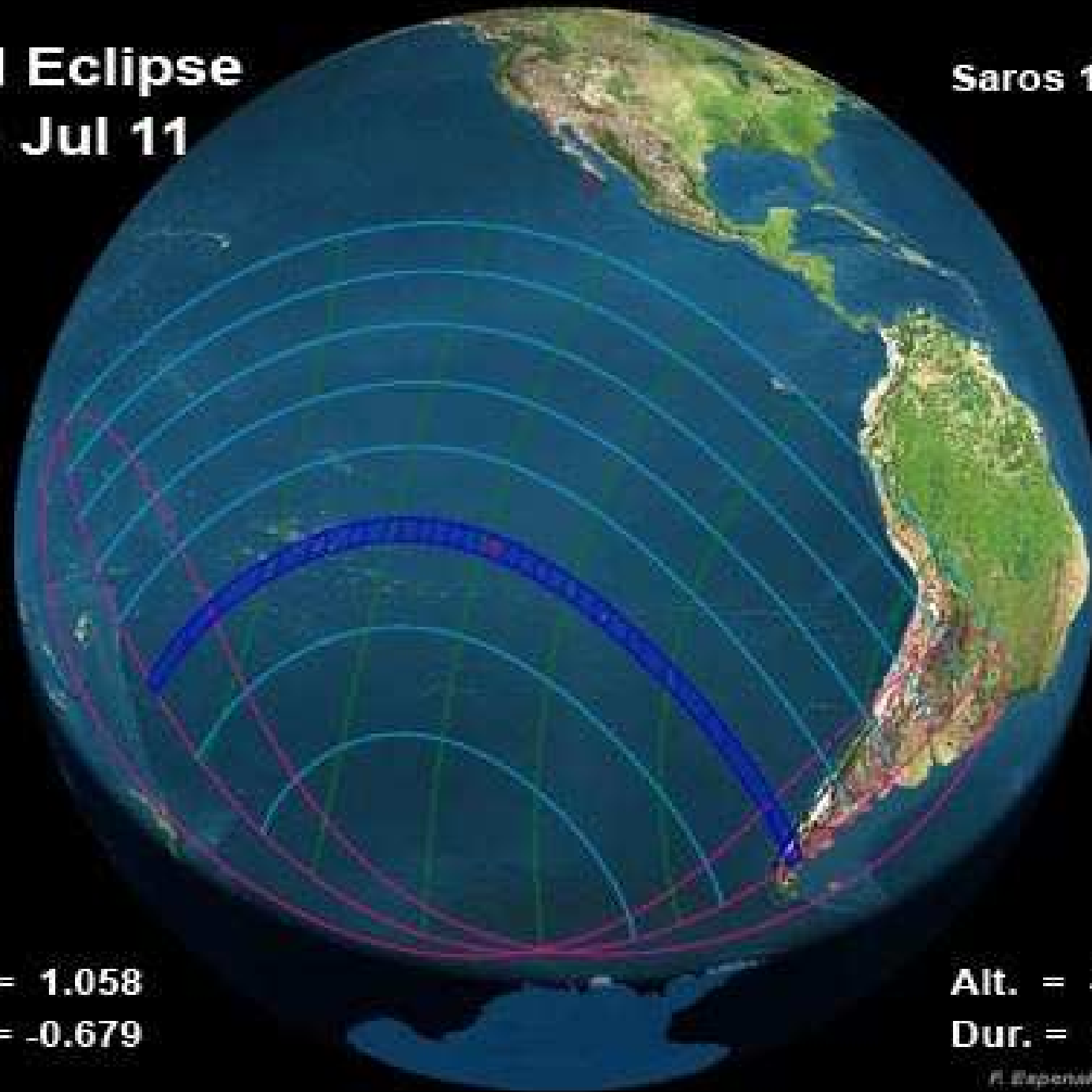


**Mag. = 1.080
Gam. = 0.070**

**Alt. = 86°
Dur. = 6^m 39^s**

**Total Eclipse
2010 Jul 11**

Saros 146

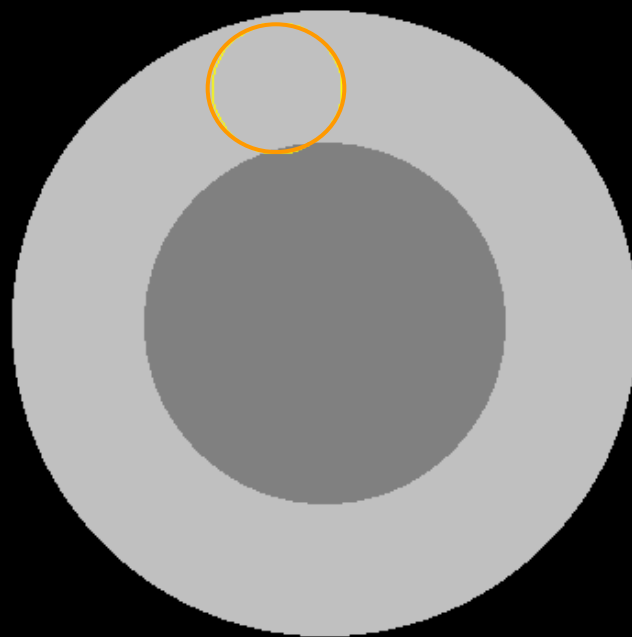
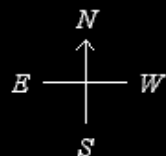


**Mag. = 1.058
Gam. = -0.679**

**Alt. = 47°
Dur. = 5^m 20^s**

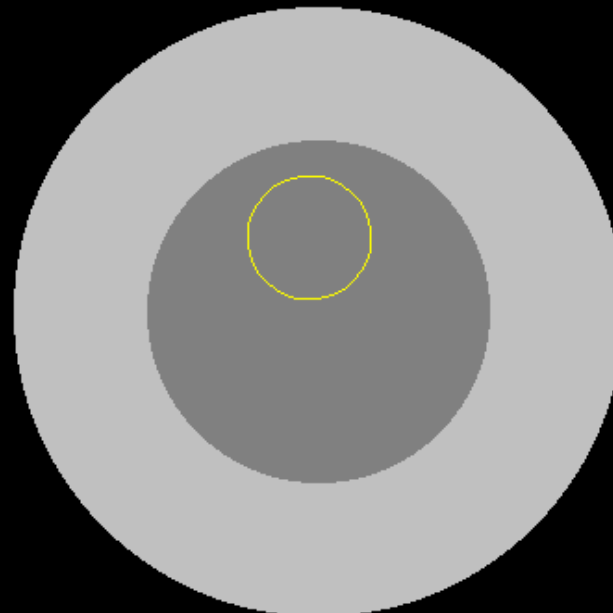
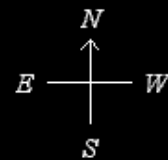
NAJBLIŻSZE CAŁKOWITE I PÓŁCIENIOWE ZAĆMIENIA KSIĘŻYCA

Częściowe zaćmienie Księżycy 31. grudnia 2009
godz. 19.24 UT, faza = 0.081



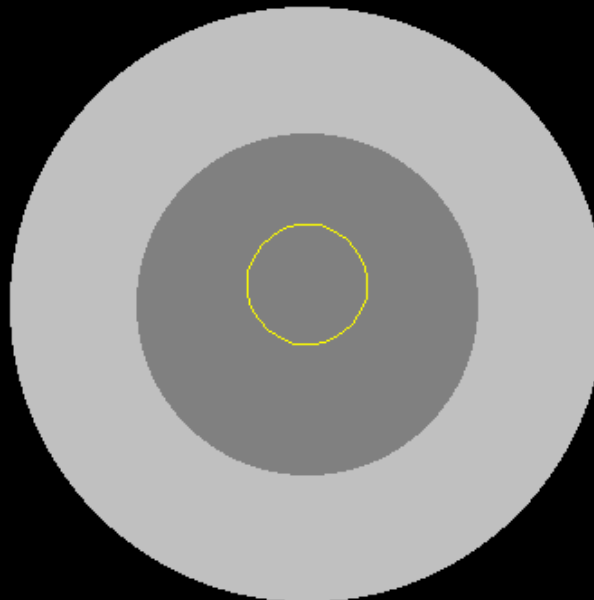
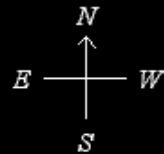
NAJBLIŻSZE CAŁKOWITE I PÓŁCIENIOWE ZAĆMIENIA KSIĘŻYCA

Całkowite zaćmienie Księżyca 21. grudnia 2010
godz. 8.17 UT, faza = 1.261



NAJBLIŻSZE CAŁKOWITE I PÓŁCIENIOWE ZAĆMIENIA KSIĘŻYCA

Całkowite zaćmienie Księżyca 15. czerwca 2011
godz. 20.12 UT, faza = 1.706

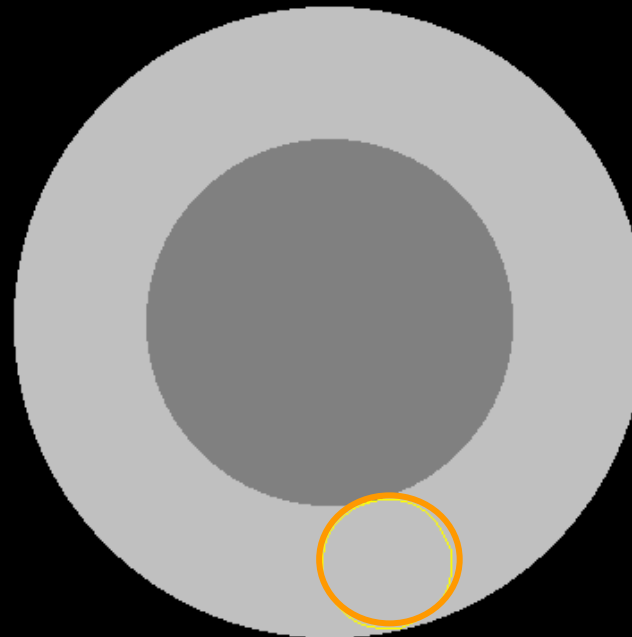
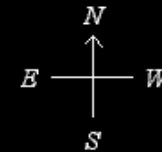


NAJBLIŻSZE CAŁKOWITE I PÓŁCIENIOWE ZAĆMIENIA KSIĘŻYCA

Częściowe zaćmienie Księżyca 25. kwietnia 2013

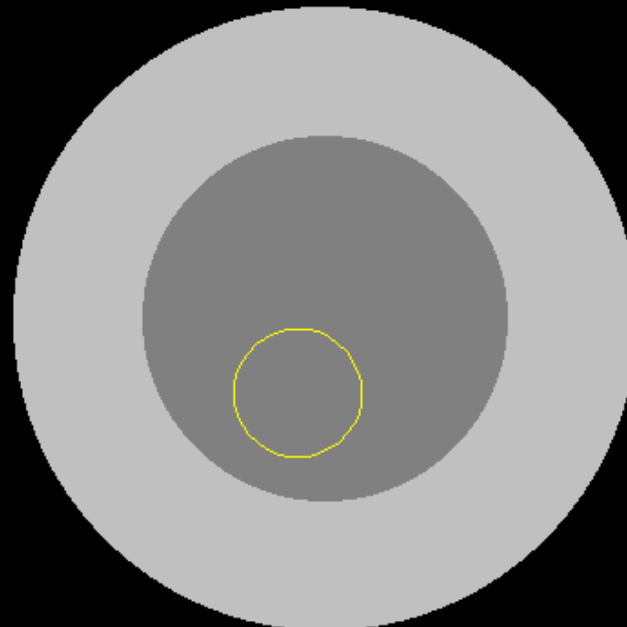
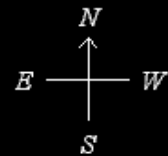
godz. 20.08 UT, faza = 0.019
Odległość Księżyc - Saturn: $\approx 5^\circ$

Saturn



NAJBLIŻSZE CAŁKOWITE I PÓŁCIENIOWE ZAĆMIENIA KSIĘŻYCA

Całkowite zaćmienie Księżyca 28. września 2015
godz. 2.47 UT, faza = 1.282



**DZIŚ, DYSPONUJĄC KOMPUTERAMI,
POTRAFIMY WYLICZAĆ DOKŁADNE
MOMENTY ZAĆMIEŃ NA WIELE
TYSIĄCLECI WSTECZ I NAPRZÓD.**



**ZAĆMIENIE SŁOŃCA PRZEZ ZIEMIĘ
OGLĄDANE Z KSIĘŻYCA.**

KONIEC



**J. Sikorski,
IFD. UG**