Archeoastronomia e Civiltà Egizia

Adriano Gaspani

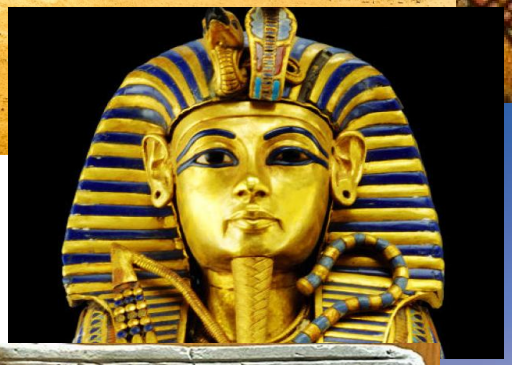
I.N.A.F. - Istituto nazionale di Astrofisica
Osservatorio Astronomico di Brera - Milano

adriano.gaspani@brera.inaf.it

Antico Egitto













MAJOR EVENTS IN THE HISTORY OF ANCIENT EGYPT



OLD KINGDOM

UNIFICATION UNDER KING NARMER — 3,100 B.C.



2,700 B.C. — STEPPED PYRAMID OF ZOSER IS BUILT

PYRAMIDS OF GIZA CONSTRUCTED — 2,500 B.C.





FIRST INTERMEDIATE PERIOD
2,200–2,050 B.C.

POLITICAL TURMOIL, TEMPLES RANSACKED, TOMBS AND STATUES DESTROYED



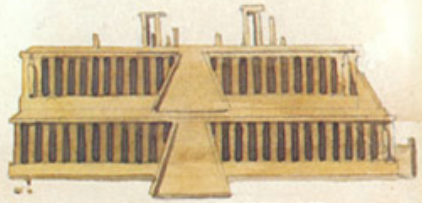
PERIOD OF CULTURAL SPLENDOR

MIDDLE KINGDOM
2,050–2,000 B.C.



SECOND INTERMEDIATE PERIOD
1,800–1,580 B.C.

INVASION OF HYKSOS



NEW KINGDOM

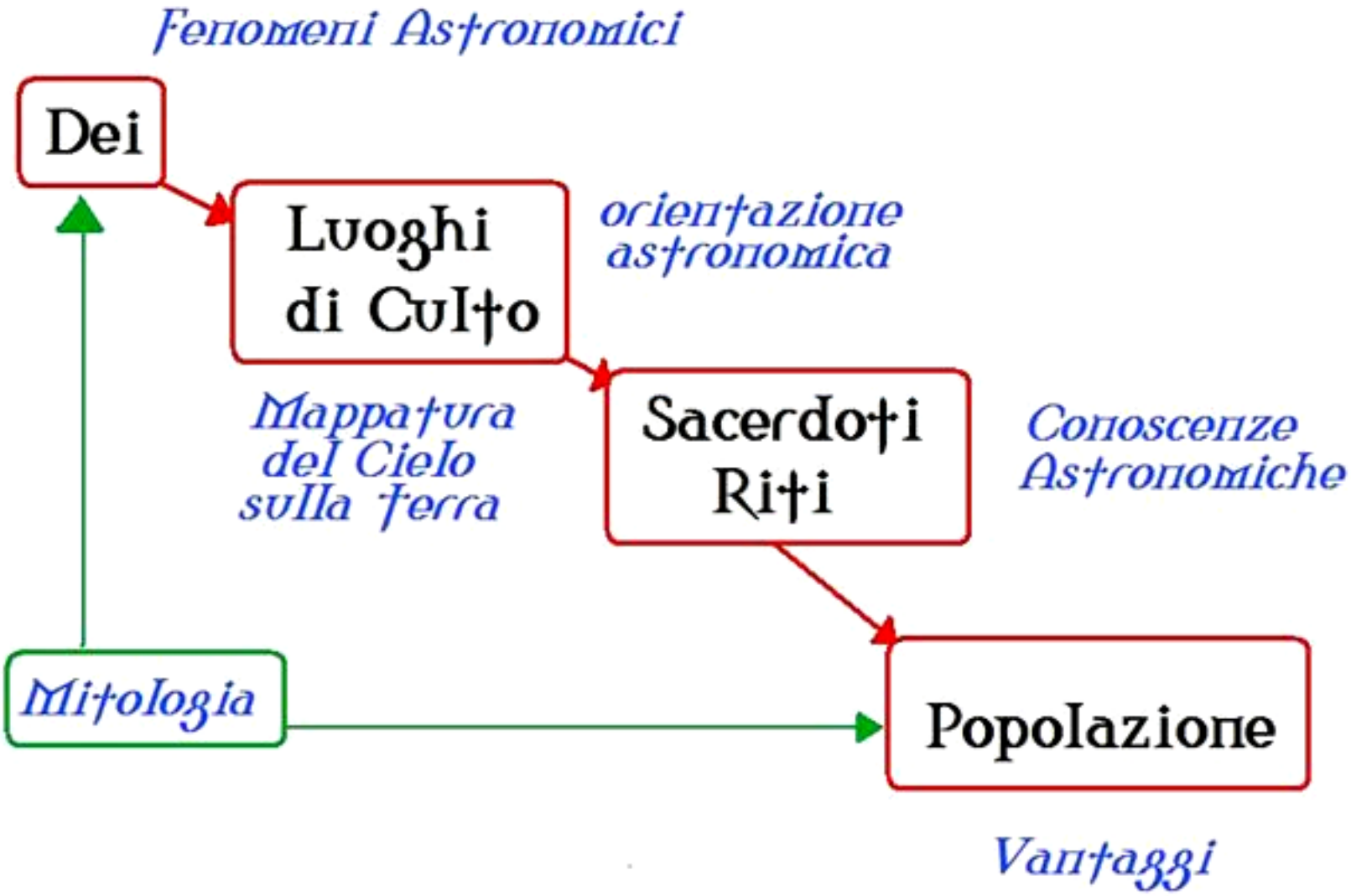
HYKSOS DRIVEN OUT OF EGYPT

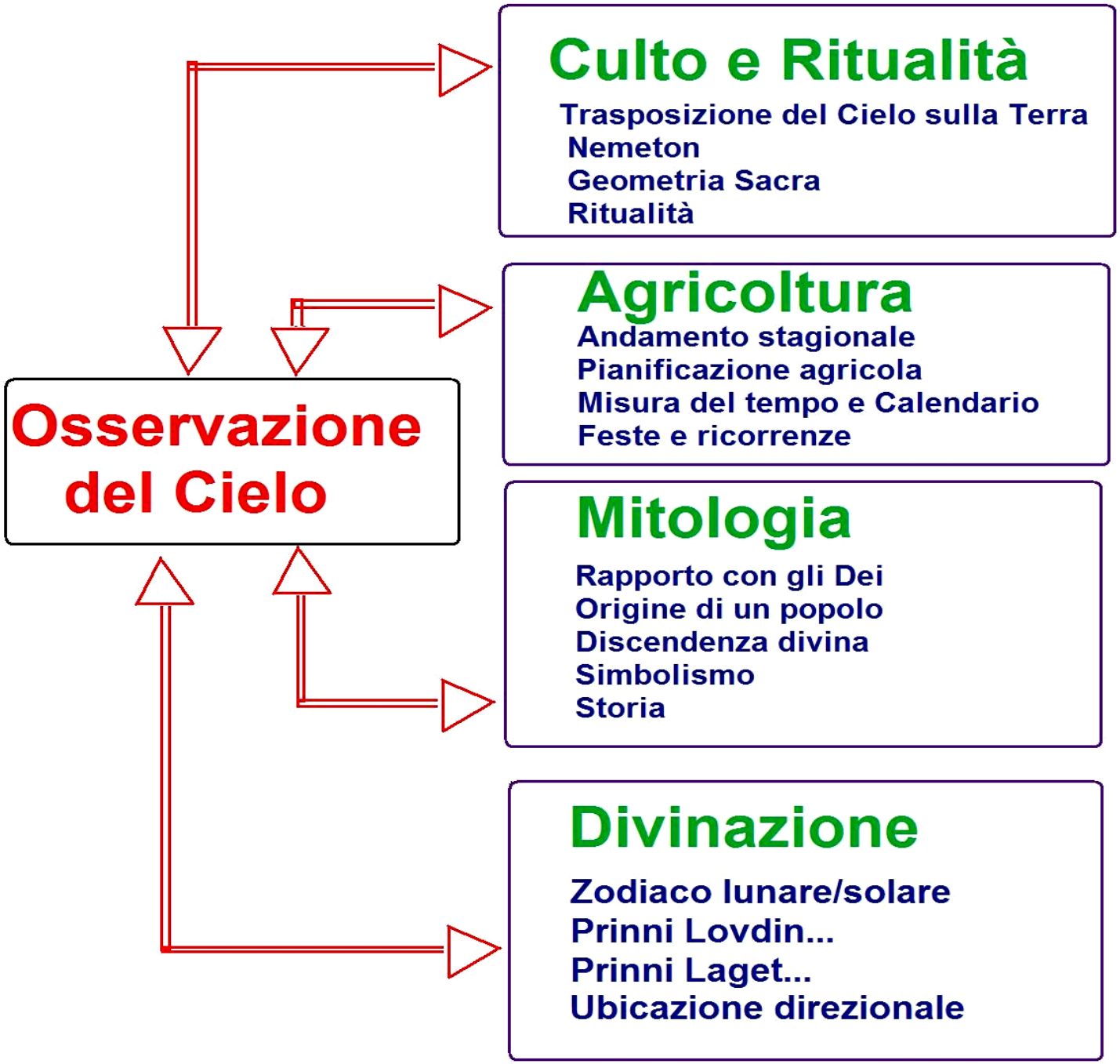


1,580 B.C.

1,501–1,447 B.C. — REIGN OF HATSHEPSUT AND THUTMOSE III

Dominare il Potere Cosmico




Osservazione del Cielo
Culto e Ritualità
Trasposizione del Cielo sulla Terra
Nemeton
Geometria Sacra
Ritualità
Agricoltura
Andamento stagionale
Pianificazione agricola
Misura del tempo e Calendario
Feste e ricorrenze
Mitologia
Rapporto con gli Dei
Origine di un popolo
Discendenza divina
Simbolismo
Storia
Divinazione
Zodiaco lunare/solare
Prinni Lovdin...
Prinni Laget...
Ubicazione direzionale

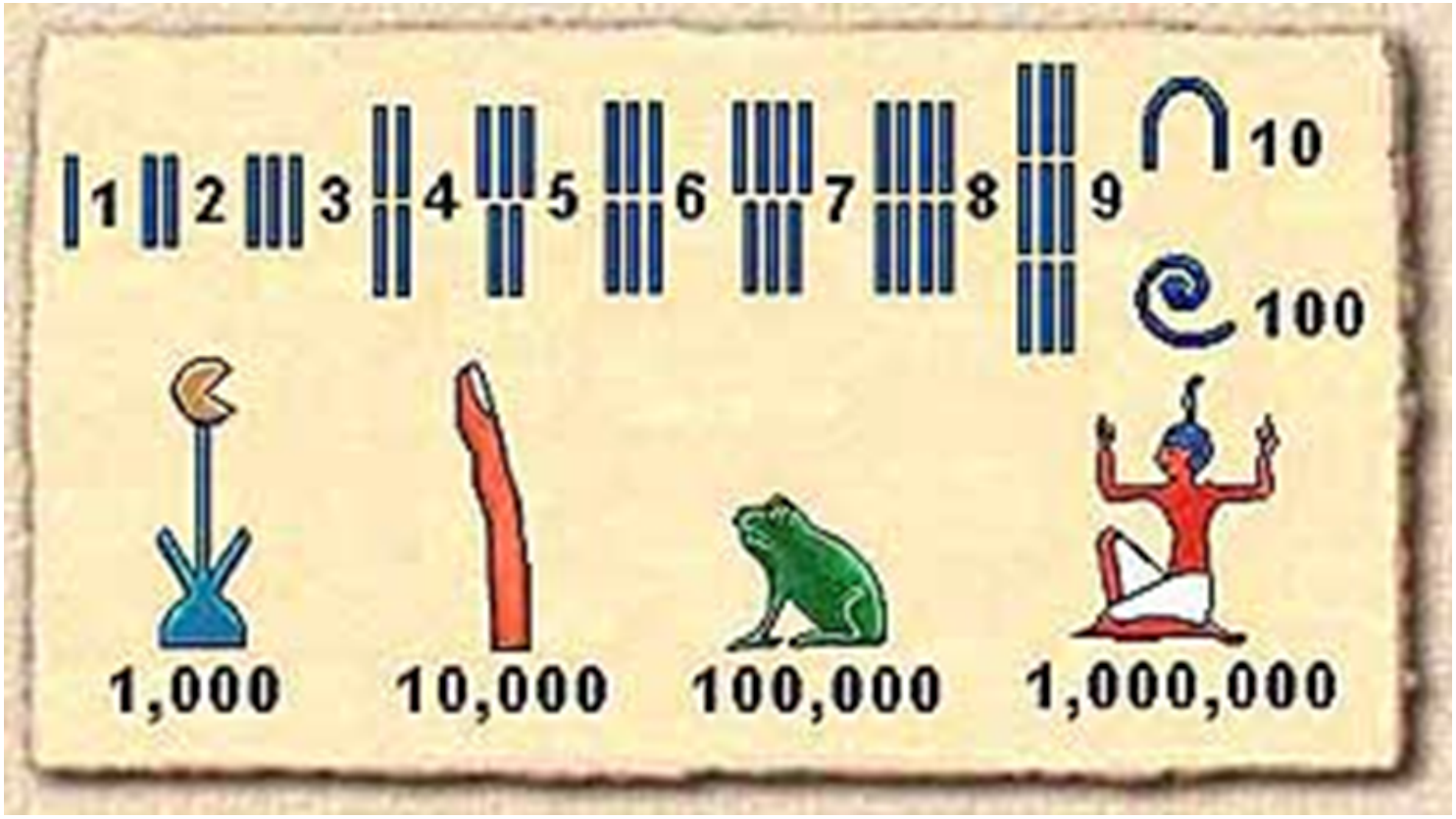
Criteri di Mappatura del Cielo sulla Terra

1) Uno spazio da dedicare agli Dei
2) Un mezzo per delimitare lo spazio scelto
3) Alcuni particolari elementi del paesaggio circostante
4) Una forma geometrica che abbia una controparte nel cielo
5) Un punto centrale dell'area delimitata da materializzare
6) Una serie di riferimenti astronomici
7) Una (o più) porte d'accesso all'area delimitata

1) Un esponente della classe sacerdotale, intermediario con gli Dei
2) Un particolare rito di consacrazione (complesso...)
3) Una particolare idea cosmologico dell'Universo
4) Una mitologia che stabilisca il collegamento con il divino
5) Una particolare data in cui eseguire il rito di consacrazione
6) Una particolare configurazione degli astri visibili nel cielo

Matematica

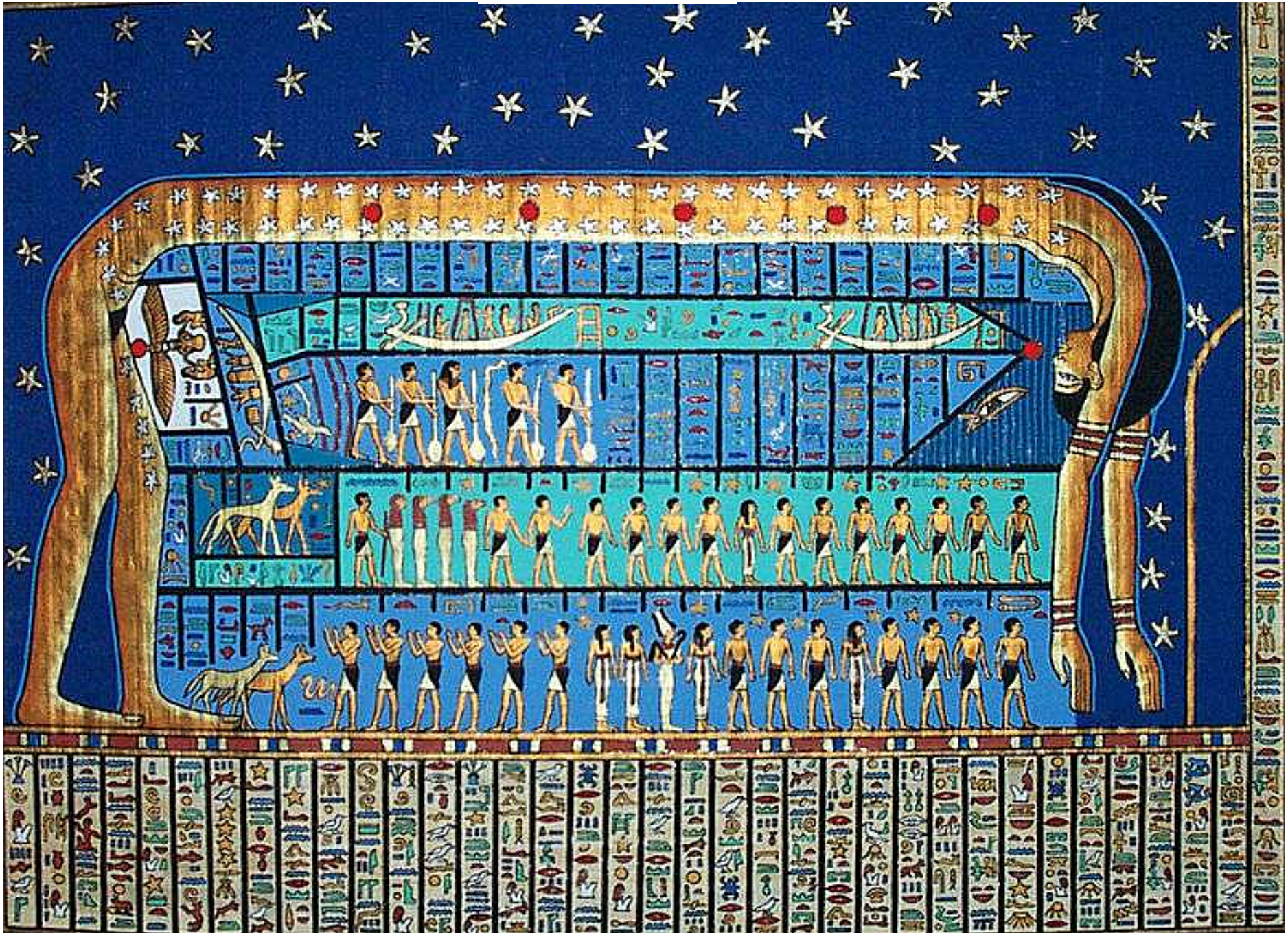
Sistema Egizio di Numerazione



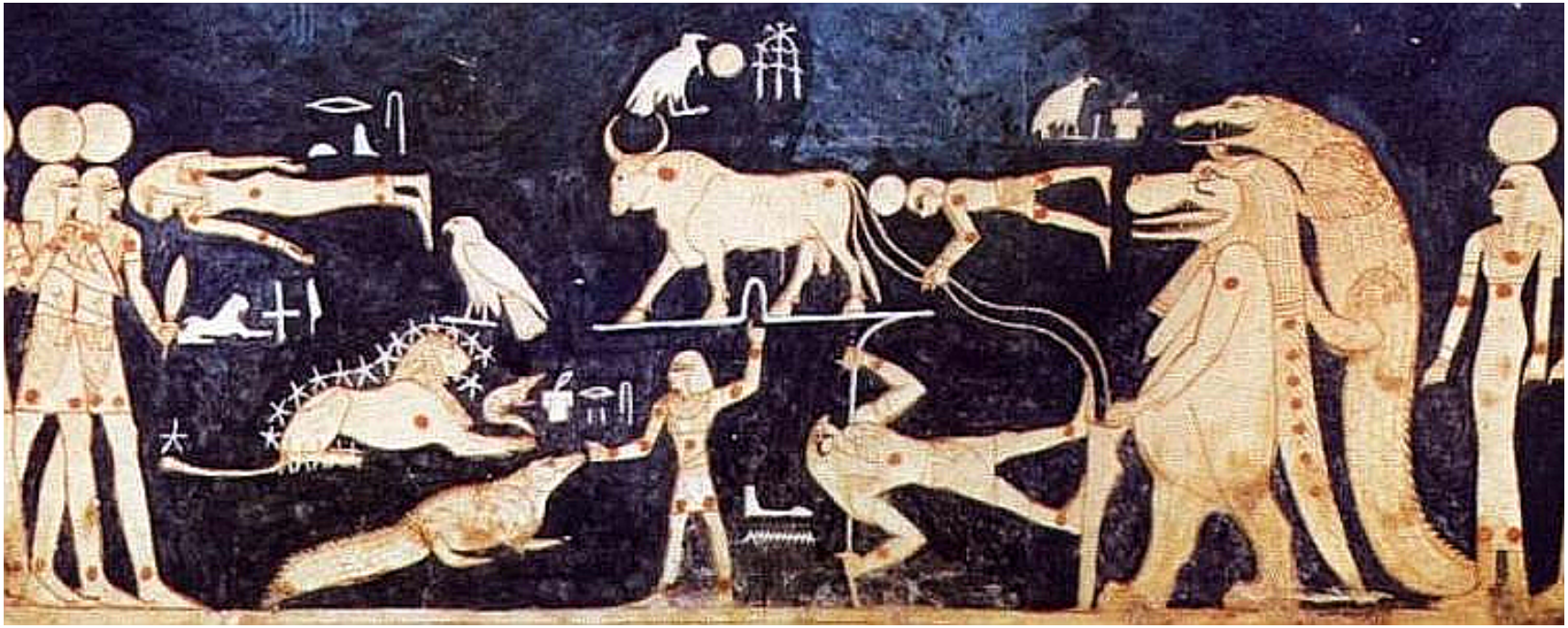
Sistema in base 10

Non conoscono lo Zero

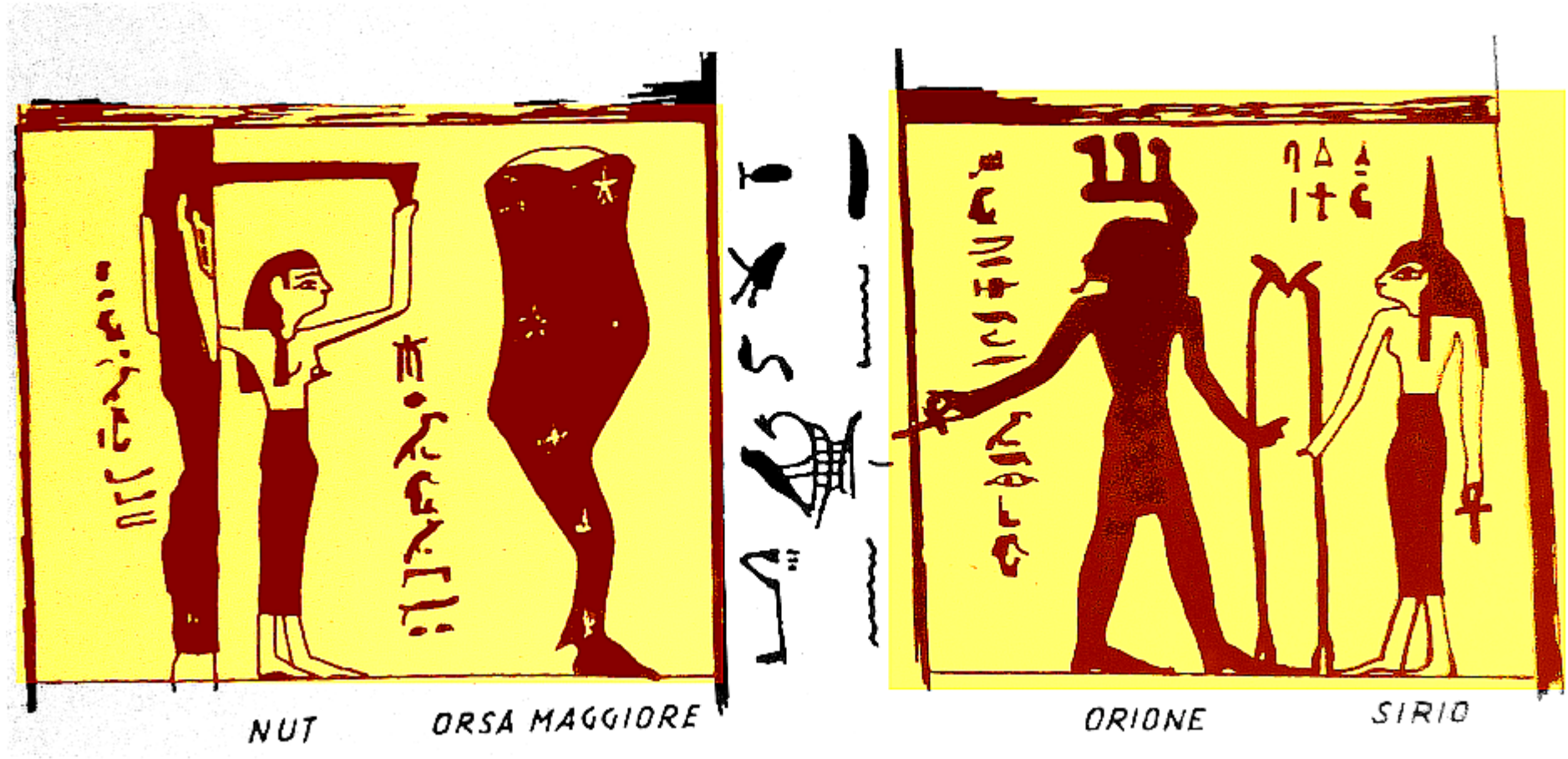
La dea Nut



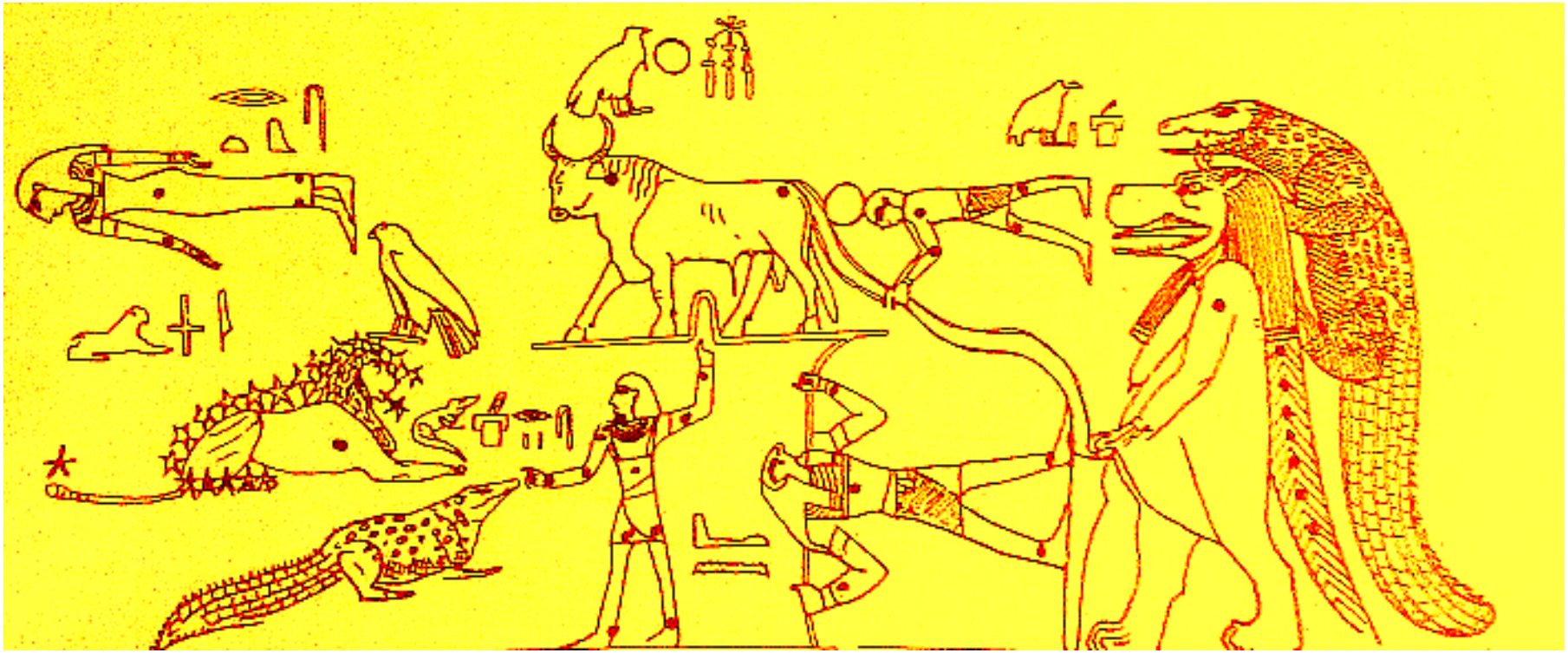
Le Costellazioni

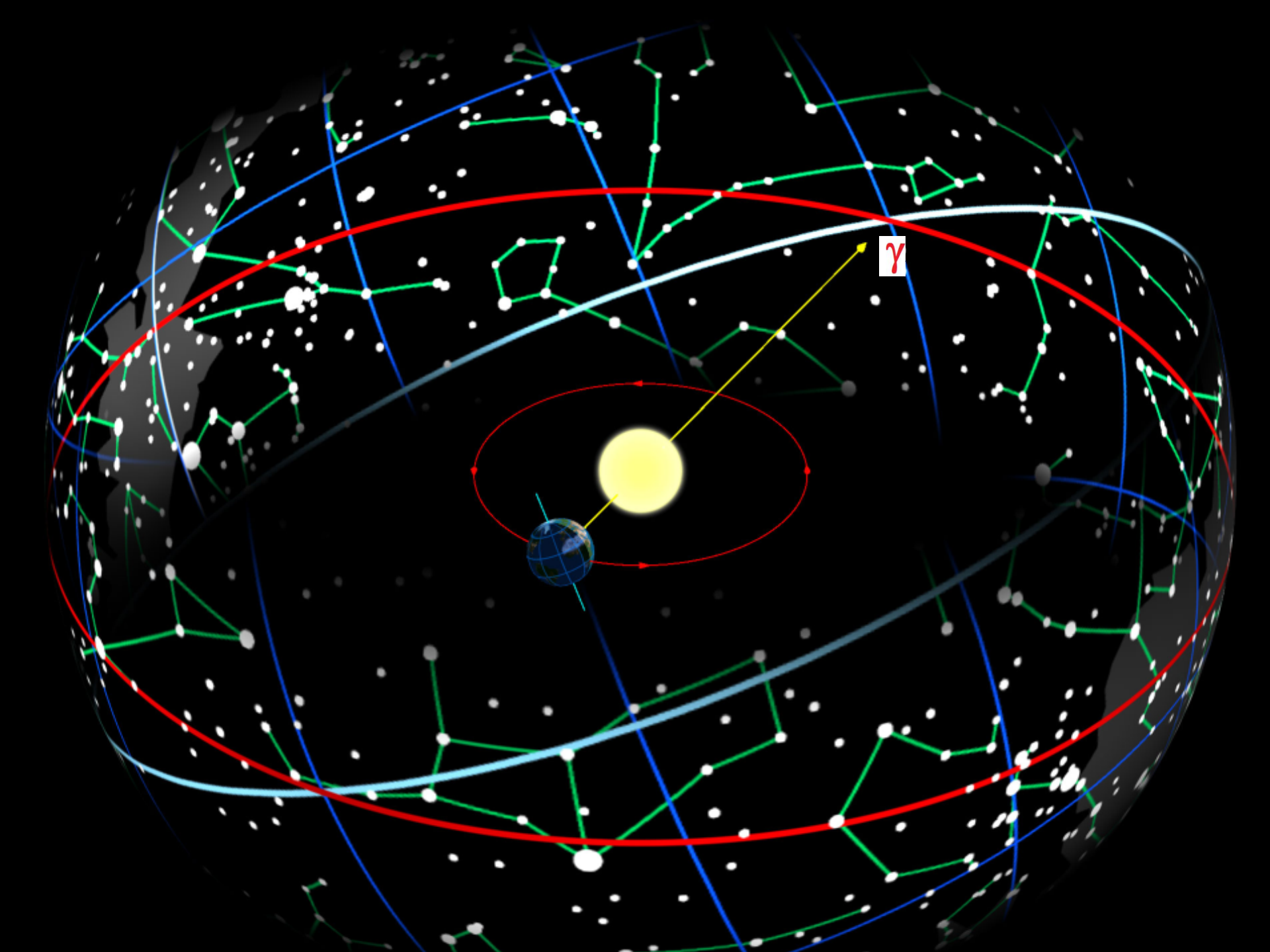


Le Costellazioni

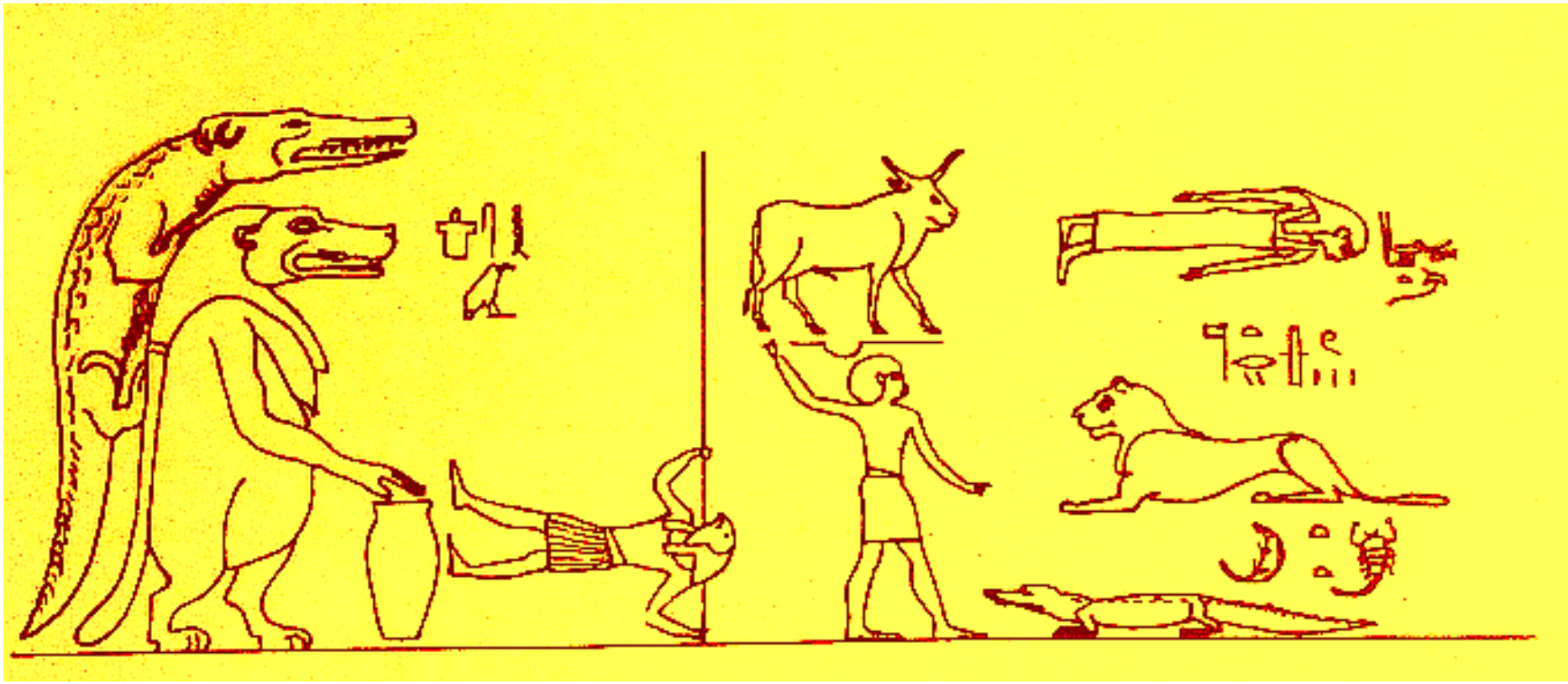


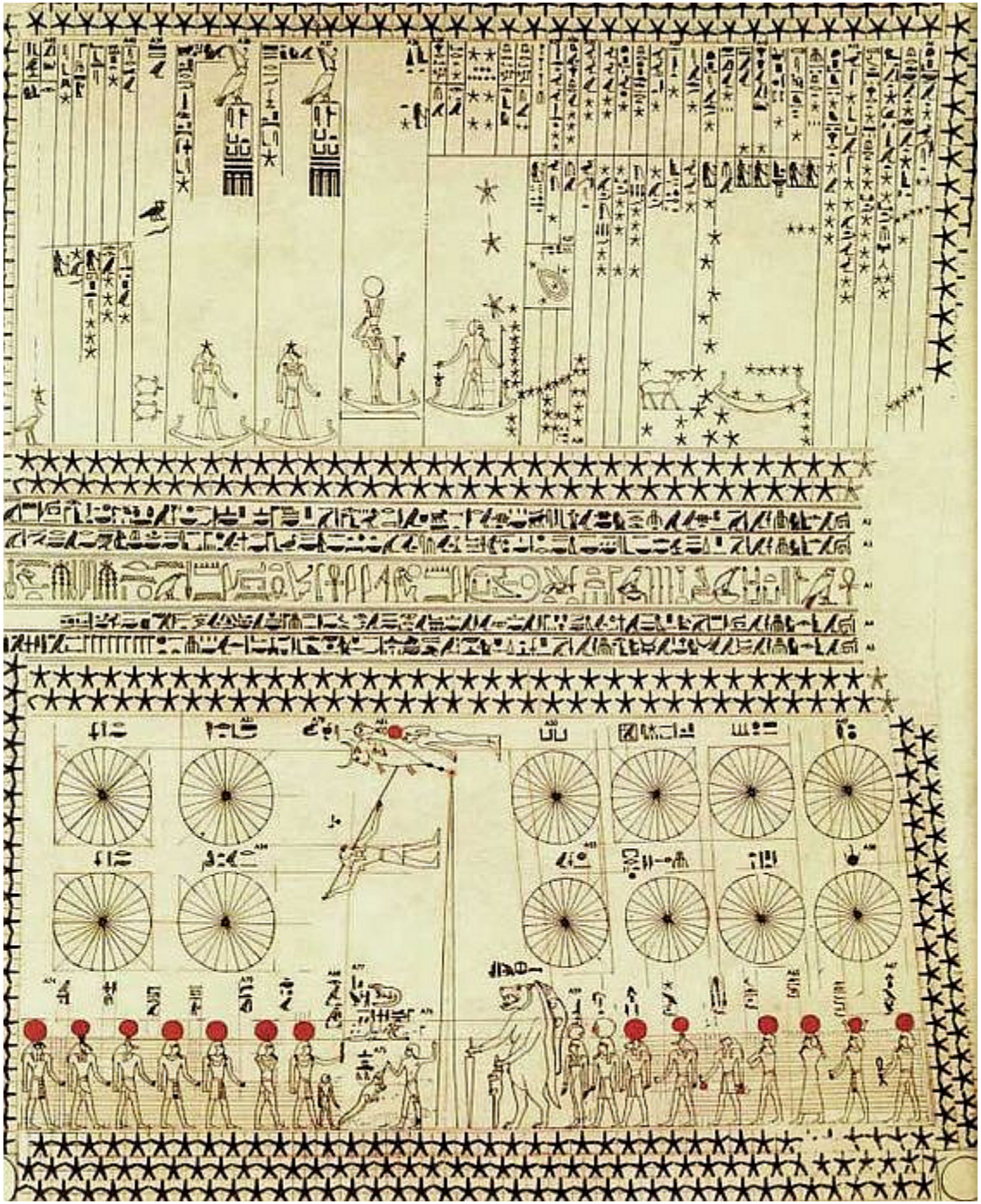
Le Costellazioni




γ

Costellazioni Zodiacali

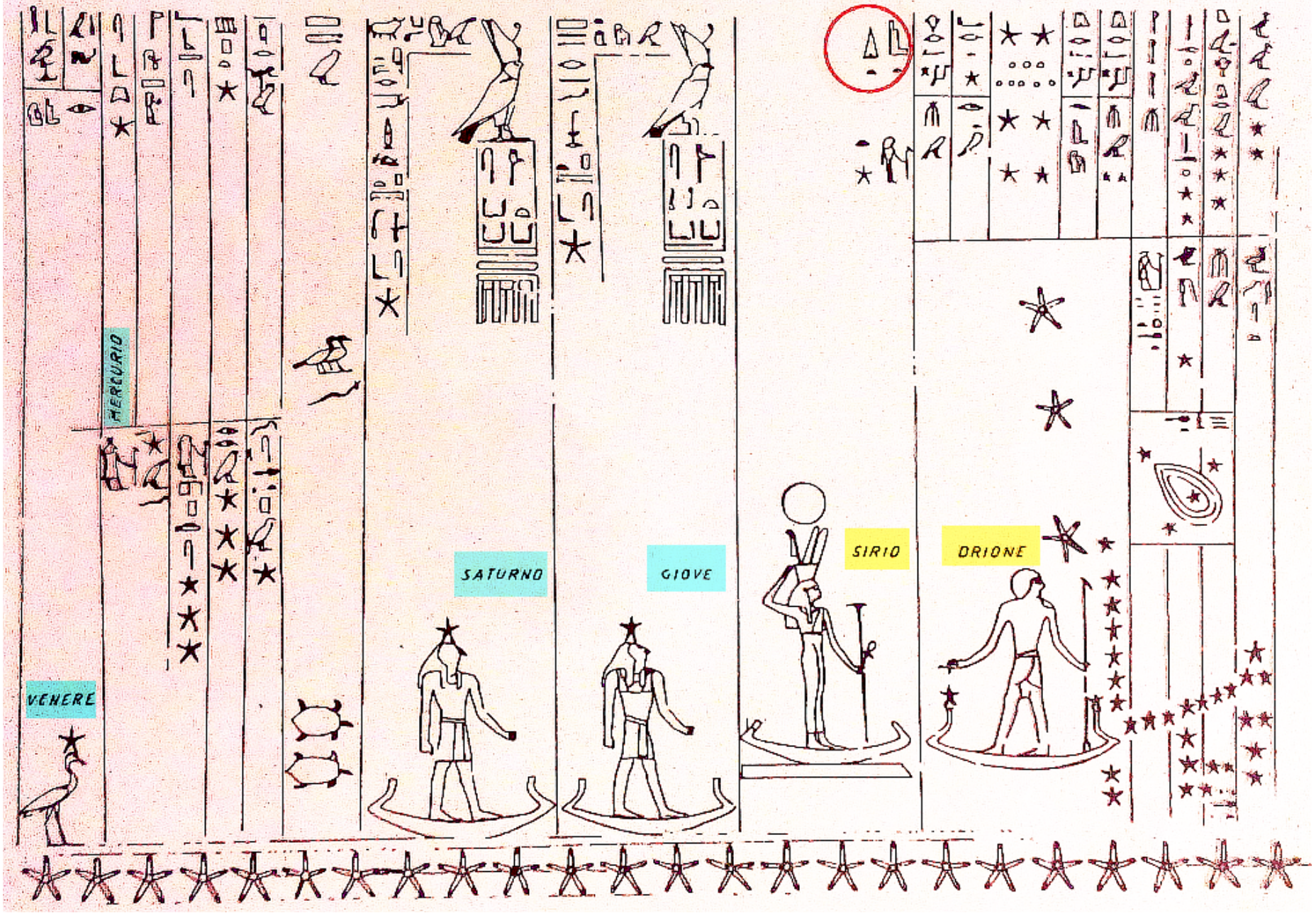


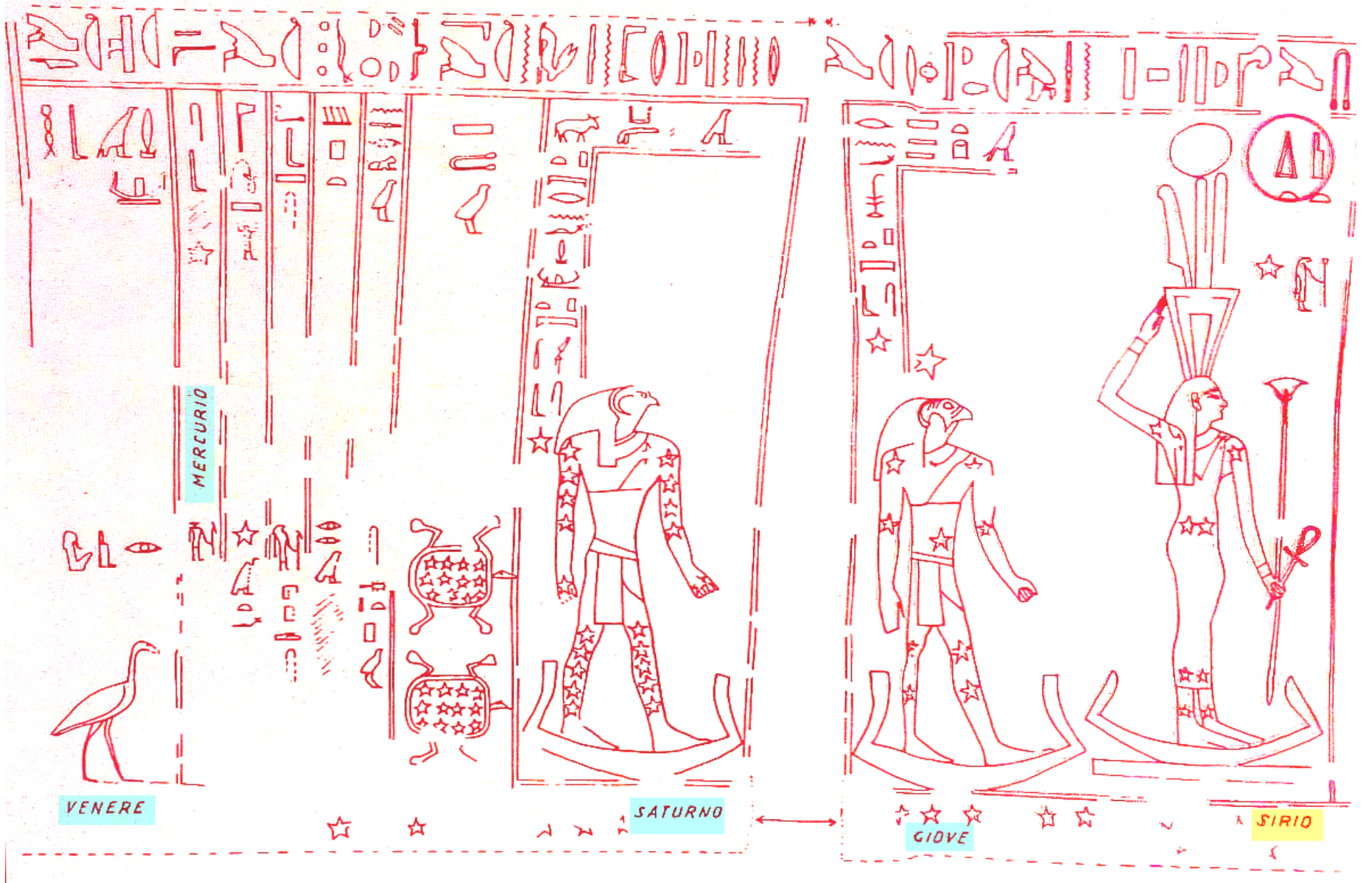


Orione e Sirio

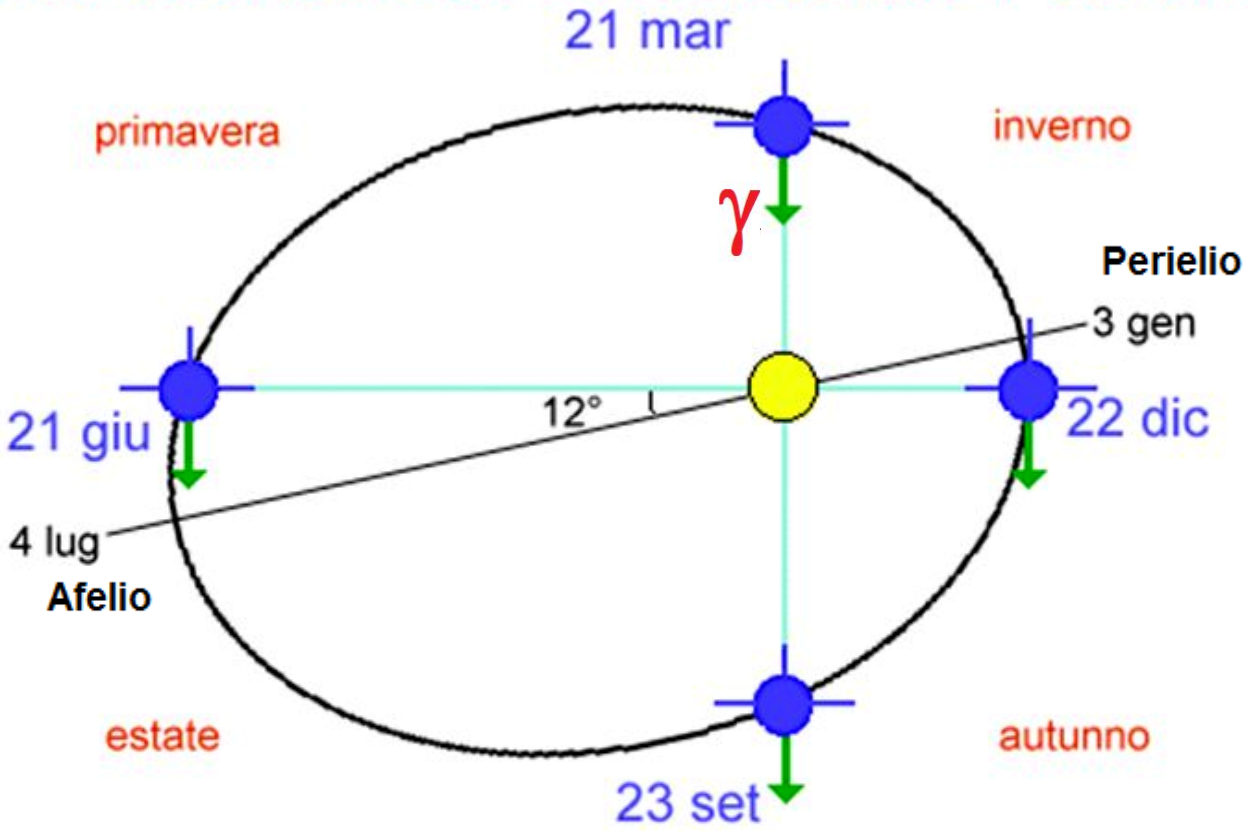


I Pianeti




MERCURIO
VENERE
SATURNO
GIOVE
SIRIO

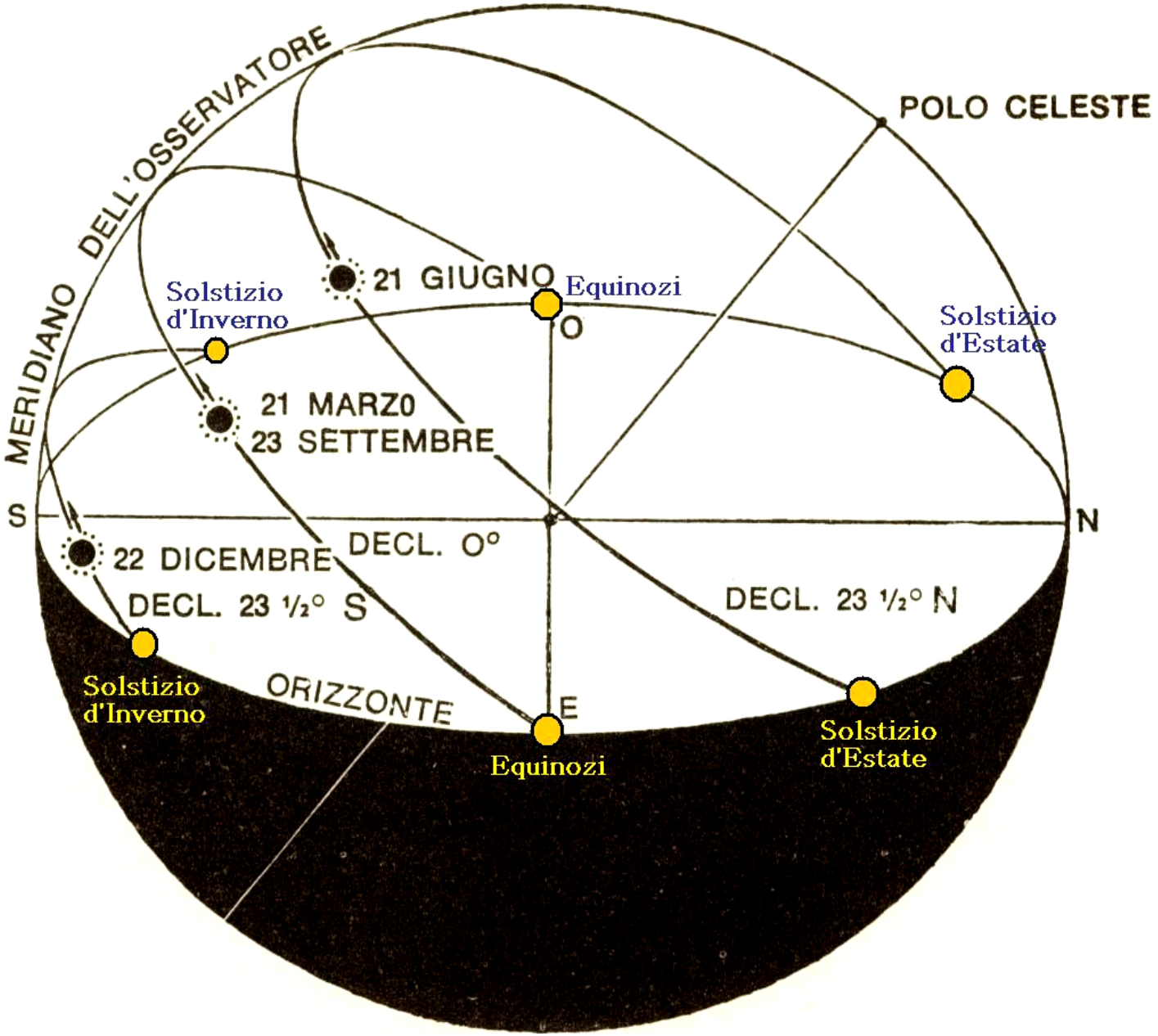
Rivoluzione orbitale della Terra



Durante tutto il percorso della Terra lungo l'orbita, l'asse terrestre si mantiene inclinato di 66° 33' rispetto all'eclittica, quindi di 23,27' rispetto alla perpendicolare all'eclittica.

L'inclinazione dell'asse terrestre è la causa delle stagioni.

Traiettorie solari stagionali sulla Sfera Celeste



Equinozi e Solstizi
(prima del 1582)

Equinozio di Primavera

Tep = Marzo (22,8 - 0,0078 . anno + ...)

Solstizio d'Estate

Tse = Giugno (24,8 - 0,0078 . anno + ...)

Equinozio di Autunno

Tea = Settembre (25,2 - 0,0078 . anno + ...)

Solstizio d'Inverno

Tsi = Dicembre (22,9 - 0,0078 . anno + ...)

$$V(t) = (365{,}2422 - 365{,}25) = -0{,}0078 \text{ giorni/anno}$$

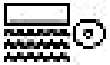
anno tropico solare — anno giuliano di calendario

L'Antico Calendario Civile Egizio

Il Calendario civile egiziano, seguiva il ciclo dell'esondazione annuale del Nilo. Il 19 luglio di ogni anno, secondo il calendario giuliano. A partire da tale giorno, definibile come il capodanno, le attività agricole erano ripartite in tre stagioni di quattro mesi ciascuna:

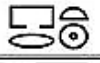
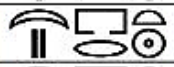
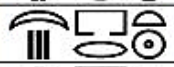
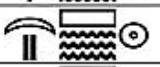
Esondazione ..... Stagione di AJET 

Semina ..... Stagione di PERET 

Raccolto ..... Stagione di SHEMU 

Il Calendario era composto da 365 giorni, diviso in dodici mesi di 30 giorni ciascuno per un totale di 360 giorni, il vuoto tra l'ultimo giorno del mese di **Mesut-Ra** ed il primo giorno del primo mese dell'anno **Renpet** era colmato da 5 giorni festivi chiamati **Heru-Renpet**, (in greco Epagòmenos).

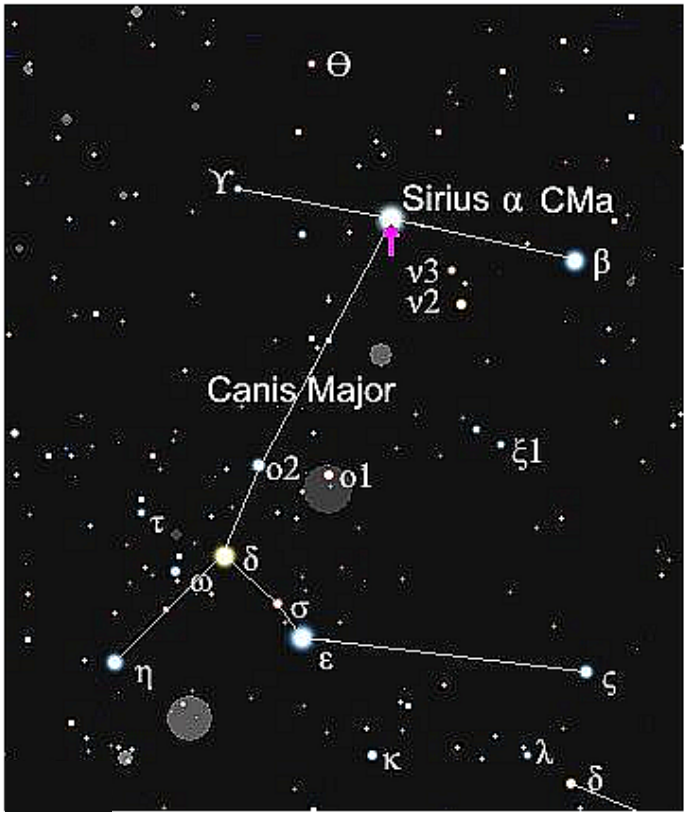
Calendario civile dell'antico Egitto

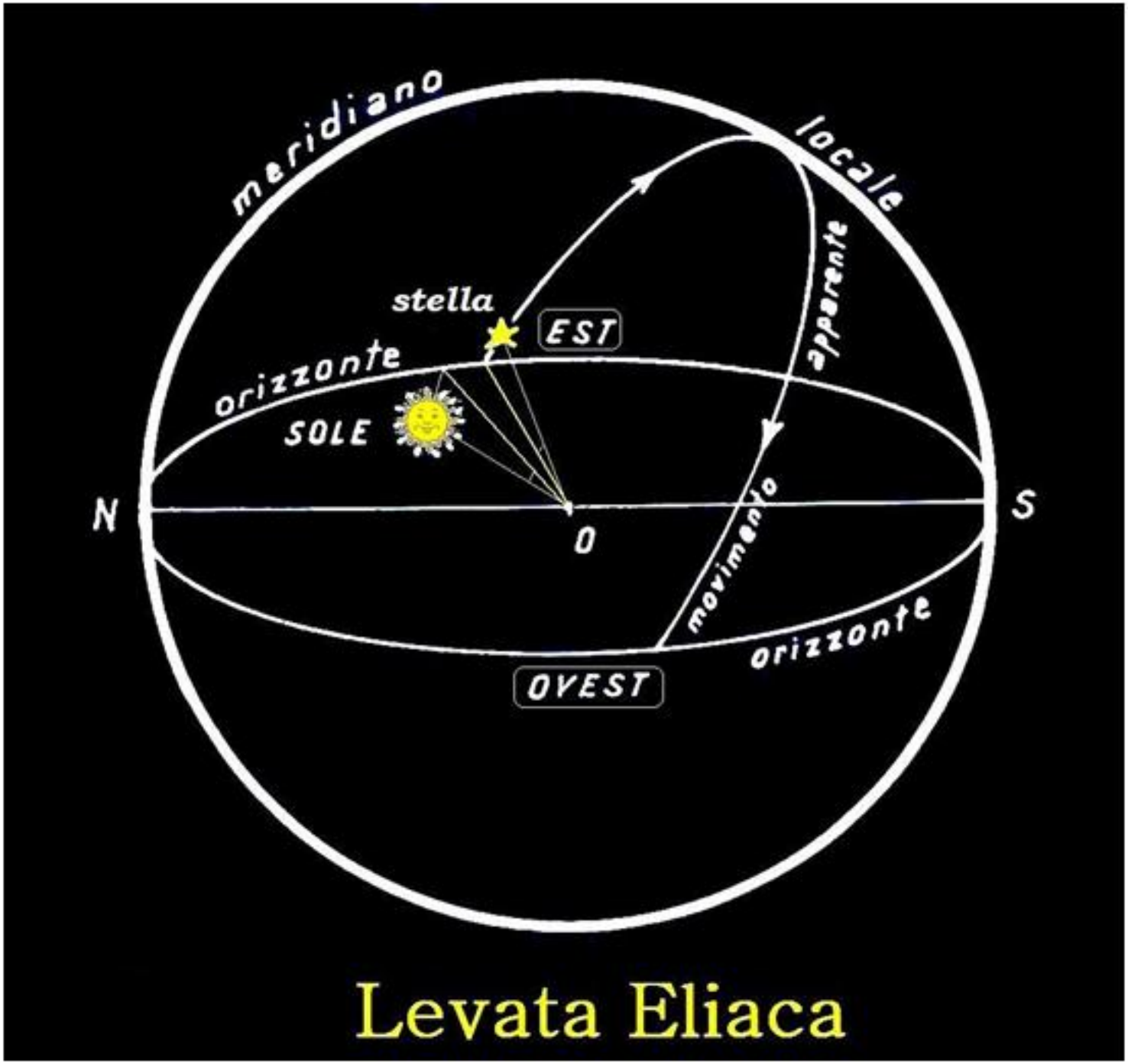
Nº	Unità di Tiempo	Nome in geroglifici	(Nuovo regno) Traslitterazione	Tempo	Corrispondenza
1	Anno		(rnp.t) Renpet	365 giorni	3 stagioni 12 mesi
1	Mese		(ꜣbd) Abed	30 giorni	3 settimane di 10 giorni
1	Giorno		(hrw) heru	24 ore	
1	Ora		(wnw.t) unut		1/24 di giorno
1ª	Stagione AKHET		(ꜣḫt) Akhet	4 mesi	Esondazione
I	1º mese di Akhet		(dhwt) Dyehuty	30 giorni	Dal 19/07 al 17/08
II	2º mese di Akhet		(pa-n-ip.t) Paenipat	30 giorni	Dal 18/08 al 16/09
III	3º mese di Akhet		(hwt-hawr) Hut-hor	30 giorni	Dal 17/09 al 16/10
IV	4º mese di Akhet		(ka-ḥr-ka) Kahorka	30 giorni	Dal 17/10 al 15/11
2ª	Stagione PERET		(prt) Peret	4 mesi	Semina
V	1º mese di Peret		(ta-ʿb) Ta-Aabet	30 giorni	Dal 16/11 al 15/12
VI	2º mese di Peret		(mḫyr) Pa-en-Mejer	30 giorni	Dal 16/12 al 14/01
VII	3º mese di Peret		(pa-n-amn-htp.w) Pa-en-Amon-Hetep	30 giorni	Dal 15/01 al 13/02
VIII	4º mese di Peret		(pa-n-rnn.t) Pa-en-Renenutet	30 giorni	Dal 14/02 al 15/03
3ª	Stagione SHEMU		(šmw) Shemu	4 mesi	Raccolto
IX	1º mese di Shemu		(pa-n-ḫns.w) Pa-en-Jonsu	30 giorni	Dal 16/03 al 14/04
X	2º mese di Shemu		(pa-n-in.t) Pa-en-Enet	30 giorni	Dal 14/04 al 14/05
XI	3º mese di Shemu		(ipip) Apep	30 giorni	Dal 15/05 al 13/06
XII	4º mese di Shemu		(mšw-rʾ) Mesut-Ra	30 giorni	Dal 14/06 al 13/07
	Epagómenos	Mesut-Necheru	(ḥr(j)w-rnpt) Heru-Renpet	5 giorni	Dal 14/07 al 18/07

Questo calendario di 365 giorni, più o meno della stessa durata di quello solare, è denominato **sothiaco**, perché era basato sulla levata eliaca o sorgere eliaco, 30 minuti prima dell'alba, della stella **spdt, (Sopdet** stella del cane), la **Sothis** dei greci, la nostra **Sirio**, di magnitudine stellare 1,46, di tipo spettrale A1, appartenente alla costellazione **Canis major**.

In una iscrizione si legge:







Levata Eliaca

Levata Eliaca

- La Levata Eliaca di una stella si riferisce al primo giorno di visibilita' dell'oggetto prima del sorgere del Sole.



orizzonte Est



Tramonto Eliaco

- Il Tramonto Eliaco di una stella si riferisce al primo giorno di visibilita' dell'oggetto appena dopo il tramonto del Sole.



orizzonte Ovest



Levata Acronica

- La Levata Acronica di una stella si riferisce al primo sorgere dell'oggetto, all'orizzonte Est appena dopo il tramonto del Sole.

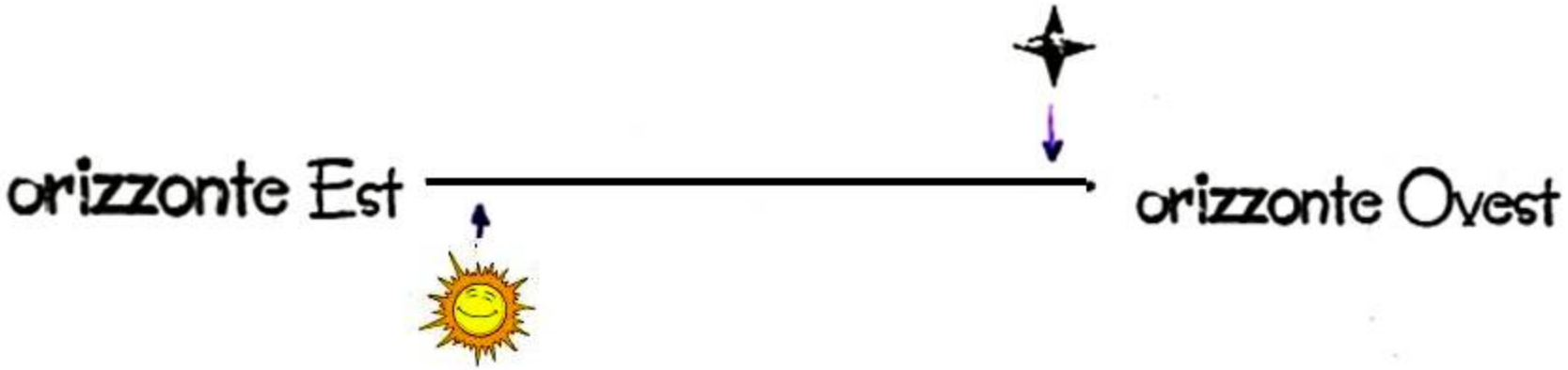


orizzonte Est ——————————— orizzonte Ovest



Tramonto Acronico

- Il Tramonto Acronico di una stella si riferisce al tramontare dell'oggetto, all'orizzonte Ovest appena prima del sorgere del Sole.

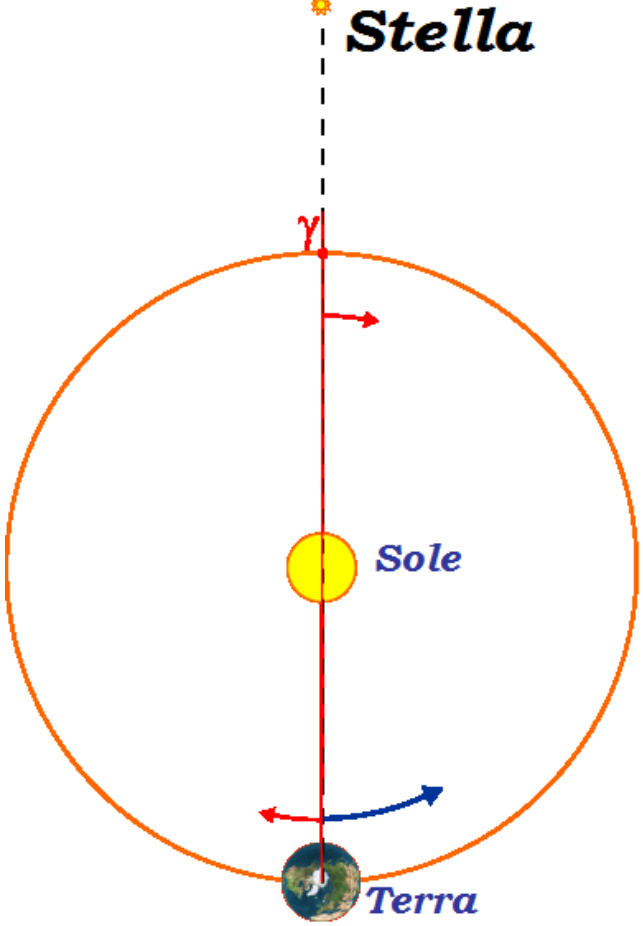


Levata Eliaca di Sirio



Questo evento astronomico, dopo un lungo intervallo di circa 70 giorni, è visibile a partire dal primo giorno del solstizio d'estate fino all'equinozio di primavera successivo. Poiché la levata eliaca della stella si verifica con una ciclicità di 365,25 giorni, questo creava un ritardo nel calendario civile egizio, di 1 giorno ogni 4 anni. La corrispondenza fra la levata eliaca di Sirio ed il primo giorno del calendario sothiaco avveniva solo ogni 1460 anni. (365 : 0,25 = 1460)

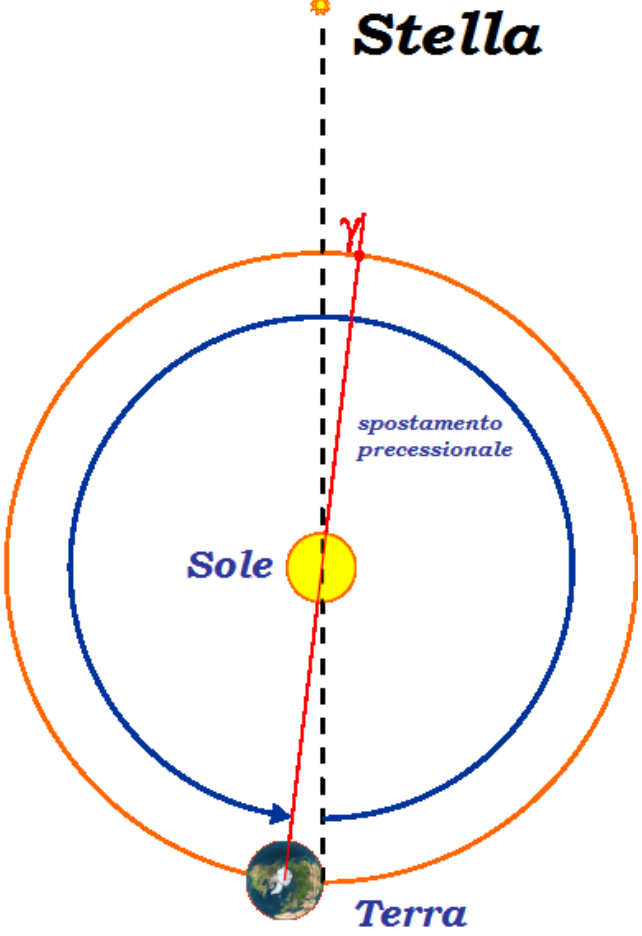
si ripete dopo 1 anno siderale pari a:
365,256 giorni



Anno Siderale

Due ritorni consecutivi del Sole presso la stessa stella

365,2564 giorni



Anno Tropico

Due ritorni consecutiivi del Sole al Punto Gamma (γ)

365,2422 giorni

$365,256^{d} - 365,242^{d} = 0.014$ giorni

la data della levata eliaca di Sirio ritarda di 14 giorni ogni 1000 anni...

$$T(HR) = To(HR) + 0{,}014 \cdot (Y - Yo)$$

dove:

To(HR) = data di levata eliaca per Y=Yo

Y = anno

$$T(HR) = To(HR) + 0{,}014 \cdot (Y - Yo) + 23 \cdot (K - Ko) + ...$$

K=0,1 - 0,2 magnitudini/massa d'aria per l'antico Egitto

Fenomeni eliaci delle stelle

Data di Levata Eliaca (Heliacal Rising)

$$T(HR) = To(HR) + 0{,}014 \cdot (Y - Yo) + 0{,}92 \cdot (f + fo) + 23 \cdot (K - Ko) + ...$$

Data di Tramonto Eliaco (Heliacal Setting)

$$T(HS) = To(HS) + 0{,}014 \cdot (Y - Yo) + 0{,}92 \cdot (f + fo) + 23 \cdot (K - Ko) + ...$$

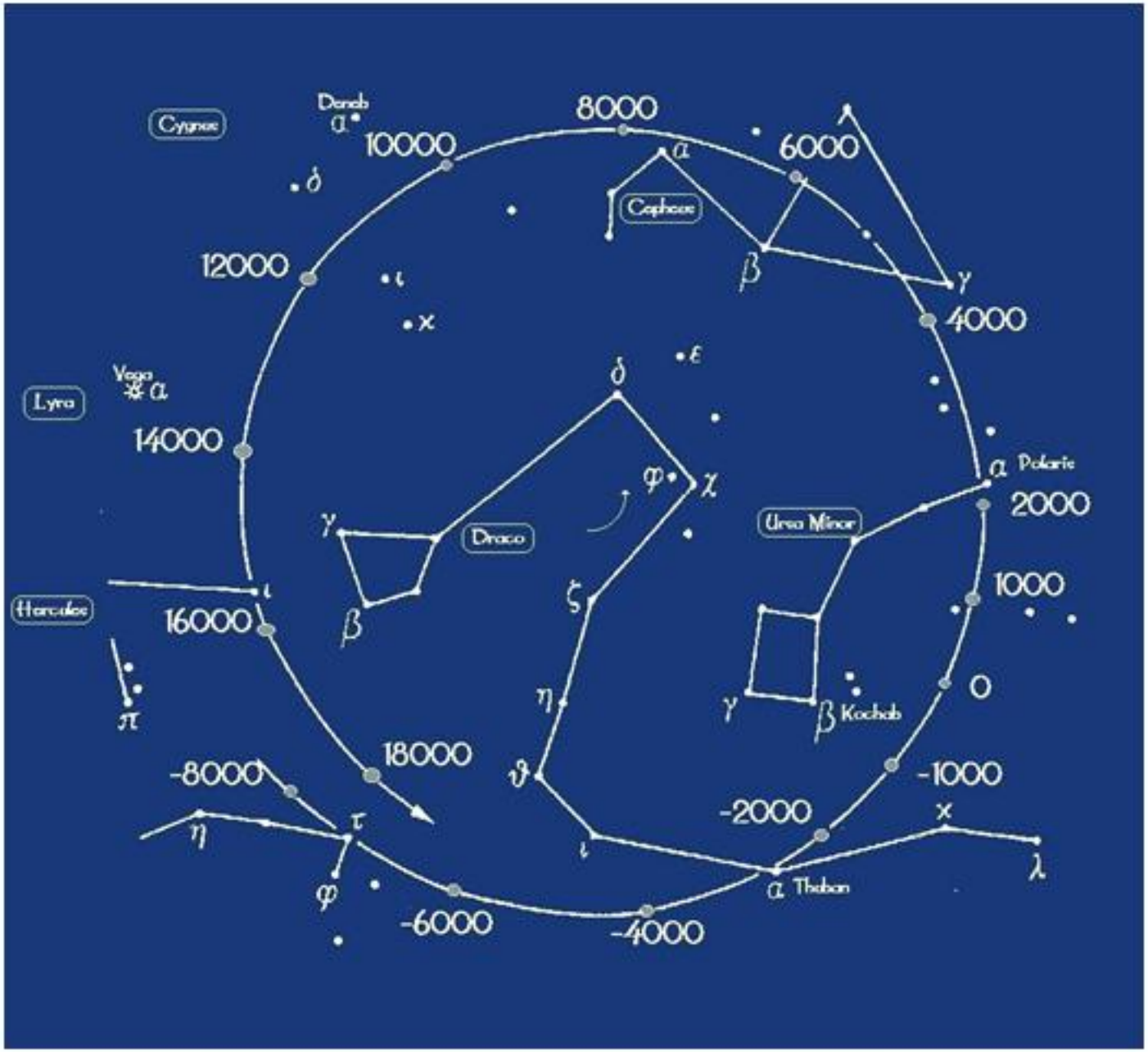
Data di Levata Acronica (Cosmic Rising)

$$T(CR) = T(HR) - 15 \text{ giorni}$$

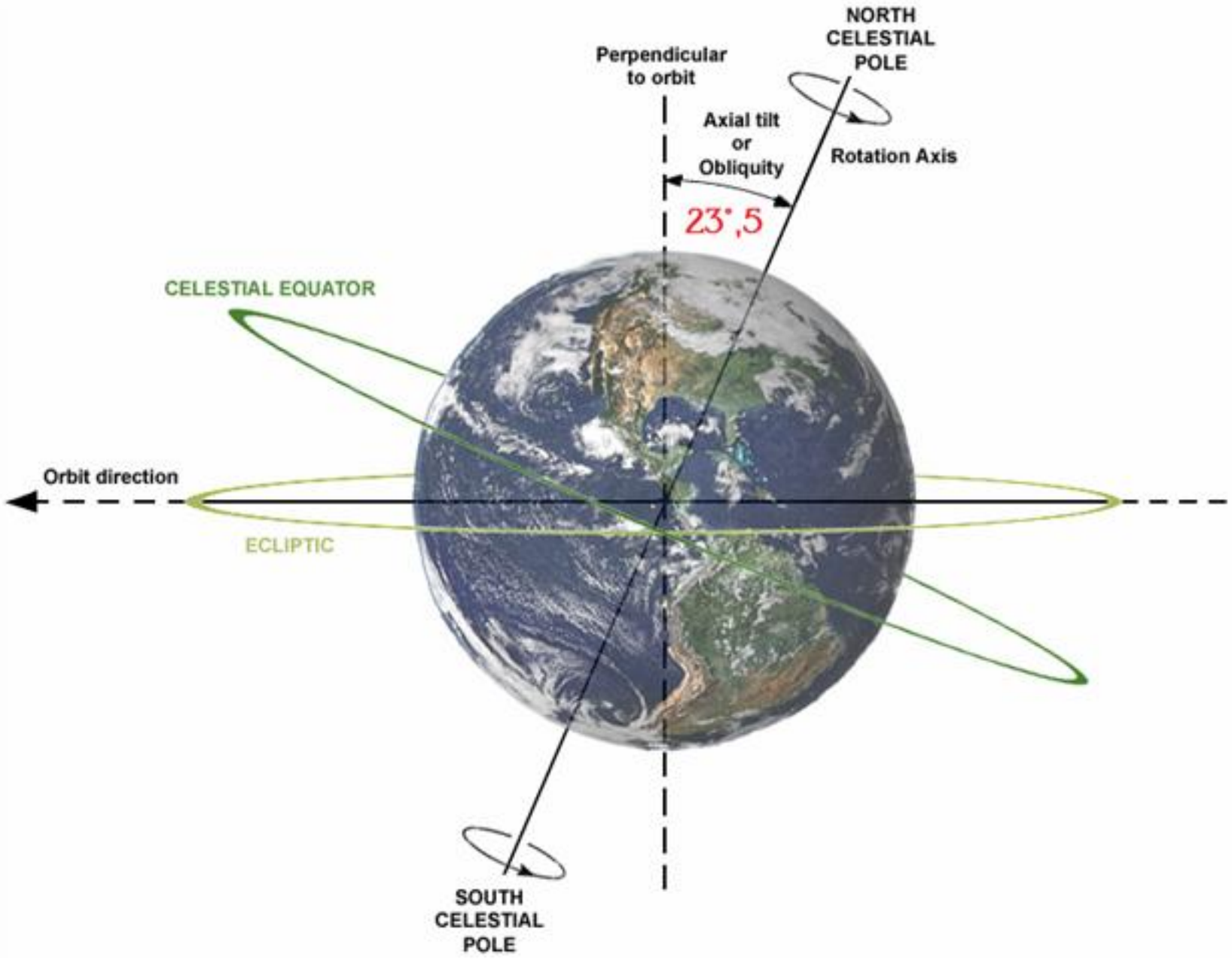
Data di Tramonto Acronico (Cosmic Setting)

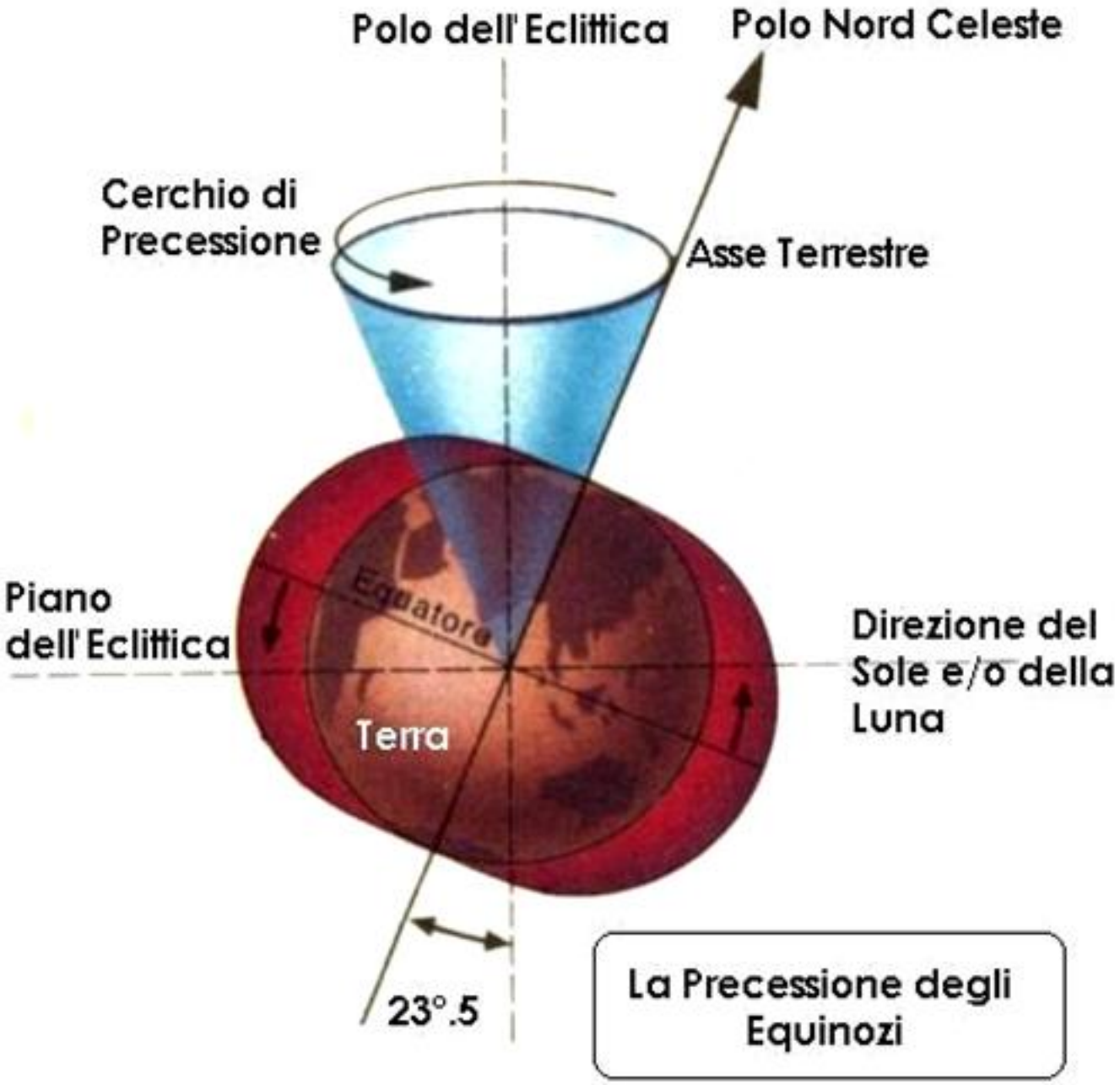
$$T(CS) = T(HS) + 17 \text{ giorni}$$

To(HR) = data di levata eliaca per Y=Yo, f=fo e K=Ko.
To(HS) = data di tramonto eliaco per Y=Yo, f=fo e K=Ko.
Y = anno ; f = latitudine, K= coefficiente di estinzione atmosferica (K=0,2 durante l'età del Ferro).



Polo Nord Celeste


NORTH
CELESTIAL
POLE
Perpendicular
to orbit
Axial tilt
or
Obliquity
Rotation Axis
23°,5
CELESTIAL EQUATOR
Orbit direction
ECLIPTIC
SOUTH
CELESTIAL
POLE

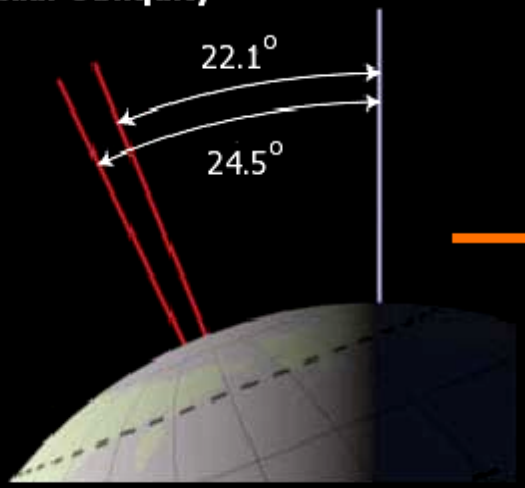


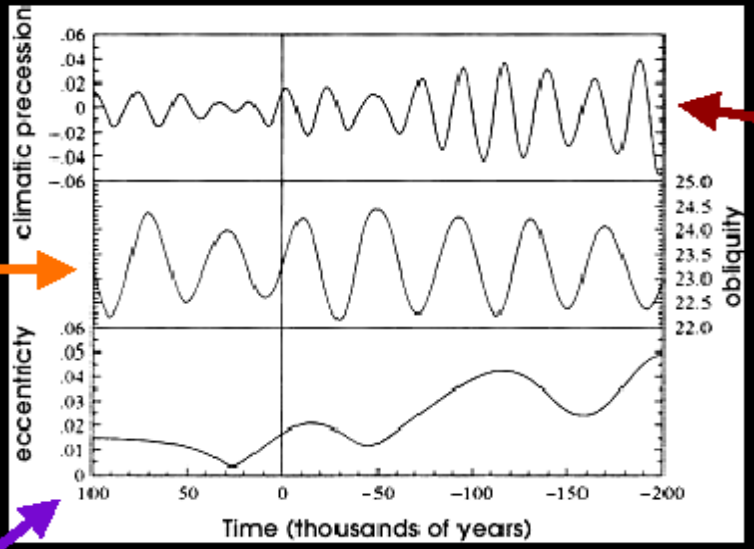
La Precessione degli Equinozi

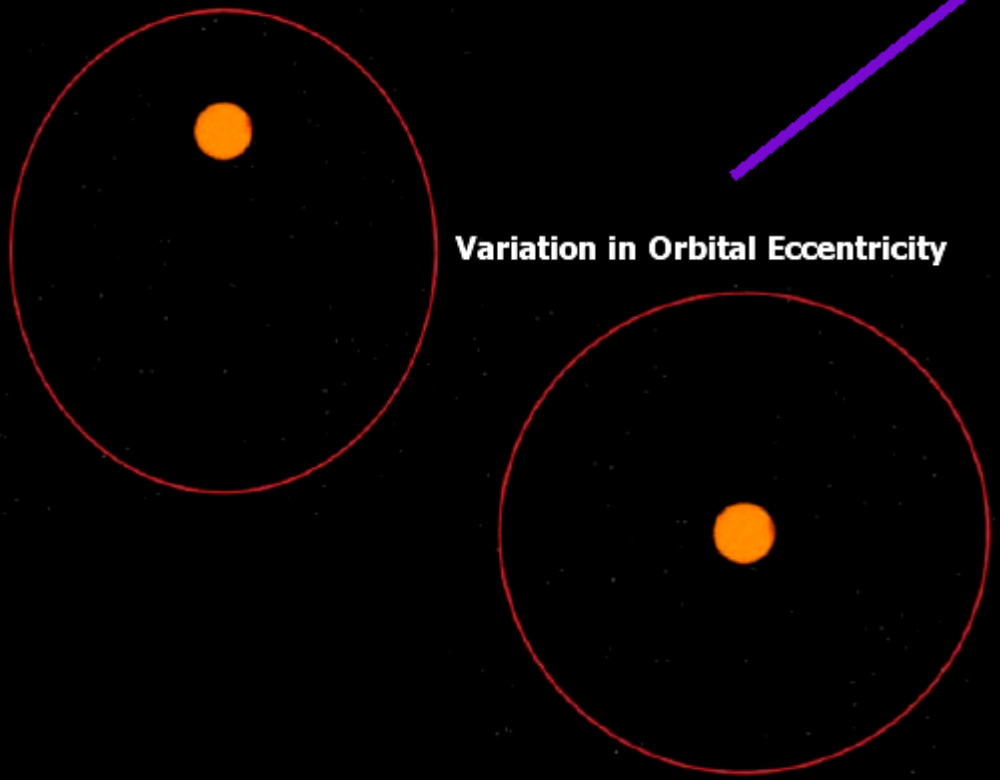
Questo moto giroscopico è causato dalle forze di marea esercitate, con effetti pressoché equivalenti, dal Sole e dalla Luna sulla terraferma ed è associato al fatto che la Terra non è una sfera perfetta, ma presenta un rigonfiamento all'equatore.

Inoltre, l'ellisse orbitale è soggetta essa stessa a precessione, principalmente a causa delle interazioni con Giove e Saturno.

Variation in Axial Obliquity

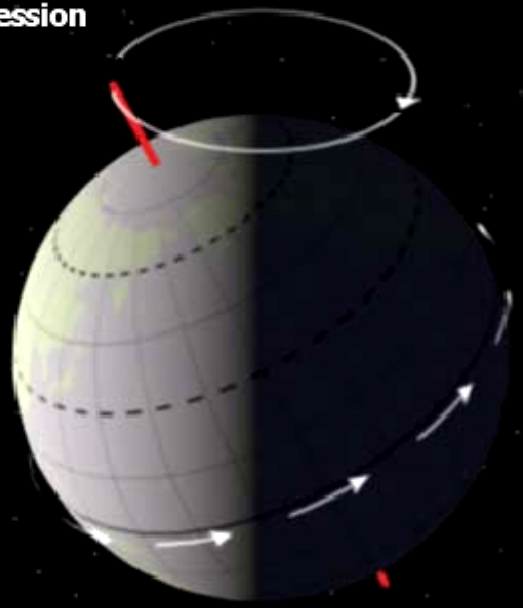




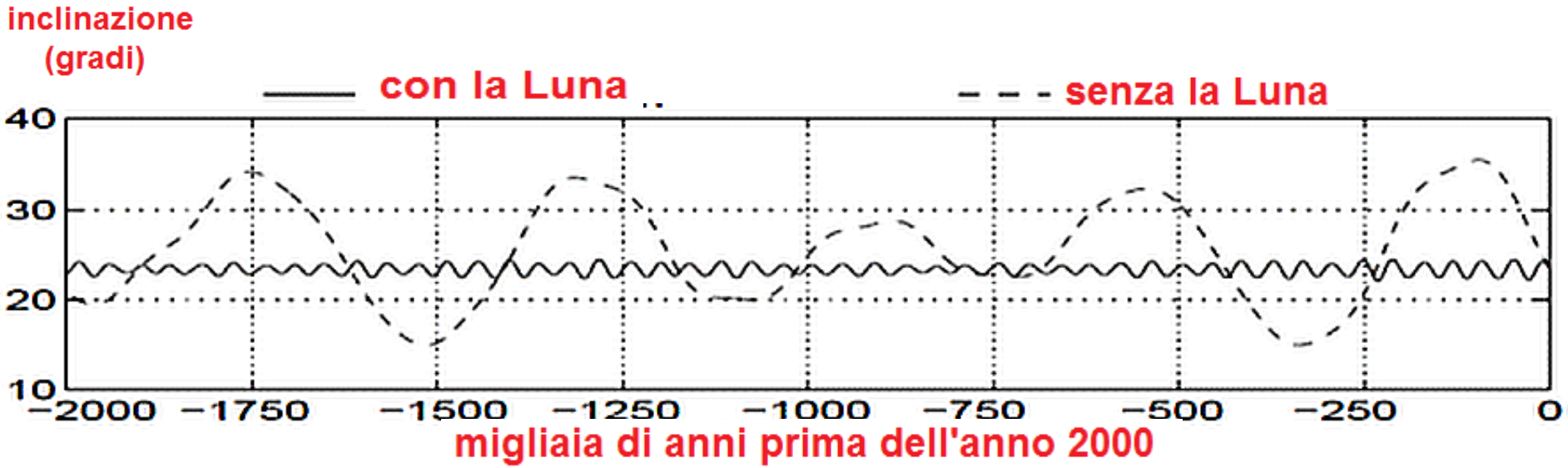


Variation in Orbital Eccentricity

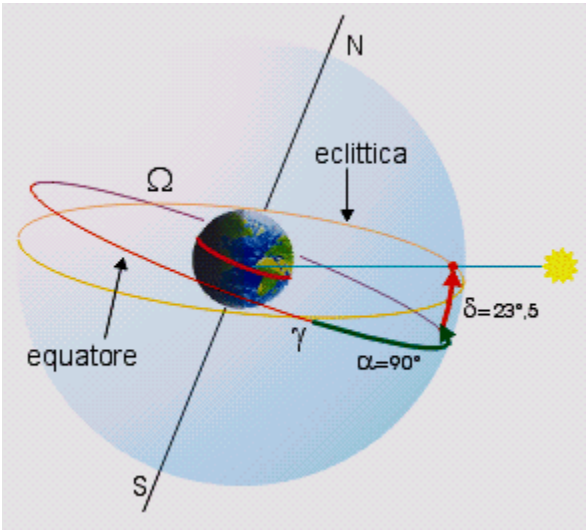
Precession

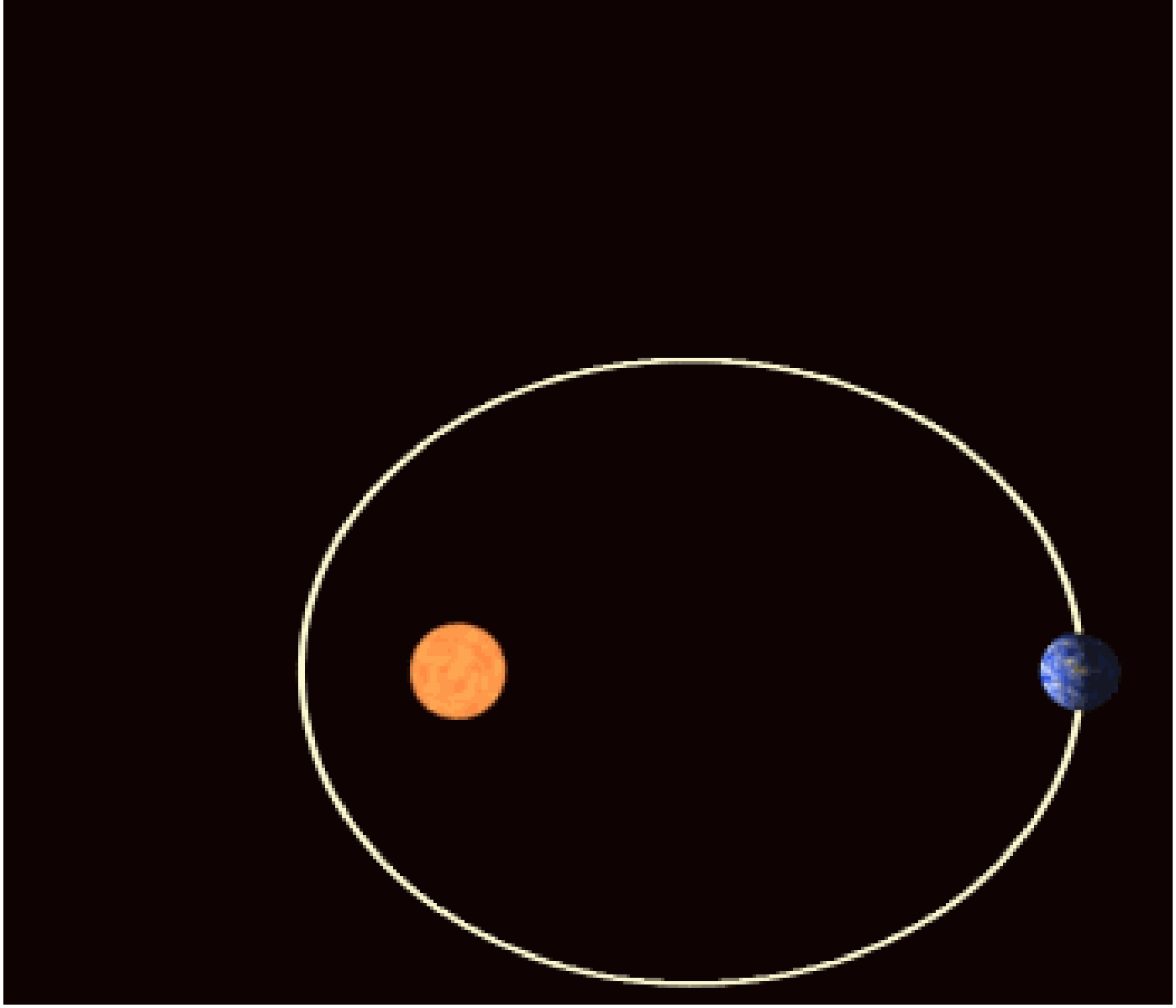


Ampiezza di oscillazione dell'asse della Terra

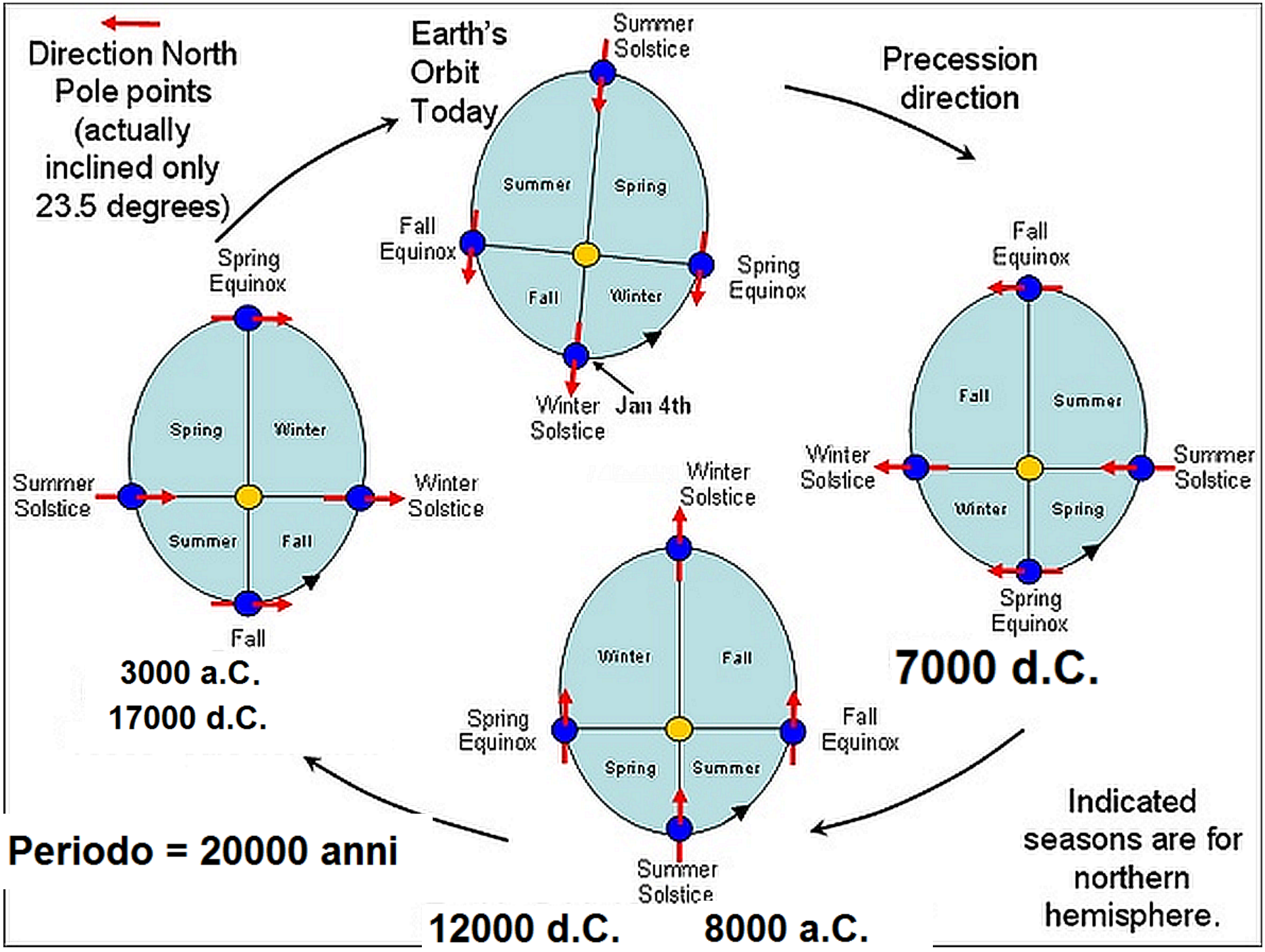


Periodo = **41013 anni (con la Luna)**
400000 anni (senza Luna)





Precessione dell'orbita della Terra


Direction North Pole points (actually inclined only 23.5 degrees)
Earth's Orbit Today
Summer Solstice
Summer
Spring
Fall Equinox
Spring Equinox
Fall
Winter
Winter Solstice
Jan 4th
Precession direction
Spring Equinox
Spring
Winter
Summer Solstice
Winter Solstice
Summer
Fall
Fall
3000 a.C.
17000 d.C.
Fall Equinox
Fall
Summer
Winter Solstice
Summer Solstice
Winter
Spring
Spring Equinox
7000 d.C.
Winter Solstice
Winter
Fall
Spring Equinox
Fall Equinox
Spring
Summer
Summer Solstice
12000 d.C.
8000 a.C.
Periodo = 20000 anni
Indicated seasons are for northern hemisphere.

L'anno 'ideale' Egiziano era quello in cui il sorgere di Sothis 30 minuti prima dell'alba coincideva con l'annuale esondazione del Nilo. Siccome gli Egiziani non hanno mai introdotto un anno bisestile, la festa dell'anno nuovo, collegata con il sorgere di Sothis, inevitabilmente faceva muovere il calendario; solo dopo 1460 anni si aveva un altro anno 'ideale'.

Il fatto che i sacerdoti egizi tenessero conto dello spostamento nel calendario della levata eliaca di Sirio, ci permette di stabilire la data più o meno esatta delle segnalazioni contenute in alcuni reperti archeologici, dove venne indicato il giorno ed il mese della levata eliaca di Sirio, nell'anno di regno del sovrano al potere. Queste segnalazioni non avrebbero alcun interesse cronologico senza la segnalazione del grammatico e scrittore romano Censorino, vissuto nella seconda metà del 3º secolo, in base alla quale si sa che il sorgere eliaco di Sirio si verificò ad Heliopolis il primo giorno del calendario egizio nel 139 d.C., il 19 luglio del calendario giuliano. (**De Die natali Liber ad Q. Caerellium XXI 10**) (1)

Censorinus: De Die natali XXI 10

Sed horum initia semper a primo die mensis eius sumuntur, cui apud Aegyptios nomen est Thouth, quique hoc anno fuit ante diem VII kal. Jul., cum abhinc annos centum imperatore quique hoc anno fuit Antonino Pio II Bruttio Praesente Romae consulibus idem dies fuerit **ante diem XIII kal. Aug**.

Dato che questo inizia sempre il primo giorno del mese che gli egiziani chiamano Thot, che quest'anno fu il 7° giorno prima delle calende di Luglio, cento anni fa, quando l'imperatore Antonino Pio fu console per la seconda volta con Bruttio Praesente in Roma, questo giorno coincise con il giorno **XIII prima delle calende di Agosto**.

Le calende di Agosto corrispondono al 1° di Agosto, i romani contavano i giorni all'indietro. Il mese di Luglio romano aveva 31 giorni, quindi contando all'indietro partendo dal giorno 1, il 13° giorno prima delle calende di Agosto risulta il 19 Luglio, corrispondendo nel 139 d.C. al 1° giorno di Thot, 1° mese del calendario egiziano.

ante diem XIII kal. Aug							Corrisponde al 19 di Luglio						
Luglio													Agosto
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1
13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	←

La città di Heliopolis, "**Innu Mehret**", era un importante centro astronomico, dove il gran sacerdote aveva il titolo di capo degli astronomi, "**Ur-Mau**". Supponendo che per tutta la durata della civiltà egizia il sorgere eliaco di Sirio sia stata osservata dai sacerdoti sempre da Heliopolis, è possibile calcolare gli altri anni in cui la stessa coincidenza si verificò, e quindi, calcolare l'anno egizio e l'anno bisestile giuliano in cui si verificò il sorgere eliaco segnalato nei vari reperti archeologici.

Comunque dobbiamo tener presente che a partire dalla dinastia XVIII, il luogo dove veniva osservato il sorgere eliaco per calcolare l'anno, fu trasferito da Heliopolis a Waset / Tebe (Luxor), perciò la levata eliaca segnalata nel papiro Ebers è sicuramente riferita a Waset / Tebe.

(1547 a.C. Heliopolis, 1527 a.C. Waset / Tebe).

Data di Levata Eliaca (Heliacal Rising)

$$T(HR) = To(HR) + 0{,}014 \cdot (Y - Yo) + 0{,}92 \cdot (f + fo) + 23 \cdot (K - Ko) + ...$$

To(HR) = data di levata eliaca per Y=Yo, f=fo e K=Ko.

Y = anno ; f = latitudine, K= coefficiente di estinzione atmosferica

K=0,1 - 0,2 magnitudini/massa d'aria per l'antico Egitto

Da un punto di vista cronologico le segnalazioni più importanti riguardano:

1º Il 7° anno di regno di **Sesostri III,** 16° giorno del 4º mese di Peret, che permette di collocare l'evento astronomico nel 1879 a.C. e l'incoronazione del faraone nel 1886 a.C. (**Papiro di Berlino 10012**)

2º Il 9° anno di regno di **Amenhotep I**, 9° giorno del 3° mese di Shemu, che permette di collocare l'evento astronomico nel 1527 a.C. e l'incoronazione del faraone nel 1536 a.C. (**Papiro Eber**)

3º Il 20° anno di regno di **Thutmose III**, 28° giorno del 3° mese di Shemu, che porta a definire l'evento intorno al 1471 a.C. (**Stele di Elefantina**)

Un'altra importante data sotiaca è presente sul papiro di Berlino 10012 trovato da Borchardt il 1899 a Kahoun:

Papiro di Berlino 10012a



Anno 7, terzo mese della stagione Peret, 25° Giorno



l'ufficiale Rehuanch, figlio di Zattepihu



copia la comunicazione .... nel Tempio "Sesostri è potente, il giusto":



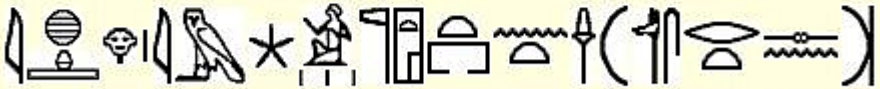
Il Principe capo del Tempio, Nebukaure al



anziano capo sacerdote Pepihotep dice: "Tu sai che all'alba



sorgerà Sopedet (Sirio) il 16 della stagione di Peret quarto mese "



Tu dovrai informare i sacerdoti laici del tempio della città chiamata:
"Potente è Sesostri



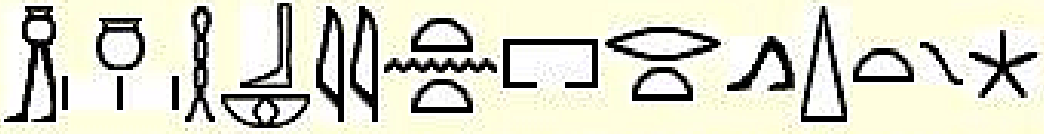
il giusto" e (del Tempio) di Anubis, che è sulla montagna e di Sobek ....

La Via

Papiro di Berlino 10012b



Anno 7, il 17° giorno del quarto mese della stagione di Peret



Celebrazione del sorgere di Sopedet (Sirio)

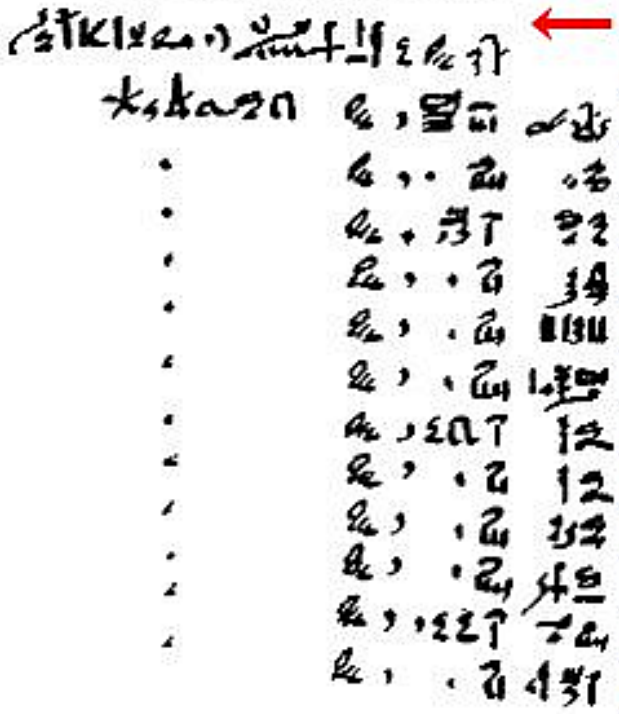


Tassa annuale: preparazione di 200 pani e 60 caraffe di birra

La Via

Il Papiro Ebers, dal nome del suo acquirente europeo, è un rotolo di papiro lungo 20 metri ed alto 20 centimetri, suddiviso da 108 pagine e databile alla XVIII dinastia egizia (~1561 a.C.), più precisamente durante il regno di Amenhotep I, anche se il testo potrebbe essere notevolmente più antico. Il papiro venne acquistato nell'inverno 1873/1874 a Tebe da Georg Ebers. Attualmente è conservato presso la biblioteca dell'Università di Lipsia, in Germania. La seconda delle tre date assolute della cronologia egizia si trova in questo papiro, come può vedersi nella seguente tabella:

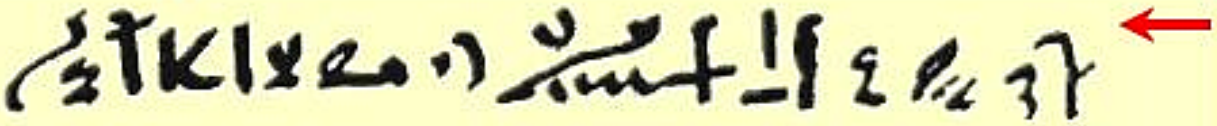
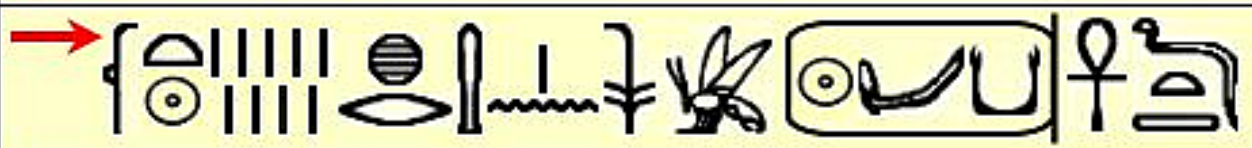
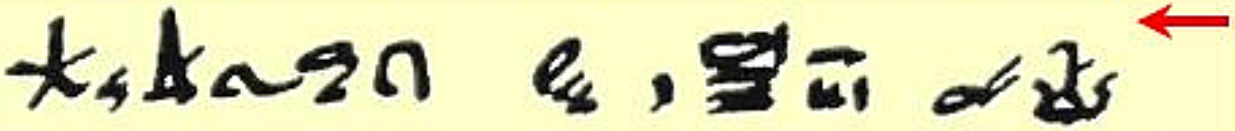
Calendario del Papiro Ebers



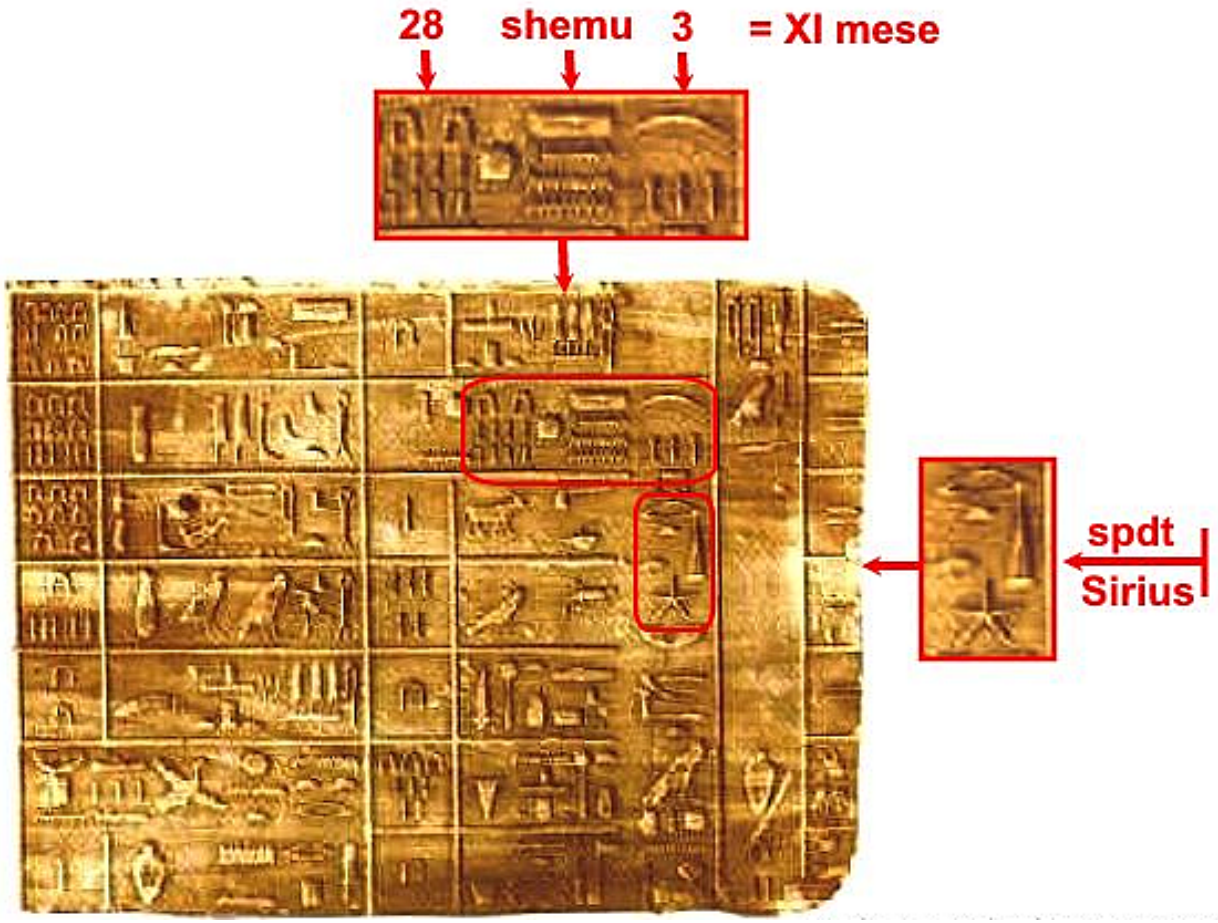
Scritto in ieratico sul retro

Linee	Papiro Ebers - traduzione del calendario
1	Anno 9 sotto il re dell'Alto e Basso Egitto Djeserkare viva per sempre
2	Festa dell'anno nuovo, 3° mese di Shemu, 9° giorno, levata Sirio
3	Tekhy, 4° mese di Shemu, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
4	Menkhet, 1° mese di Akhet, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
5	Huther, 2° mese di Akhet, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
6	Keherka, 3° mese di Akhet, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
7	Shefbedet, 4° mese di Akhet, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
8	Rekeh (1st), 1° mese di Peret, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
9	Rekeh (2nd), 2° mese di Peret, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
10	Renutet, 3° mese di Peret, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
11	Khonsu, 4° mese di Peret, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
12	Khentykhet, 1° mese di Shemu, 9° giorno, dopo la levata di Sirio
13	Ipet, 2° mese di Shemu, 9° giorno, dopo la levata di Sirio

Papiro Ebers - prime due linee del calendario

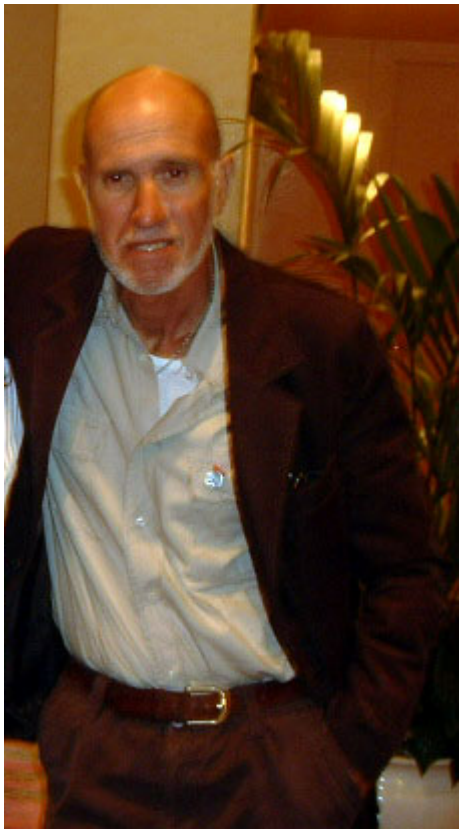
Linea 1 **Testo ieratico**	
Traslitterazione **In geroglifico**	
Traduzione in Italiano	Anno 9 sotto il re dell'Alto e Basso Egitto Djeserkare viva per sempre
Nota: (Djeserkare o Zeserkerè viene identificato con il faraone noto come Amenhotep I)	
Linea 2 **Testo ieratico**	
Traslitterazione **In geroglifico**	
Traduzione in Italiano	Festa dell'anno nuovo, 3° mese di Shemu, 9° giorno, levata di Sirio

Elefantina - Stele di Thutmosi III



La stele di Elefantina, di cui si conserva un frammento, è un calendario delle feste religiose del templo de Elefantina, dell'epoca di Thutmosi III, della XVIII dinastía, dove venne registrata la levata eliaca di Sirio il 28º giorno del 3º mese di Shemu (Apep). Secondo i calcoli astronomici, l'evento si verificò intorno al 1471 a.C.

Teoria della Correlazione di Orione (Bauval, 1992)



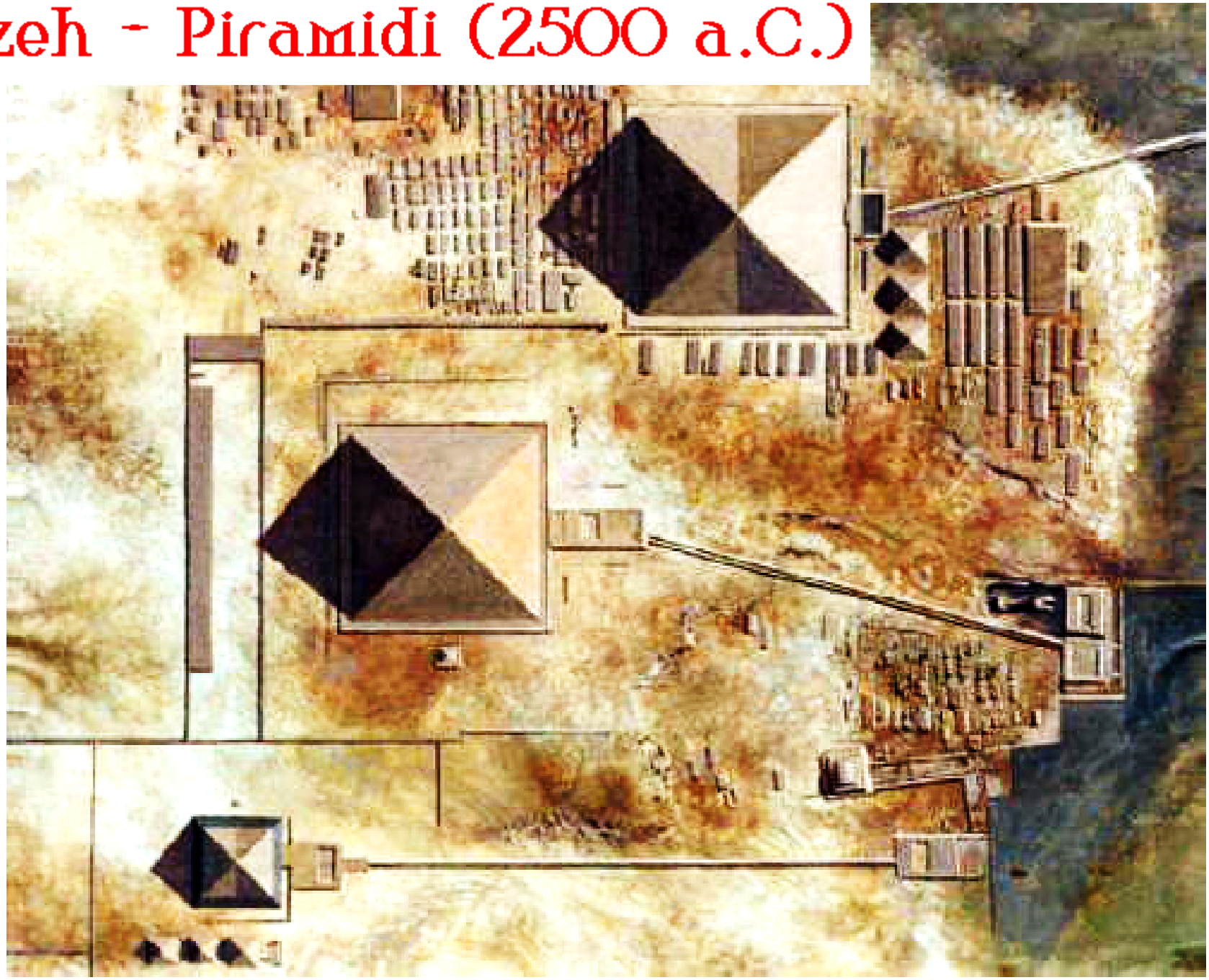


Teoria della correlazione di Orione

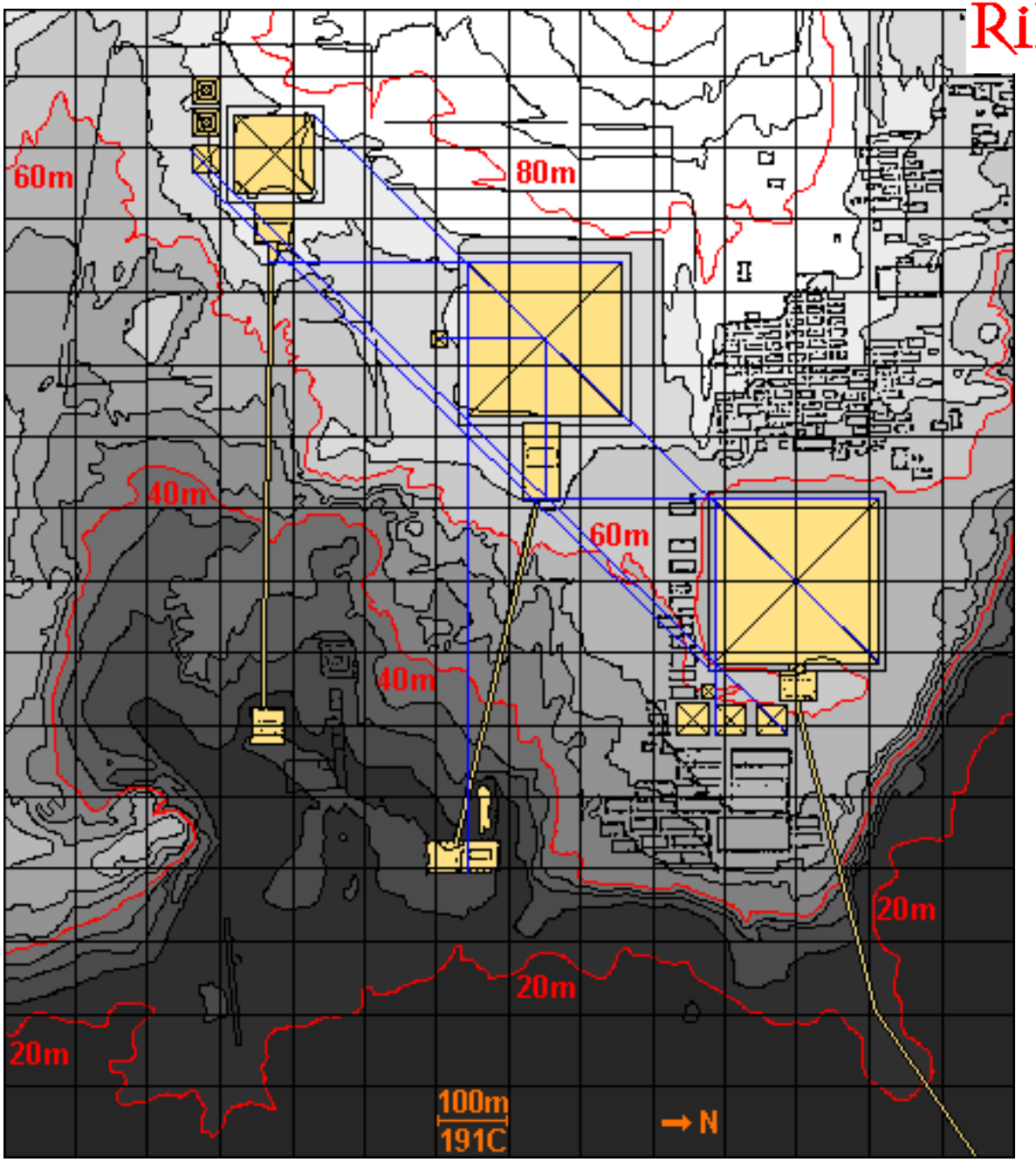
La **teoria della correlazione di Orione** (o teoria della correlazione Giza–Orione[1]) è un'ipotesi della piramidologia. La sua principale rivendicazione sta nel fatto che ci sarebbe una correlazione tra la posizione delle principali tre piramidi della necropoli di Giza e le tre stelle centrali della costellazione di Orione, e che questa correlazione fu volontariamente creata da chi costruì le piramidi. Le stelle di Orione erano associate dagli egizi ad Osiride, il dio-sole della rinascita e dell'oltretomba. A seconda della versione di questa teoria, possono essere incluse altre piramidi per la ricostruzione della costellazione di Orione, mentre il fiume Nilo rappresenterebbe la Via Lattea. Questa teoria fu pubblicata la prima volta nel 1989 all'interno di *Discussions in Egyptology*, volume 13. Nel 1994 fu il soggetto di un bestseller, *The Orion Mystery* (Il mistero di Orione), e di un documentario della BBC, *The Great Pyramid: Gateway to the Stars* (febbraio 1994), oltre ad apparire in alcuni libri New Age.


Gizeh - Piramidi (2500 a.C.)

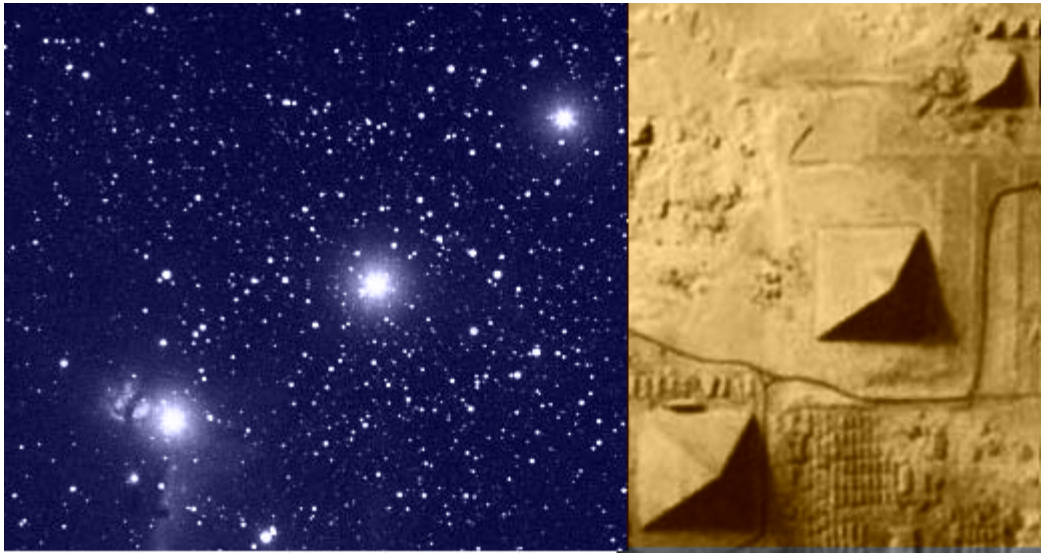
Gizeh - Piramidi (2500 a.C.)



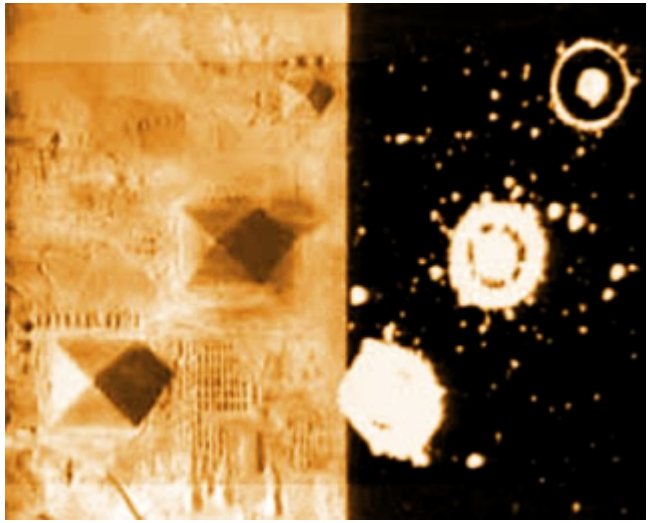
Rilievo topografico



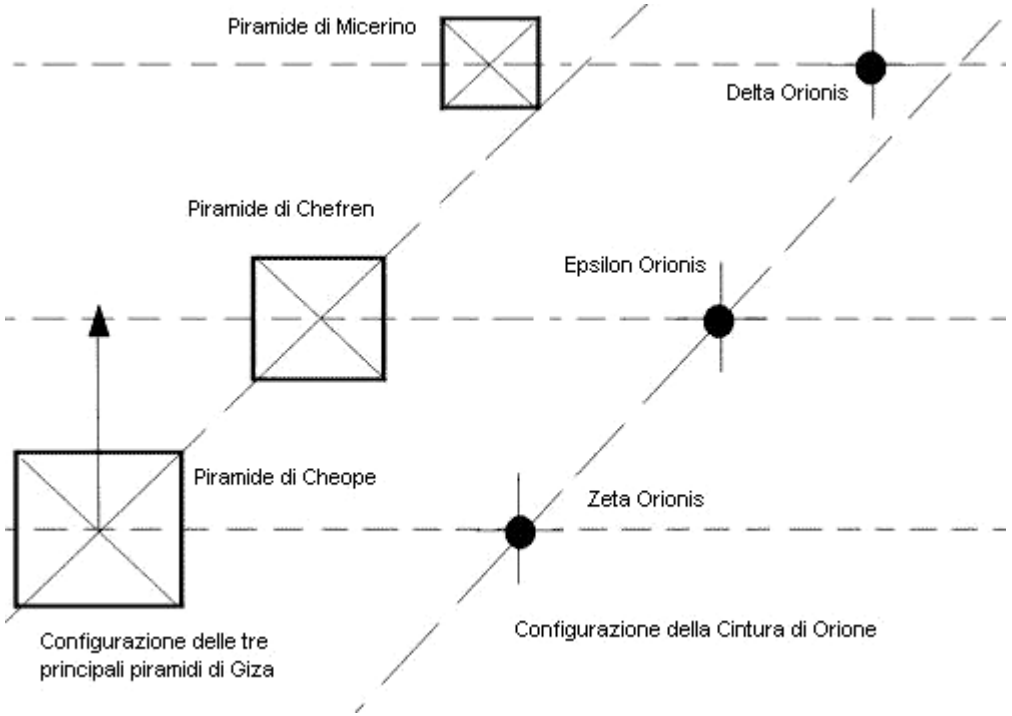




Teoria della Correlazione di Orione (Bauval, 1992)



Presunta corrispondenza tra le piramidi di Gizeh e le stelle della Cintura di Orione



Confronto di Teorie

	Teoria Ortodossa	Teoria Bauval et Al.
Duat	Il Duat e' posto presso il Polo Nord Celeste (Orsa Maggiore etc.)	Il Duat e' posto tra Orione, il Toro e il Cane Maggiore
	Duat sempre visibile	Duat visibile solo 7-8 mesi l'anno
Disposizione delle Piramidi	Casualmente e' cosi'	Rappresentazione di parte della costellazione di Orione e del Toro sulla Terra.
	Nessuna connessione mitologica con il cielo	Esiste una connessione mitologica con il cielo e il Duat.
Orientazione della Grande Piramide	Errore rilevato di 3' rispetto al meridiano astronomico locale	Errore rilevato di 3' rispetto al meridiano astronomico locale
	Orientazione deliberatamente ottenuta	
	=> Precisione non raggiungibile deliberatamente <=	
Direzioni indicate dai pozzi	Deliberatamente orientati verso Orione e il Drago	
Eta' della Sfinge	2500-2000 a.C.	~10500 a.C.
	=> tutto da dimostrare <=	

Il Teorema di Fürstemberg

Il teorema di Fürstenberg applicato al pattern matching afferma che se si hanno due configurazioni di punti rappresentati dagli insiemi {A} e {B}, di cui l'insieme {A} comprende n elementi e l'insieme {B} comprende N elementi, con N>>n , allora è banale identificare un sottoinsieme {c} di {B} composto da m elementi che corrispondono molto bene a quelli dell'insieme {A}.

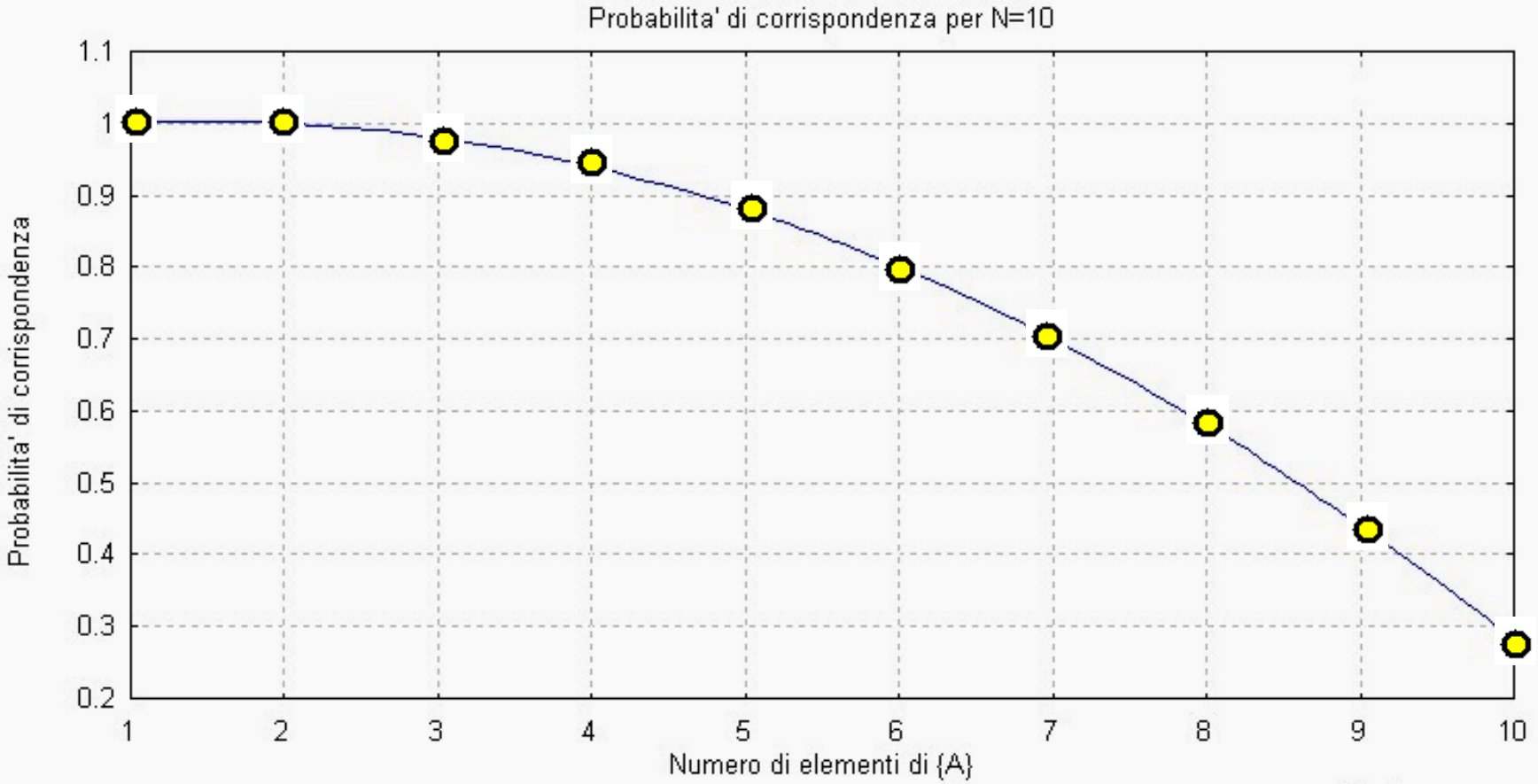
In termini probabilistici è possibile stabilire una definizione approssimata per la probabilità di corrispondenza tra il pattern formato da n elementi di {A} ed un sottoinsieme n degli elementi di {B} come segue:

$$P = 1 - \frac{(n-1)(n-2)}{N^2}$$

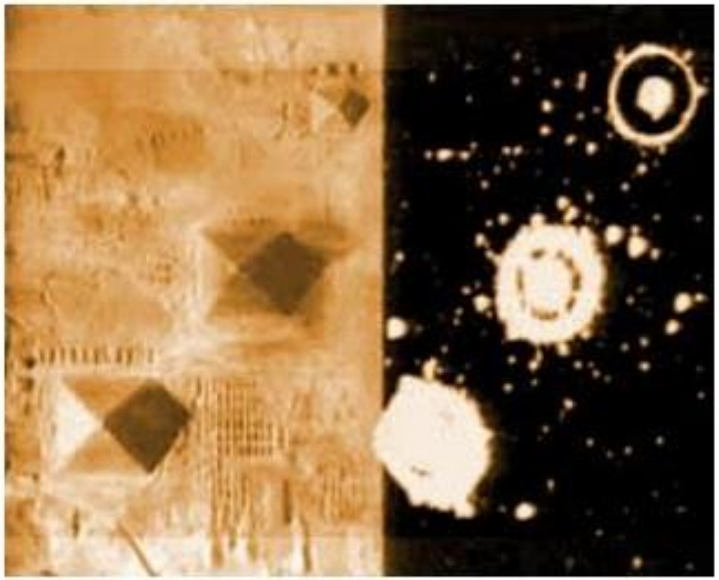
in cui P è la probabilità di trovare almeno 1 sottoinsieme di {B} corrispondente al pattern di n punti di {A} scelto a caso.

Esempio: se l'insieme {A] è rappresentato da alcune coppelle incise sulla roccia, diciamo n, e l'insieme {B} è rappresentato da N stelle nel cielo, poichè N>>n, allora sarà banale tovate una configurazione di stelle appartenente a {B} che corrisponderanno molto bene al pattern di m coppelle.

Esempio: Caso delle 10 stelle più luminose visibili ad occhio nudo (N=10) da confrontare con un numero n<10 di coppelle presenti su una roccia (o altro).



Probabilità di rilevare la corrispondenza di almeno 1 pattern dell'insieme {B} composto da 10 elementi ed un pattern dell'insieme {A} composto a n elementi, con $n<10$.



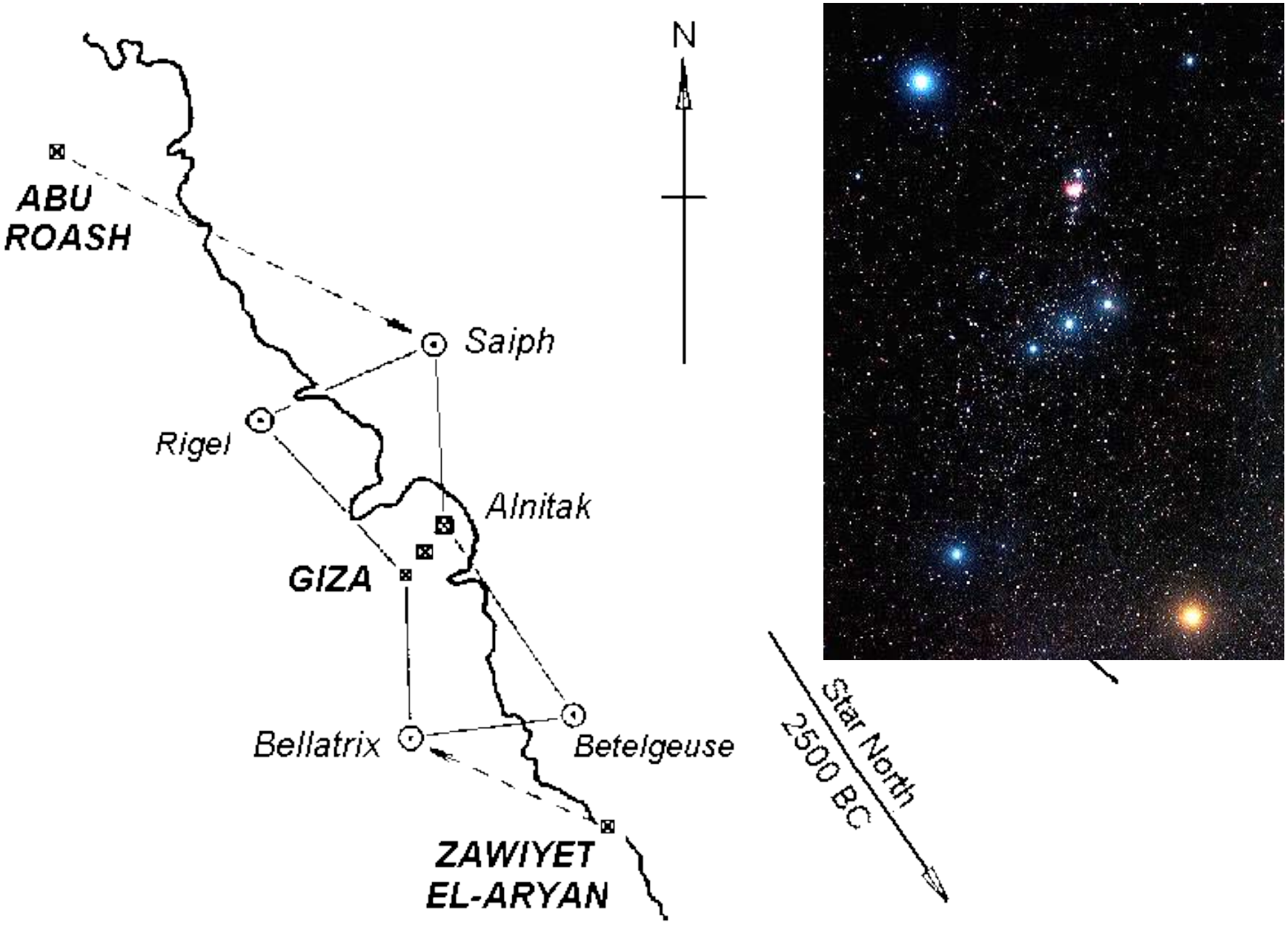
Esempio: Teoria della Correlazione di Bauval.

In questo caso abbiamo la presunta corrispondenza tra le tre piramidi di Gizeh e le tre stelle della cintura di Orione.
Quindi: m=3 piramidi, N=3 stelle.

$$P(3,3) = 1 - \frac{(3-2)(3-1)}{9} = 0,778$$

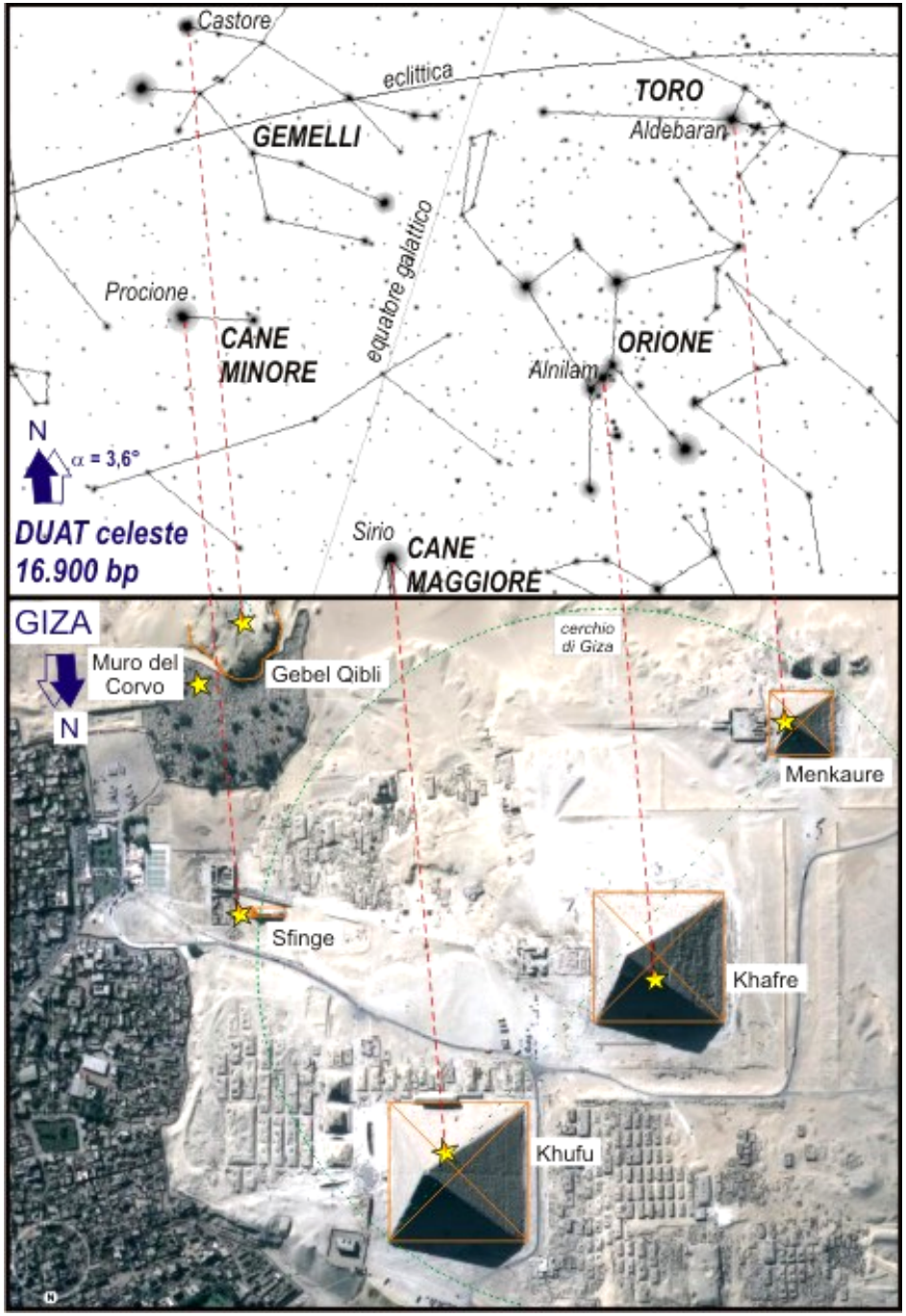
Il calcolo mostra che la probabilità di concordanza casuale è pari a P(3,3)= 77,8%

In questo caso la conclusione è che la concordanza tra la disposizione delle piramidi di Gizeh e le stelle della Cintura di Orione è casuale con il 77,8% di probabilità e quindi la Teoria della Correlazione proposta da Bauval va rigettata come falsa.



$P(5,5) = 0{,}52$

Correlazione di Orione



Una correlazione alternativa....

N=13 stelle luminose
n = 5 elementi (3 piramidi+ sfinge+ ...)

$$P(5,13) = 0{,}93$$

cioè il 93% di trovare casualmente un accordo tra la posizione degli elementi ed un sottoinsieme di 5 stelle su un totale di 13 luminose

Teorema del Brutto Anatroccolo

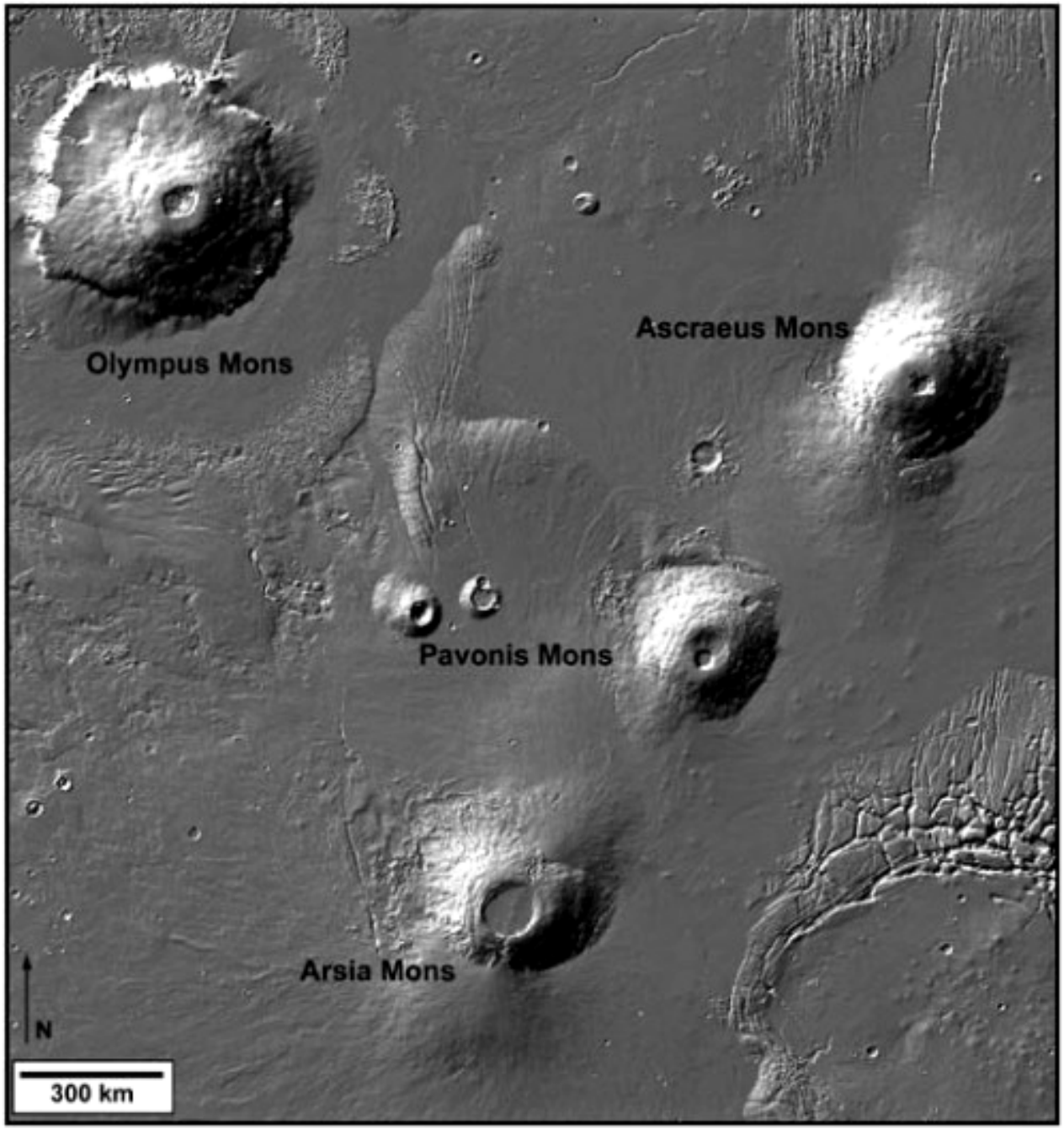
Il **teorema del brutto anatroccolo** (orig. *Ugly duckling theorem*) dimostra come sia impossibile classificare senza un qualche criterio di preferenza (o bias).

Esso è così chiamato per via dell'omonima famosa favola di Hans Christian Andersen, in quanto mostra che, se tutto quanto fosse uguale, un brutto anatroccolo sarebbe tanto simile ad un cigno quanto i cigni lo sono tra loro. È stato proposto e dimostrato da Satoshi Watanabe nel 1969.

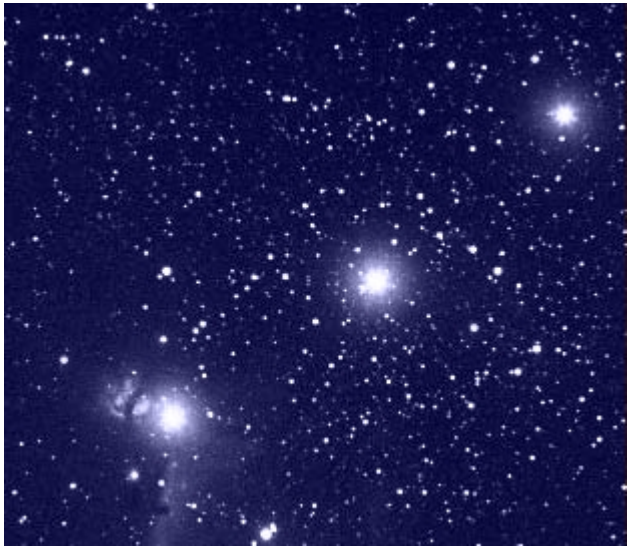
Satosi Watanabe, *Knowing and Guessing: A Quantitative Study of Inference and Information*, New York, Wiley, 1969.

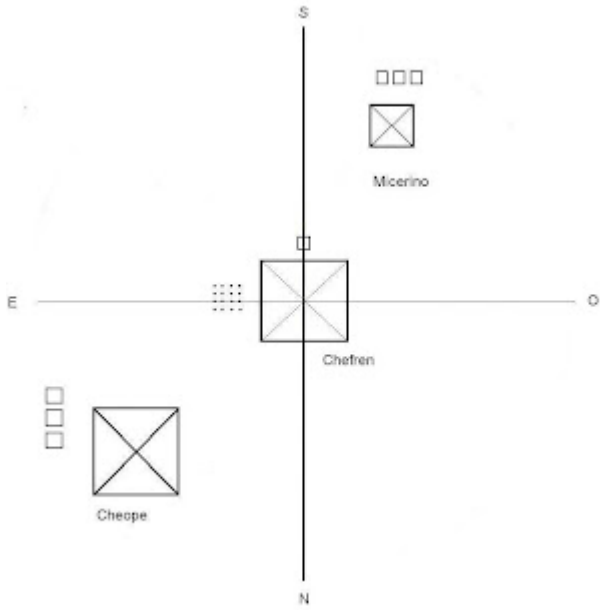
Dal punto di vista psicologico il confronto tra due configurazioni implica automaticamente la "speranza" che si somiglino a tal punto da poterle mettere in relazione oggettiva...

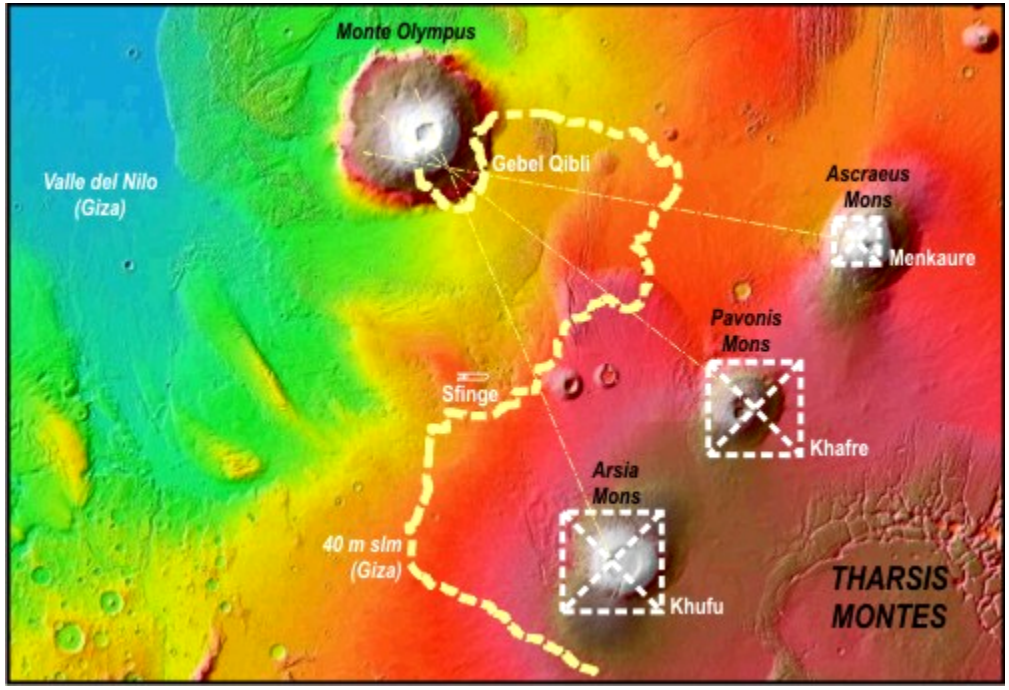
Piramidi $\leftrightarrows$ Stelle

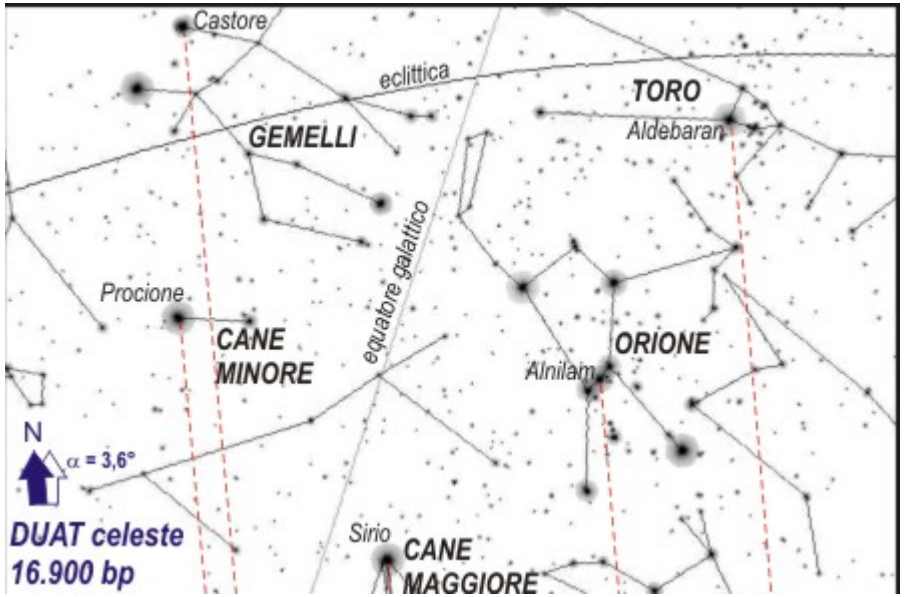

Olympus Mons
Ascraeus Mons
Pavonis Mons
Arsia Mons
N
300 km

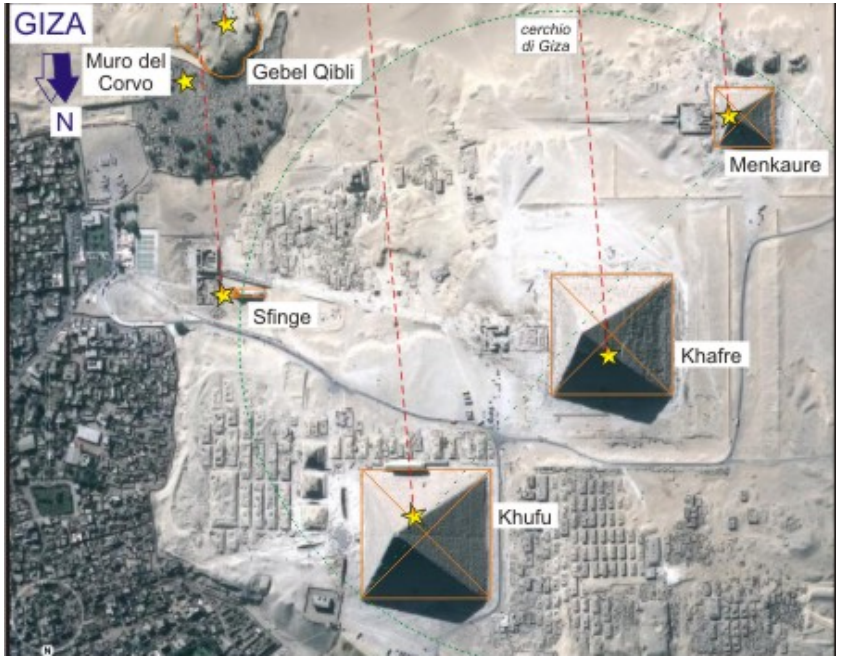


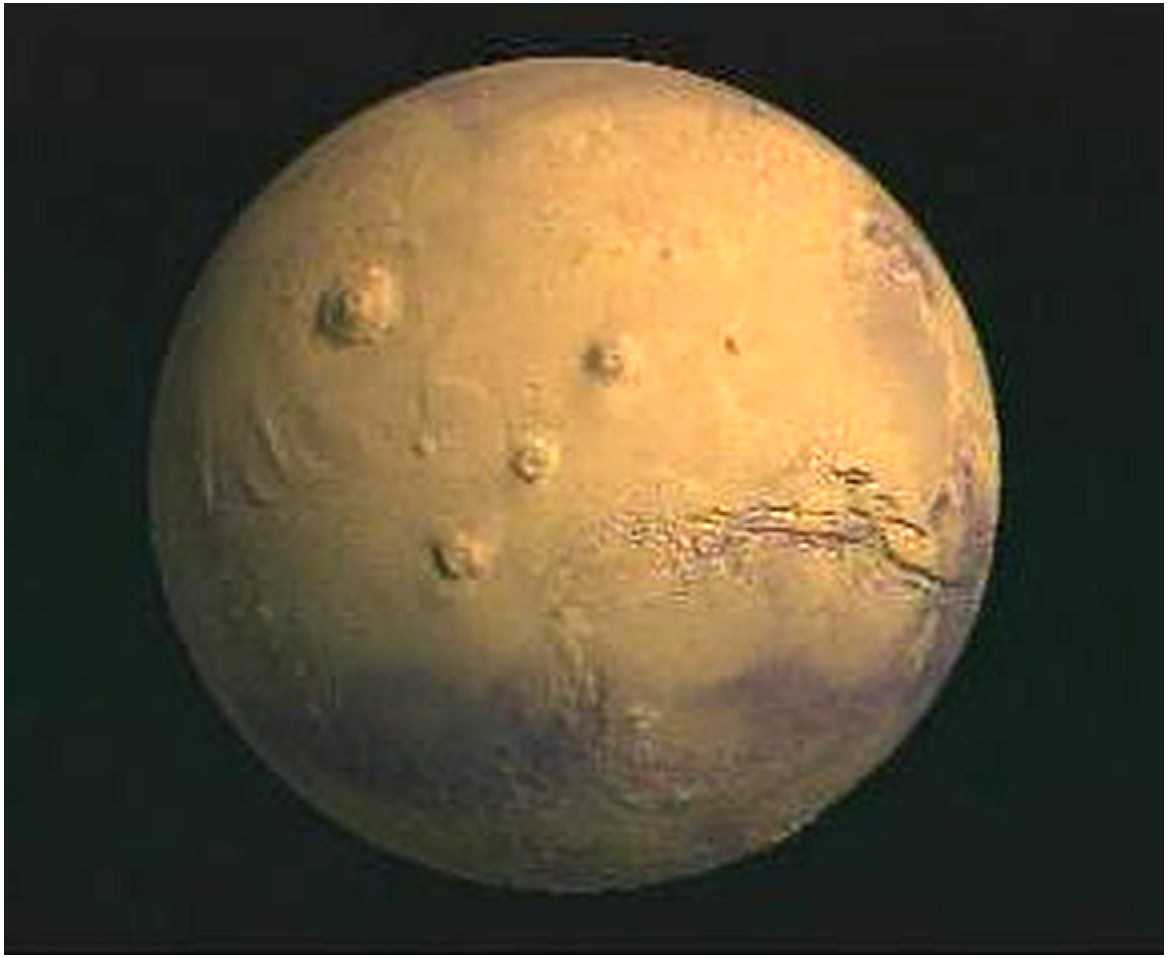



S
Micerino
E
O
Chefren
Cheope
N


Monte Olympus
Valle del Nilo
(Giza)
Gebel Qibli
Ascraeus
Mons
Menkaure
Pavonis
Mons
Sfinge
Khafre
Arsia
Mons
40 m slm
(Giza)
Khufu
THARSIS
MONTES


Castore
eclittica
GEMELLI
TORO
Aldebaran
equatore galattico
Procione
CANE
MINORE
ORIONE
Alnilam
N
α = 3,6°
DUAT celeste
16.900 bp
Sirio
CANE
MAGGIORE

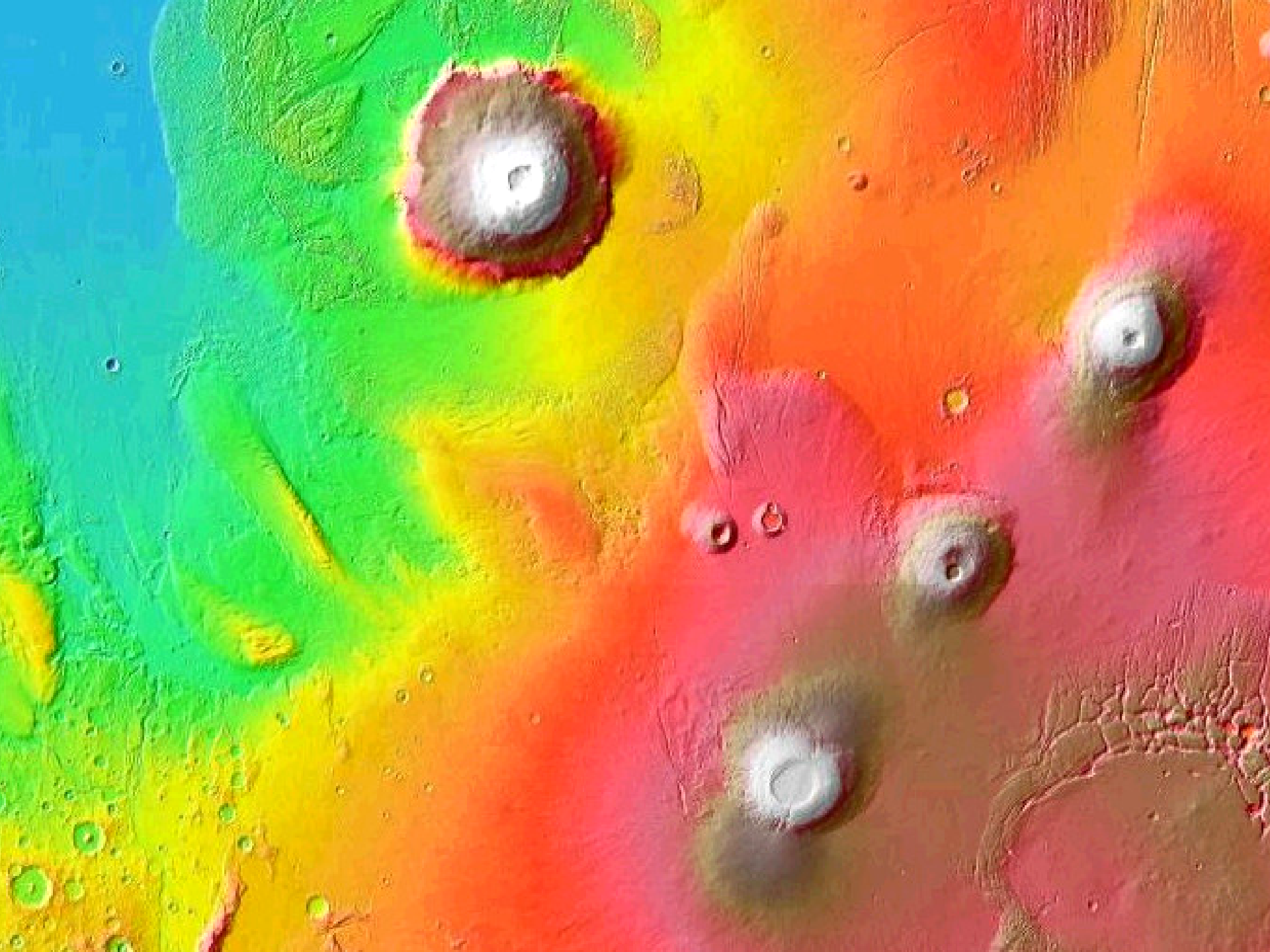

GIZA
Muro del
Corvo
N
Gebel Qibli
cerchio
di Giza
Menkaure
Sfinge
Khafre
Khufu



Ia Nix Olimpica e i Tharsis Montes

...su Marte!





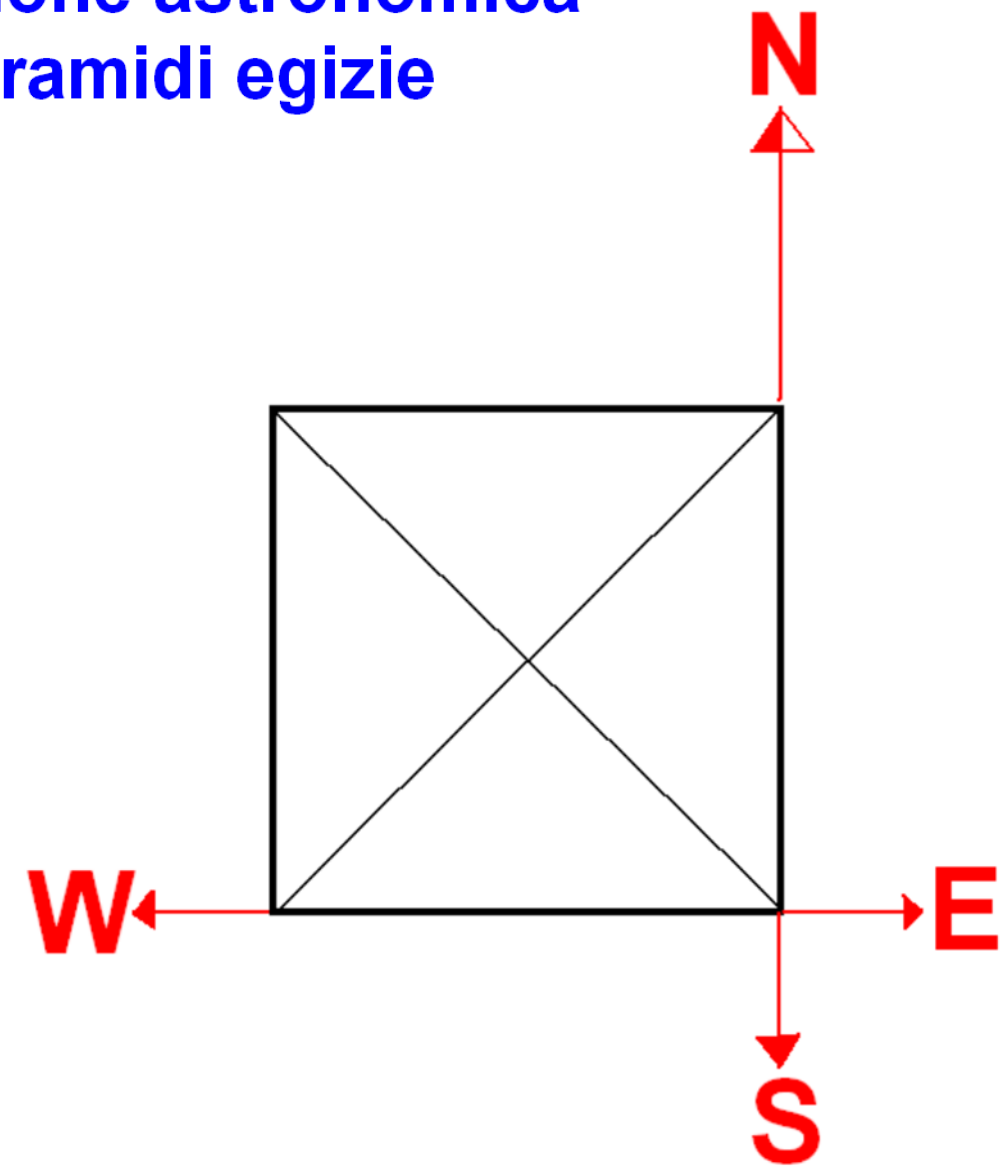
La Teoria della Correlazione di Bauval NON è verificata



L'orientazione astronomica delle piramidi egizie



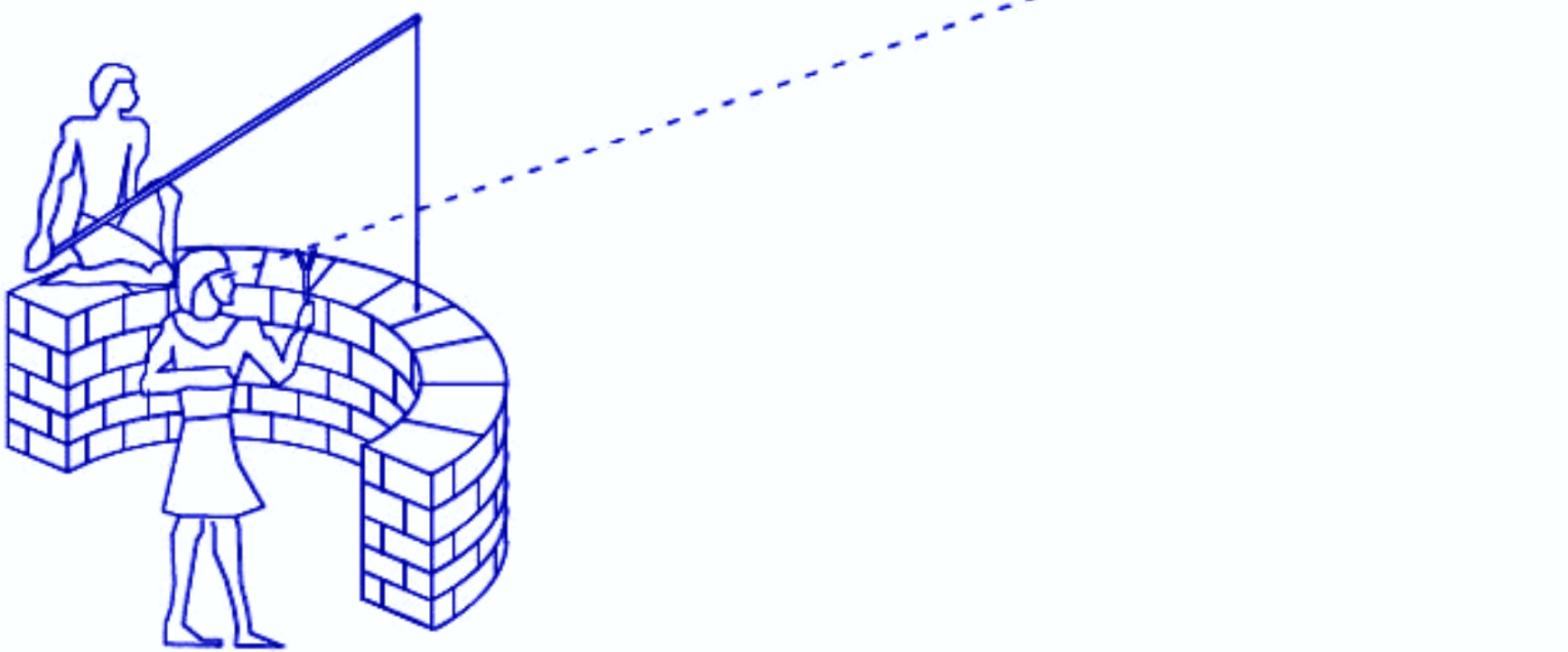
L'orientazione astronomica delle piramidi egizie



Piramidi di Gizeh



Metodo per materializzare le direzioni astronomiche



Nature, 16 Novembre 2000

articles

Ancient Egyptian chronology and the astronomical orientation of pyramids

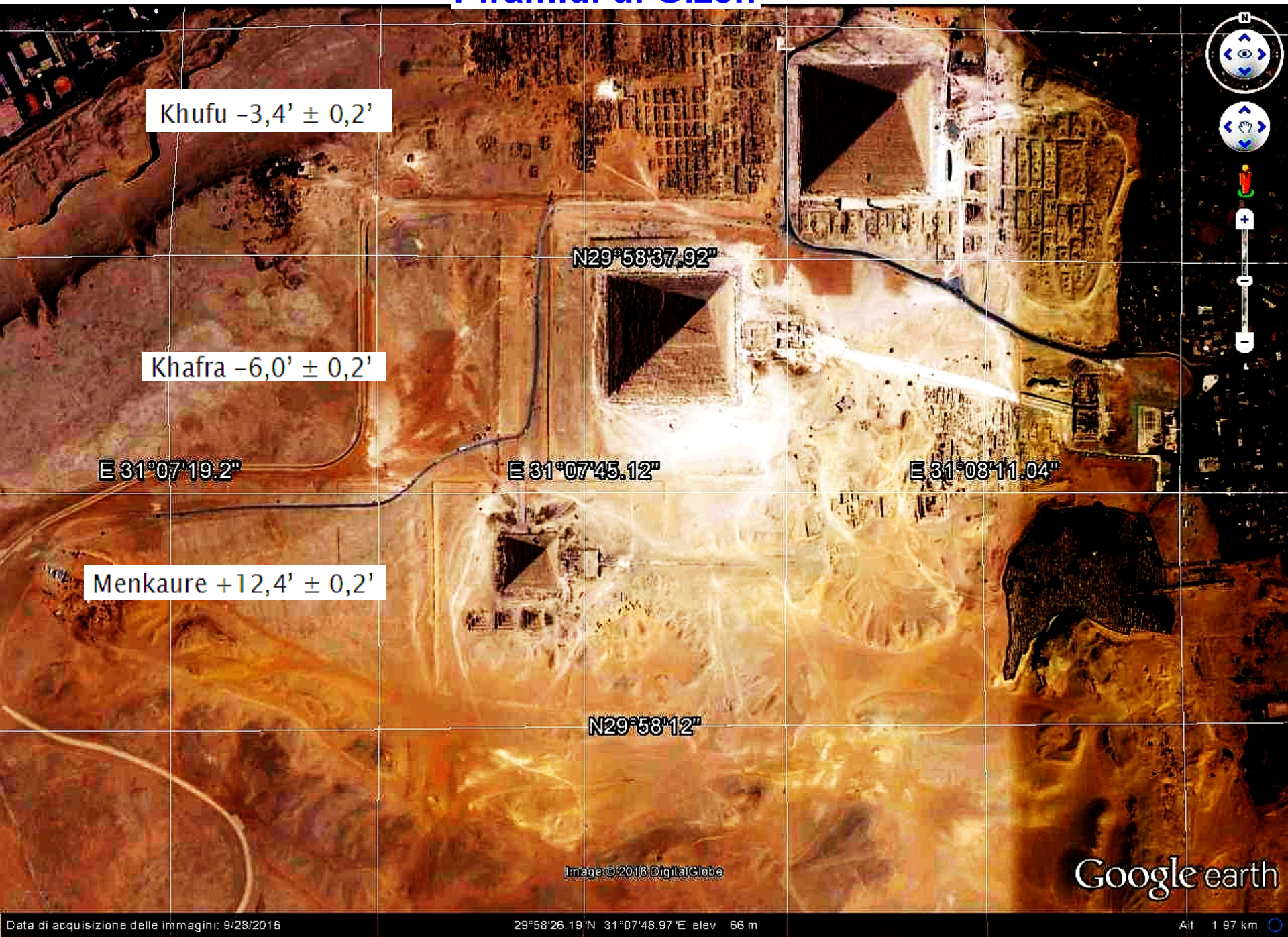
Kate Spence

Faculty of Oriental Studies, University of Cambridge, Sidgwick Avenue, Cambridge CB3 9DA, UK

The ancient Egyptian pyramids at Giza have never been accurately dated, although we know that they were built approximately around the middle of the third millennium BC. The chronologies of this period have been reconstructed from surviving lists of kings and the lengths of their reigns, but the lists are rare, seldom complete and contain known inconsistencies and errors. As a result, the existing chronologies for that period (the Old Kingdom) can be considered accurate only to about ±100 years, a figure that radiocarbon dating cannot at present improve. Here I use trends in the orientation of Old Kingdom pyramids to demonstrate that the Egyptians aligned them to north by using the simultaneous transit of two circumpolar stars. Modelling the precession of these stars yields a date for the start of construction of the Great Pyramid that is accurate to ±5 yr, thereby providing an anchor for the Old Kingdom chronologies.

The pyramids of the middle of the third millennium in Egypt (the Old Kingdom), built as tombs for the kings of the period, were oriented to the cardinal points with extraordinary precision. The most accurately aligned is the Pyramid of Khufu (Cheops) at Giza, the pyramid of Khufu represented a peak of accuracy which was not maintained in subsequent reigns. In fact, after Khufu's reign the alignment of pyramids became increasingly inaccurate. If the Egyptians had mastered a method of exceptionally accurate orien-

Piramidi di Gizeh



Piramide di Meidum

Meidum(1) –20’ ± 1,0’



Piramide Rossa

Piramide rossa -8,7' ± 0,2'



Piramide a doppia pendenza (Bent)

Piramide a doppia pendenza –17,3’ ± 0,2’



Deviazione rispetto alla direzione del meridiano astronomico locale

(lato est)

Meidum(1) −20’ ± 1,0’

Piramide a doppia pendenza −17,3’ ± 0,2’

Piramide rossa −8,7’ ± 0,2’

Khufu −3,4’ ± 0,2’

Khafra −6,0’ ± 0,2’

Menkaure +12,4’ ± 0,2’

Piramidi misurabili

Ruler	Currently accepted accession date
Djoser	2640 BC
Snofru–Meidum (1)	2600 BC (–2/+17)
Snofru–Bent Pyramid (2)	[2583 BC] (–2/+11)
Snofru–Red Pyramid (3)	[2572 BC] (–2/+9)
Khufu (4)	2554 BC
Khafre (5)	2522 BC (–1)
Menkaure (6)	2489 BC (–4)
Sahure (7)	2446 BC (–15)
Neferirkare (8)	2433 BC (–16)
Unas	2317 BC
Senwosret I	1956 BC
Amenemhat III	1853 BC

Piramide di Djoser



Piramide di Sahure



Piramide di Unas



Piramide di Neferirkare



Piramide di Senwsret I



Piramide di Amenhemat III (Piramide Nera)

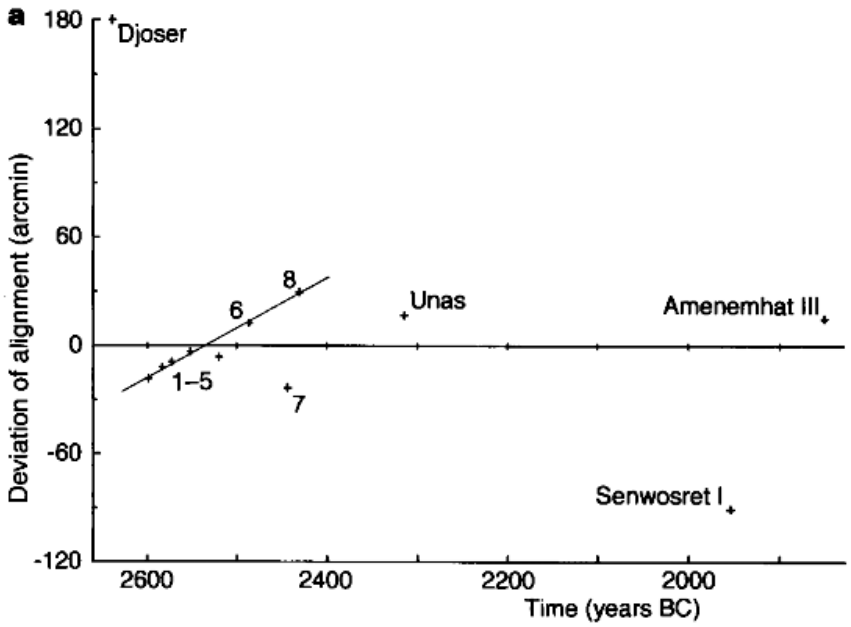


Table 1 Date and orientation of ancient Egyptian pyramids

Ruler	Currently accepted accession date	Orientation—west side of pyramid	Orientation—east side of pyramid	Recalibrated accession date
Djoser	2640 BC		~ +180′ (ref. 3)	
Snofru–Meidum (1)	2600 BC (–2/+17)	–18.1′ (ref. 11) ±1.0	–20.6′ (ref. 11) ±1.0	2526 BC ± 7
Snofru–Bent Pyramid (2)	[2583 BC] (–2/+11)	–11.8′ (ref. 12) ± 0.2	–17.3′ (ref. 12) ± 0.2	
Snofru–Red Pyramid (3)	[2572 BC] (–2/+9)		–8.7′* ± 0.2	
Khufu (4)	2554 BC	–2.8′ (ref. 1) ± 0.2	–3. 4′ (ref. 1) ± 0.2	2480 BC ± 5
Khafre (5)	2522 BC (–1)	–6.0′ (ref. 1) ± 0.2	–6.0′ (ref. 1) ± 0.2	2448 BC ± 5
Menkaure (6)	2489 BC (–4)	Average: +14. 1′ ± 1.8′ (ref. 2)	+12.4′ (ref. 2) ± 1.0	2415 BC ± 10
Sahure (7)	2446 BC (–15)		~ –23′(ref. 3, 6) ± 10	2372 BC ± 25
Neferirkare (8)	2433 BC (–16)		~ +30′ (ref. 3) ± 10	2359 BC ± 25
Unas	2317 BC	+17. 4′ (ref. 1)	+17.1′ (ref. 1)	
Senwosret I	1956 BC		~ –90′ (ref. 13)	
Amenemhat III	1853 BC		+15.7′ (ref. 14)	

* Accurate measurement of alignment provided by J. Dorner.

Numbers in parentheses after rulers' names refer to labelling in Figs 1 and 4. All measurements of orientation are in arcminutes. Error margins are given only for those structures that appear in Figs 1b and 4. The dates in column 2 are from von Beckerath's chronology (lower estimates)[8] with the exception of the length of Snofru's reign and the dates of construction of his pyramids (in square brackets) which follow Stadelmann[9,10]. Error margins (in parentheses) given for these dates reflect cumulative differences in reign length between existing chronologies and are calculated relative to the beginning of Khufu's reign. For Snofru's reign a range of 29 to 48 years is allowed, reflecting current debate[10,15]. For pyramids post-dating Khufu, the error margins reflect differences between two standard scholarly chronologies[8,16]. Dates plotted in Figs 1b and 4 are two years later than those tabulated (with the exception of the Bent and Red pyramids) as it is assumed here that alignment ceremonies took place in year 2 of each king's reign. Error margins for the orientation of the west and east sides of the pyramids are estimates based on the equipment used to measure the alignments. ±0.2 arcminutes is allowed for recent measurements taken with a meridian-seeking theodolite[1] and ±1 for those measured using a less accurate theodolite and star-sightings[2,11]. A nominal 10-arcminute allowance is made for the pyramids of Sahure and Neferirkare, the orientations of which were calculated from figures published in excavation reports[3]. The east side of Sahure's pyramid incorporates a surveying error, the size of which has been calculated from published measurements[6]. The final column shows dates recalibrated according to the method described in the text.



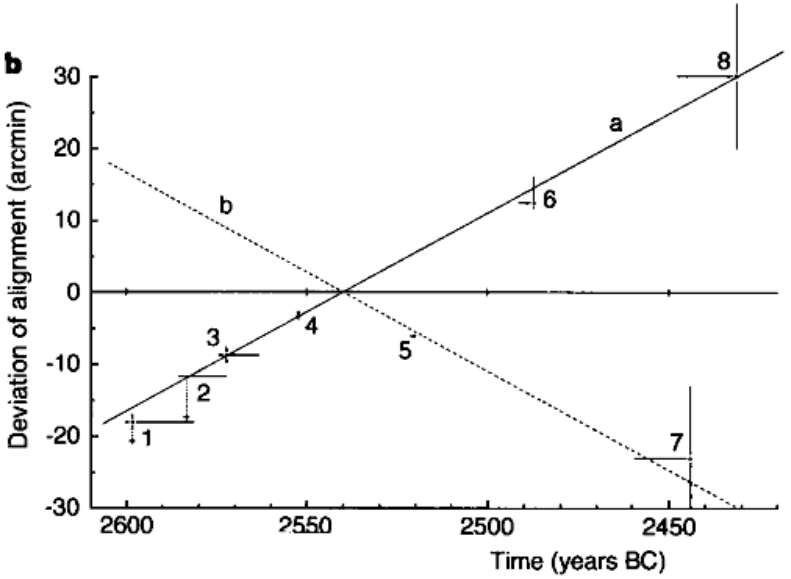
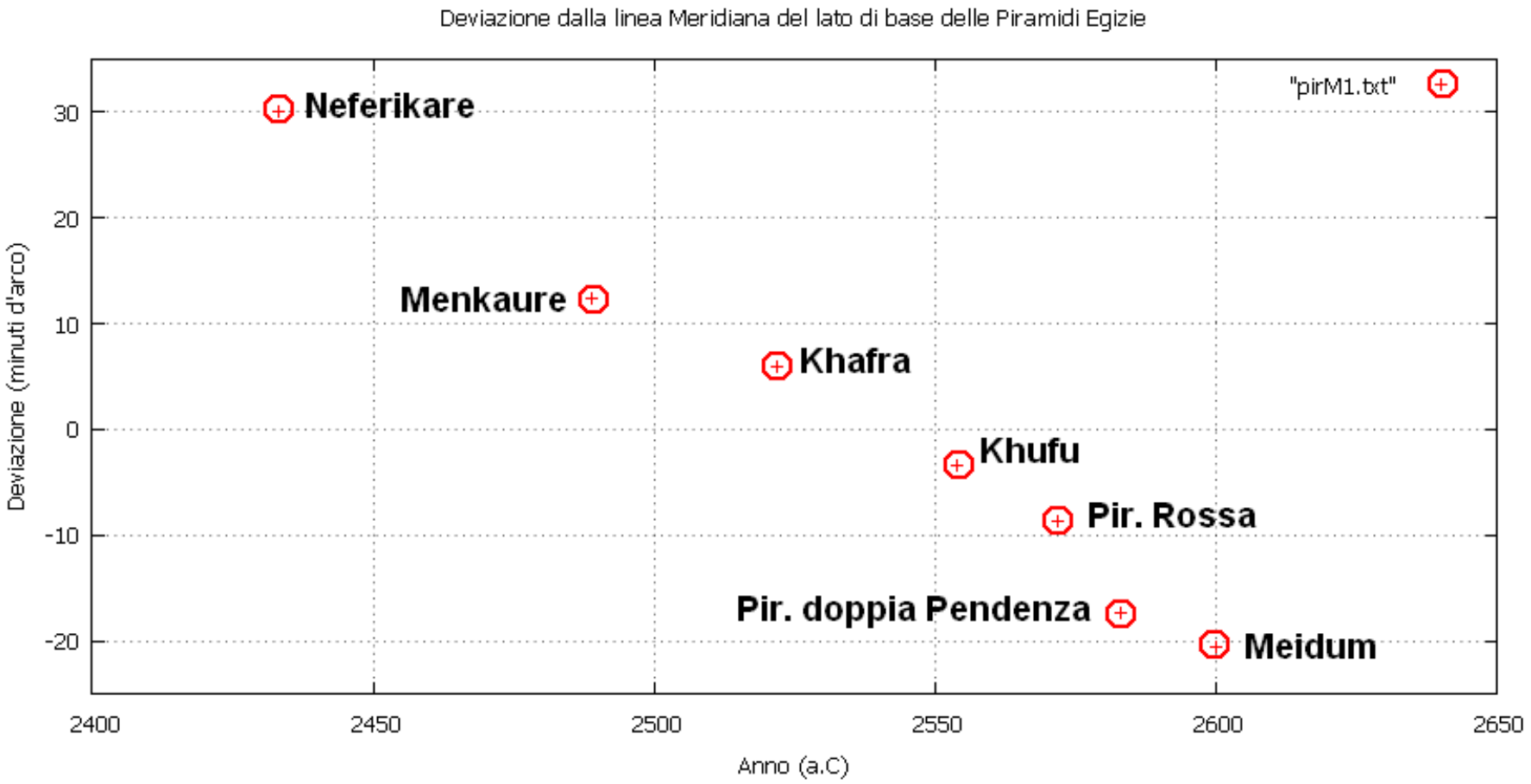


Figure 1 Deviation of pyramid alignments from true north over time. The dates plotted are 2 years later than the accession dates tabulated in Table 1 as it is assumed here that the alignment ceremony took place in year 2 of any given reign. 1, Meidum; 2, Bent Pyramid; 3, Red Pyramid; 4, Khufu; 5, Khafre; 6, Menkaure; 7, Sahure; 8, Neferirkare. **a**, 2640–1850 BC. Error bars are omitted as the uncertainties in some of the measurements of alignment are not well characterized; potential errors in the relative dating of the monuments are also difficult to assess over so large a period of time. **b**, 2600–2430 BC. West side alignments are plotted where available; east side alignments are marked as crosses below the west side measurement (numbers 1,2,4); additional error allowances are made for the Red Pyramid (± 1) and Menkaure's pyramid (from calculations of the average and mean error of the other sides[2]) where no measurement of the west side alignment is available. Line a is plotted as a guide to the eye through the most recently and accurately surveyed points. If the simultaneous transit method was used to align the pyramids, the graph would form two lines of equal gradient, one positive and one negative, crossing the *y*-axis at 0. To show this, line b was derived from line a to be of equal but negative gradient; it passes close to the positions plotted for the pyramids of Khafre and Sahure. Pyramids lying on line a would be oriented with a star of Ursa Minor at its upper culmination and those on line b with a star of Ursa Major at its upper culmination.

rifacciamo i calcoli...



```
*****************************************
*** LSQFIT: Least Square Data Fitting ***
*****************************************
                                    2
 Y(x) := A(0) + A(1) x + A(2) x  + ...

COEFFICENTS OF THE FITTED POLYNOMIAL:

               Parameter     Uncertainty

A( 0)=       758.452000000        40.960890000
A( 1)=         -.299147400          .016147110

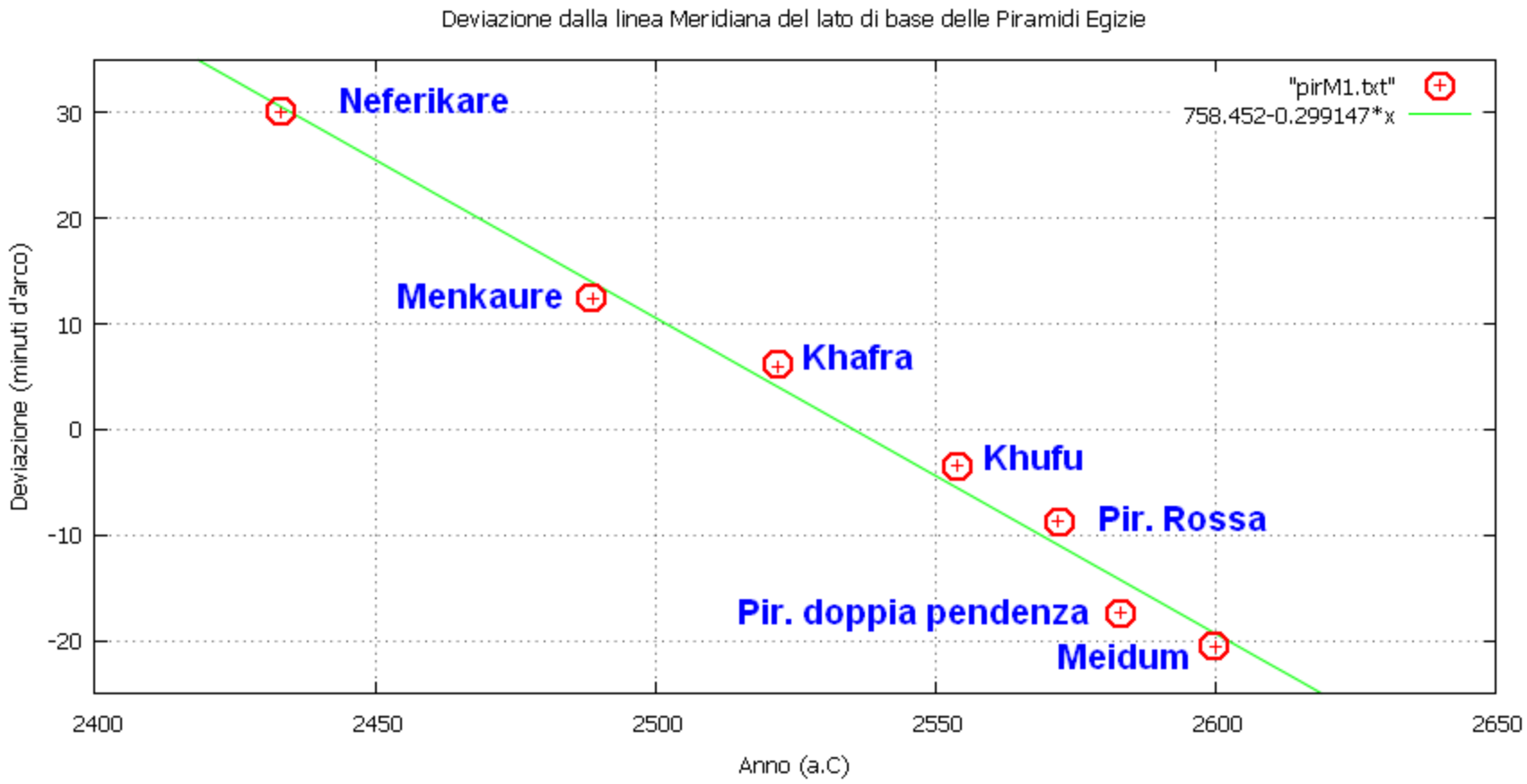
  Chi-squared =  .500002E+01

  Full covariance matrix
     .17E+04     -.66E+00
    -.66E+00      .26E-03

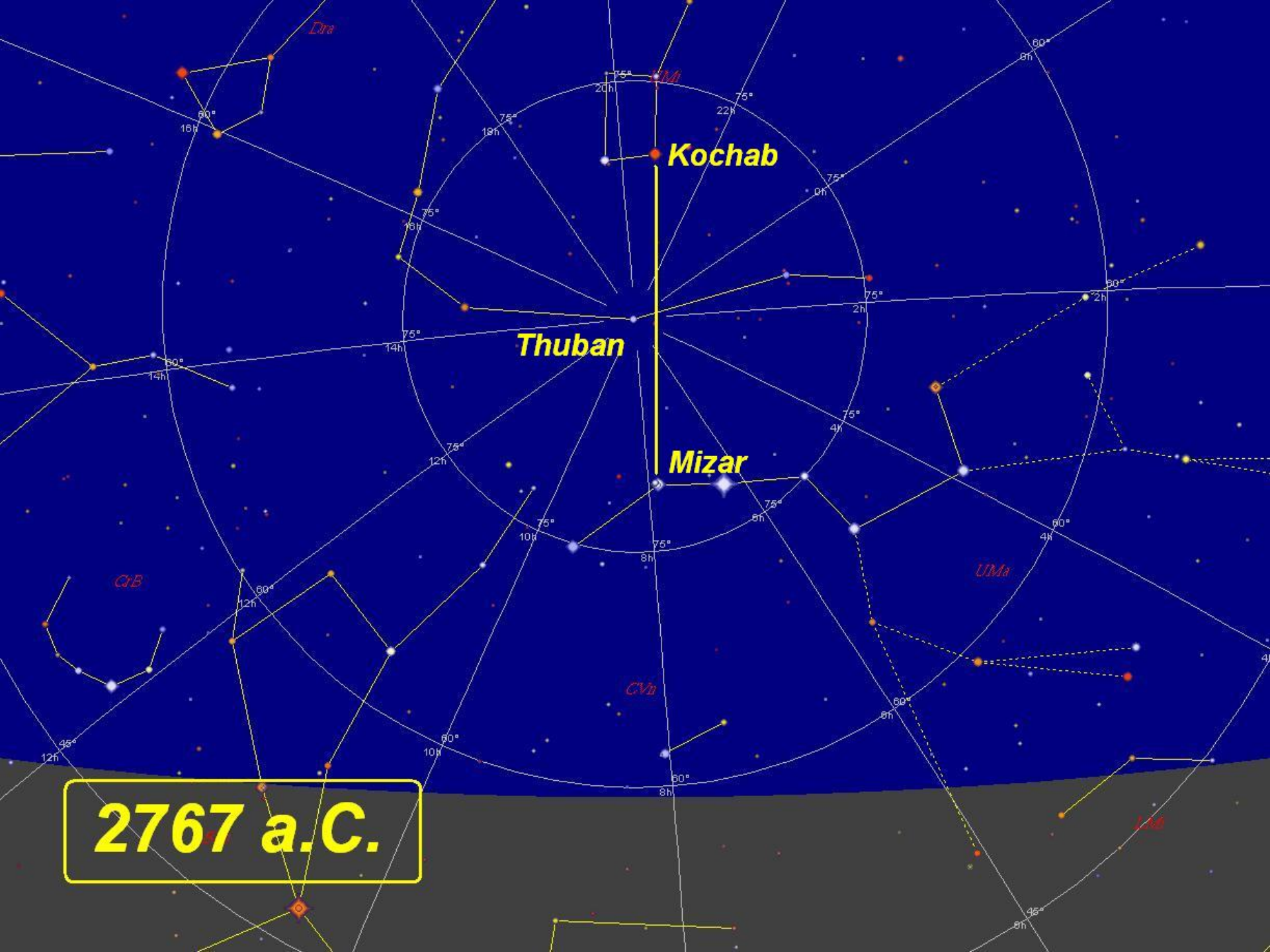
================================================================================
        x(i)                Y(x)              Ycalc              residual
================================================================================
      Epoca (a.C.)       Deviazione (')     Deviazione (')       (O-C)
      |                   osservata          calcolata

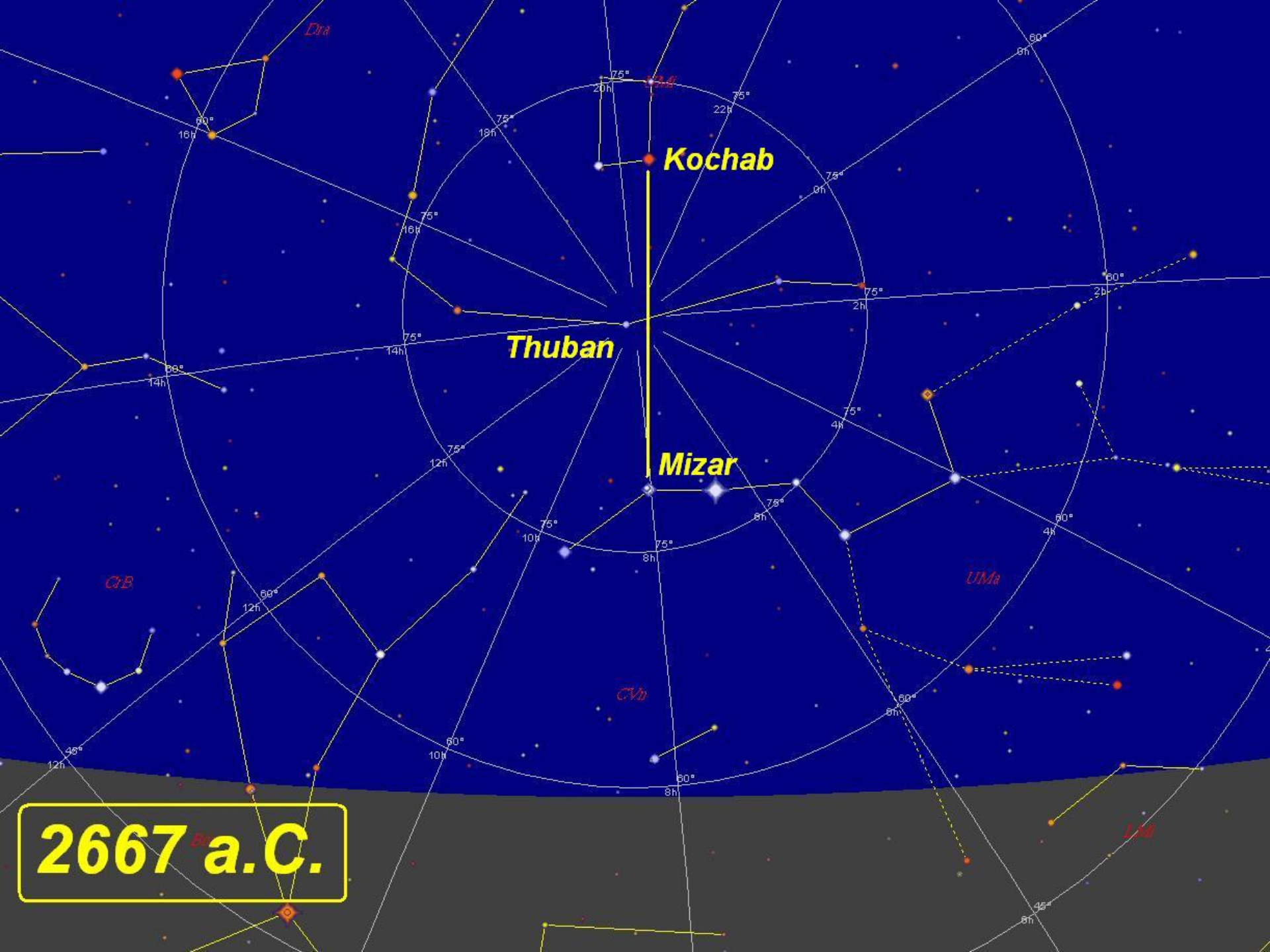

      2600.0000000       -20.6000000       -19.3311900        -1.2688100
      2583.0000000       -17.3000000       -14.2456800        -3.0543150
      2572.0000000        -8.7000000       -10.9550600         2.2550640
      2554.0000000        -3.4000000        -5.5704110         2.1704110
      2522.0000000         6.0000000         4.0023050         1.9976950
      2489.0000000        12.4000000        13.8741700        -1.4741680
      2433.0000000        30.0000000        30.6264200        -6.264210E-001

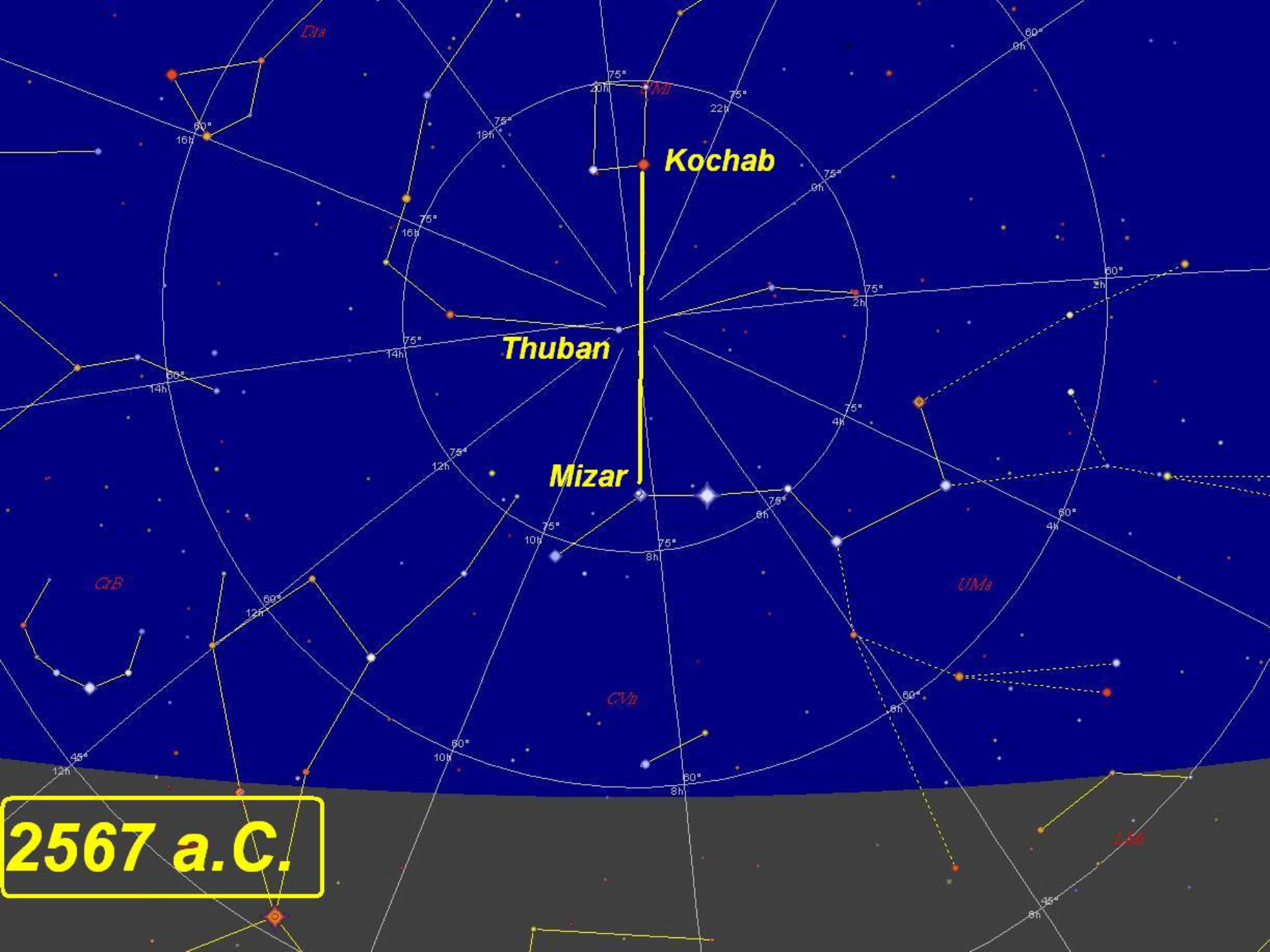
================================================================================
Number of processed Points  :              7
Sum of the residuals        :  -5.431175E-004
Sum of the squared residuals:         27.2910700
Residual Mean Square (RMS)  :          2.1327240
================================================================================
```

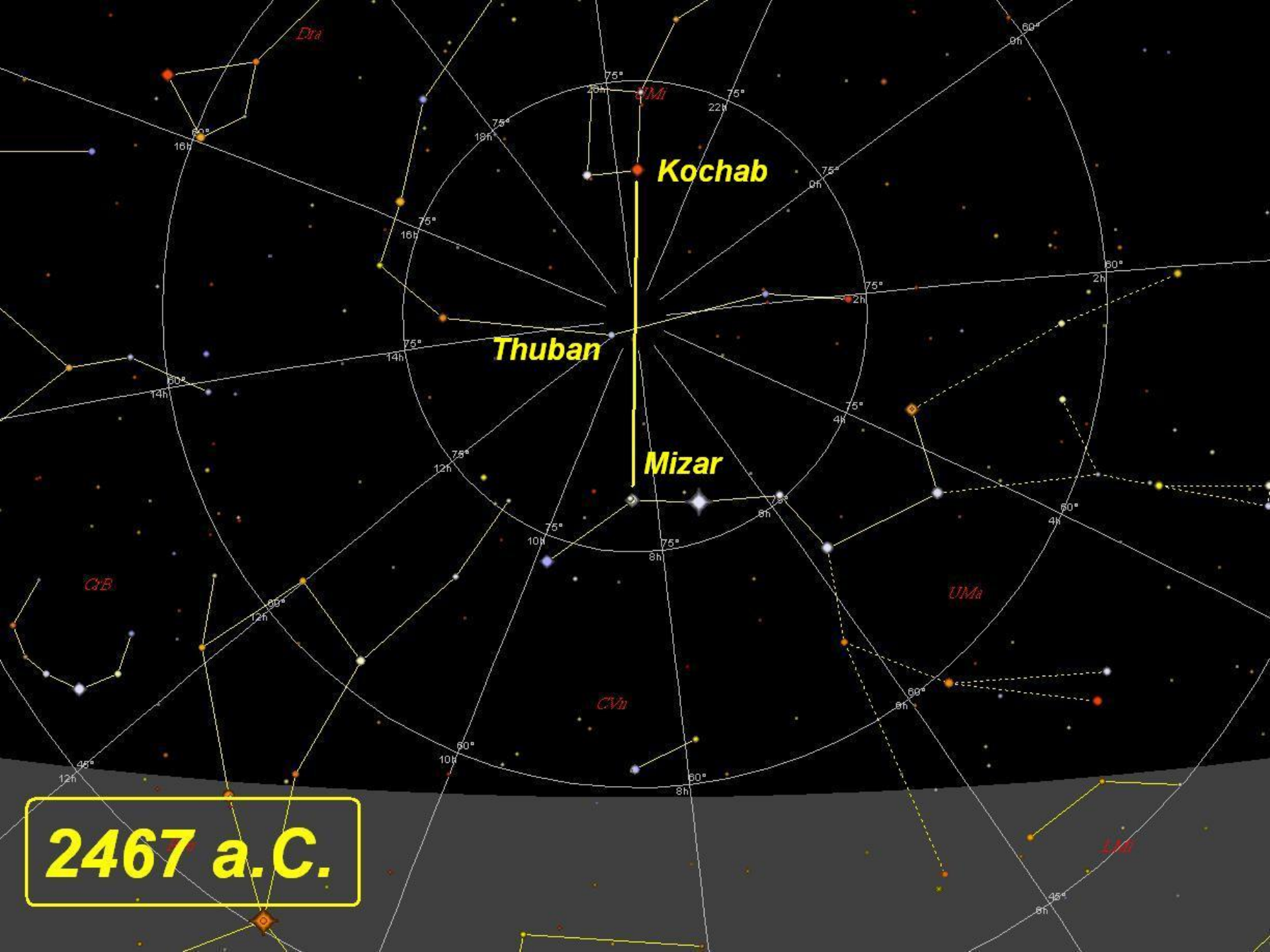


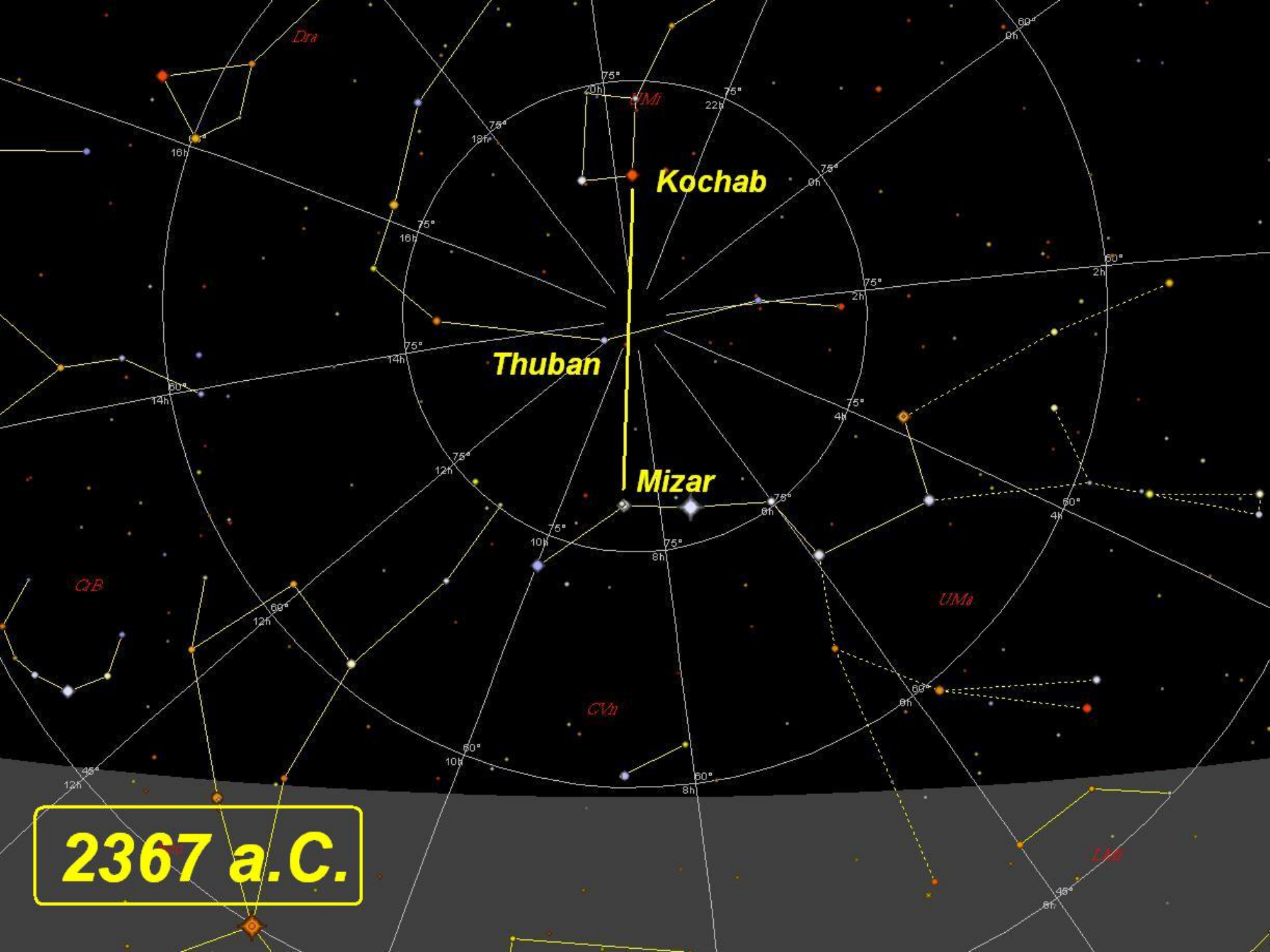
$$D(') = 758.452 - 0.299147 \cdot Anno(a.C)$$

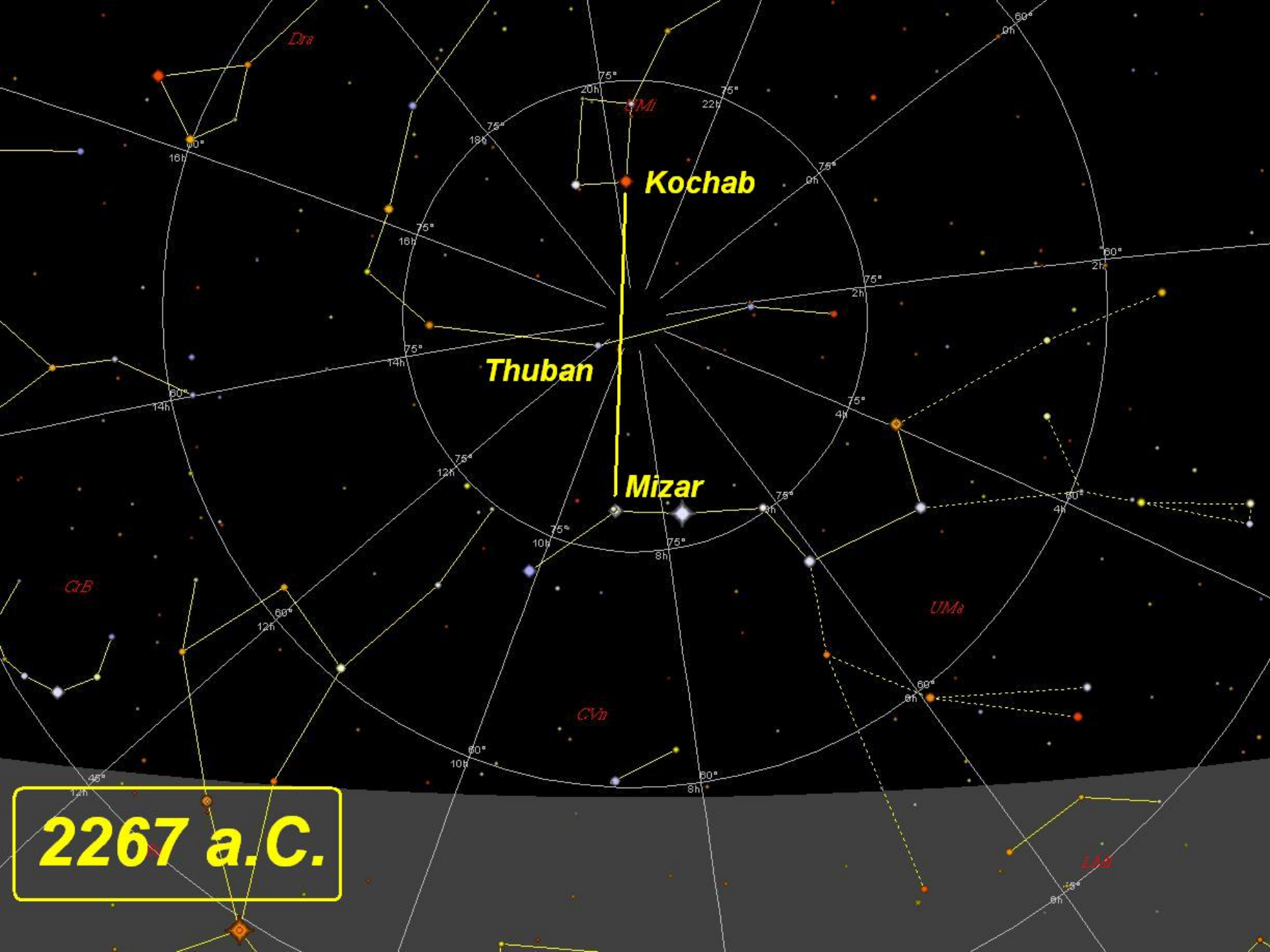

Kochab
Thuban
Mizar
2767 a.C.


Kochab
Thuban
Mizar
2667 a.C.

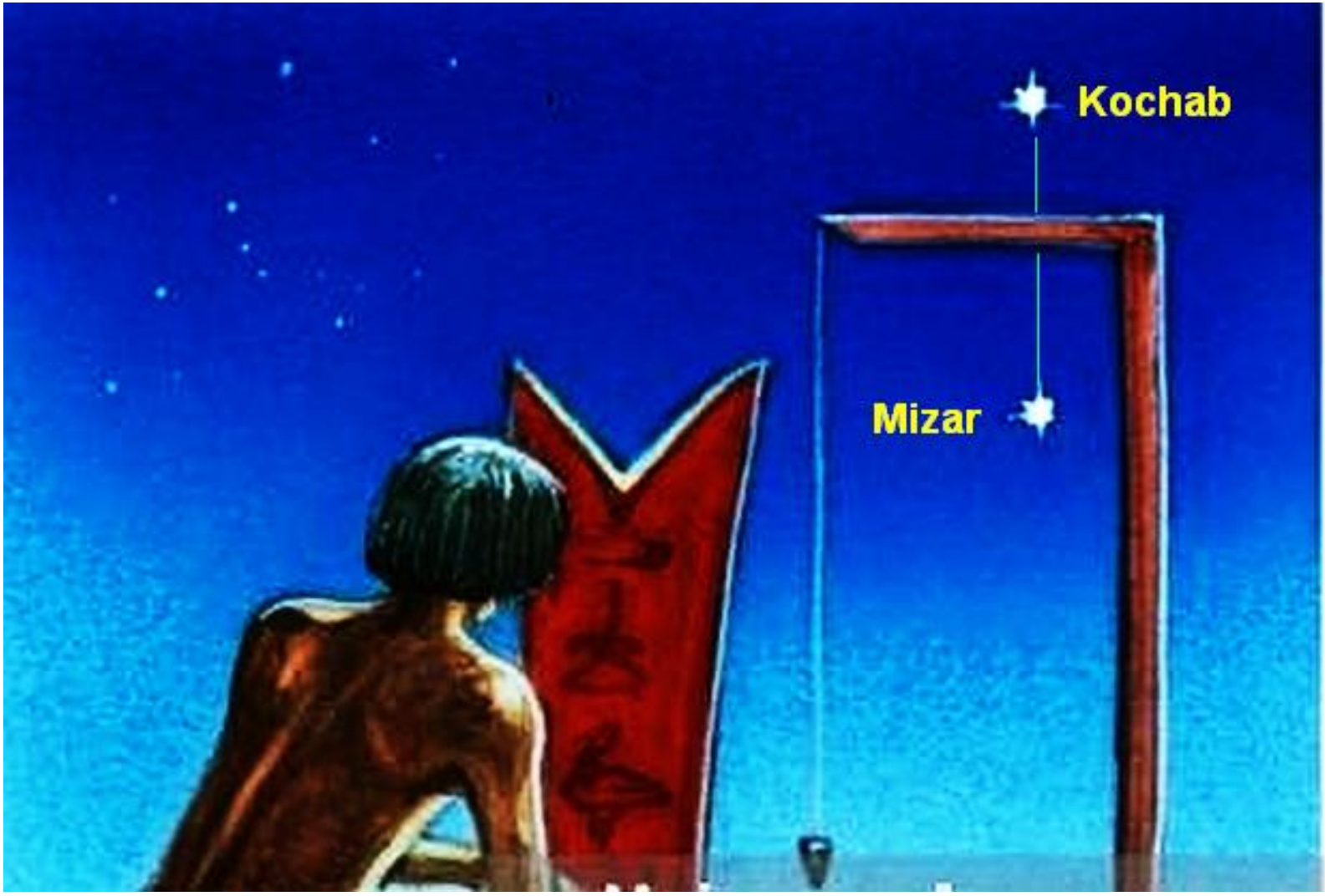

Kochab
Thuban
Mizar
2567 a.C.


Kochab
Thuban
Mizar
2467 a.C.

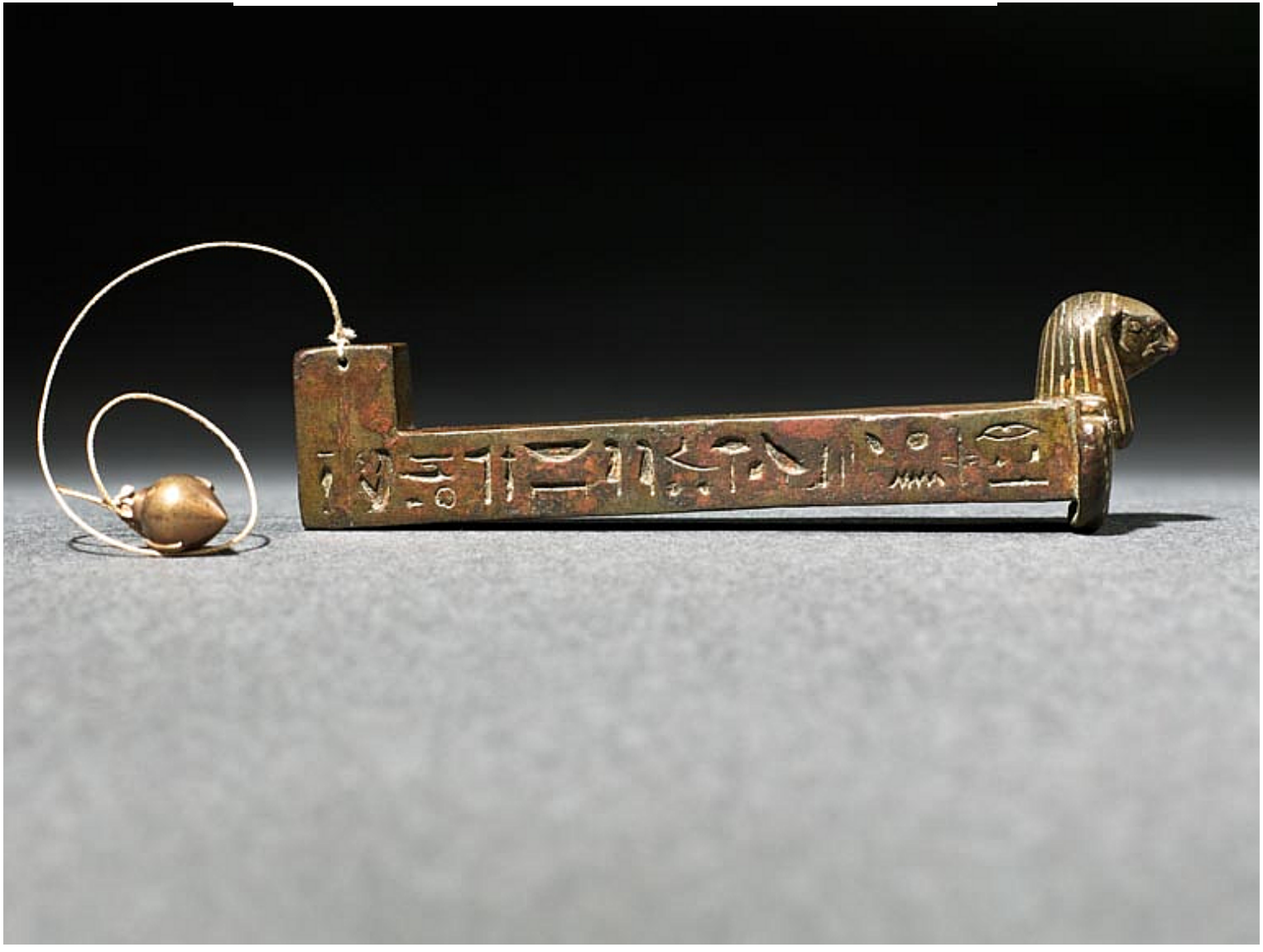

Kochab
Thuban
Mizar
2367 a.C.


Dra
UMi
Kochab
Thuban
Mizar
CrB
UMa
CVn
LMi
2267 a.C.

Determinazione della direzione Nord della linea meridiana con il Merkhet



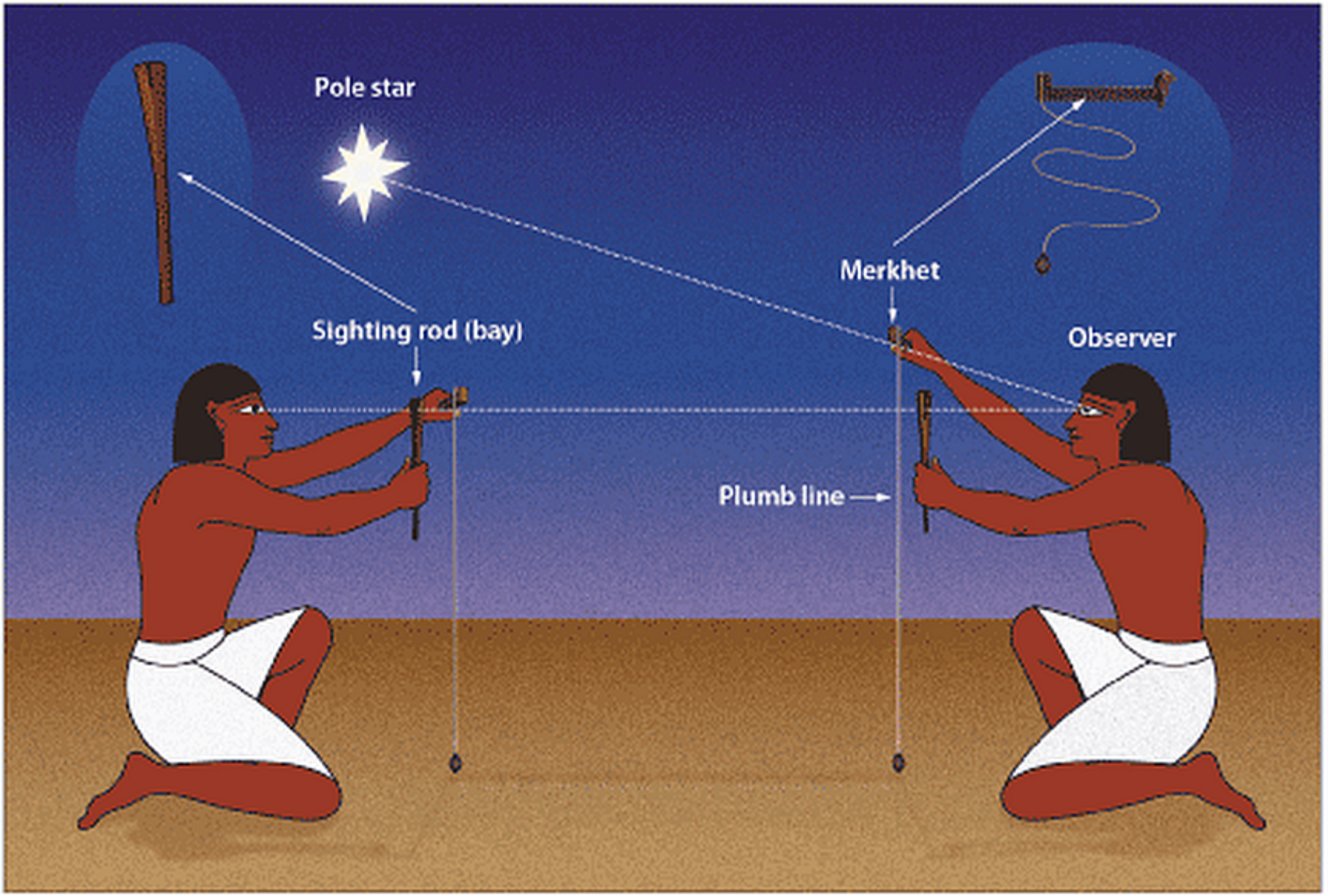
il Merkhet



il Merkhet



Collimazione delle stelle con il Merkhet



Ridatazione delle Piramidi

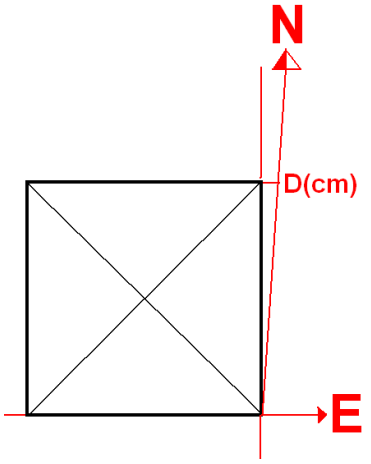
Neferikare	2435 a.C.
Menkaure	2494 a.C.
Khafra	2516 a.C.
Khufu	2548 a.C.
Pir. Rossa	2566 a.C.
Pir. Bent	2594 a.C.
Meidum	2604 a.C.

$$\text{Anno(a.C.)} = 2535.382 - 3.3428 \cdot D(')$$

Deviazioni lineari rispetto al meridiano astronomico

Piramide	Lato di base l(metri)	Deviazione d(')	Arco sotteso D(cm)
Meidum	47.64	-18.1	-25
Bent	179.23	-11.8	-62
Rossa	212.00	-8.7	-54
Khufu	223.01	-2.8	-19
Khafre	206.34	+6.0	+35
Menkaure	94.31	+14.1	+39
Neferikare	103.32	+30.0	+90

$$D(cm) = 0.0291\ l(m)\ d(')$$

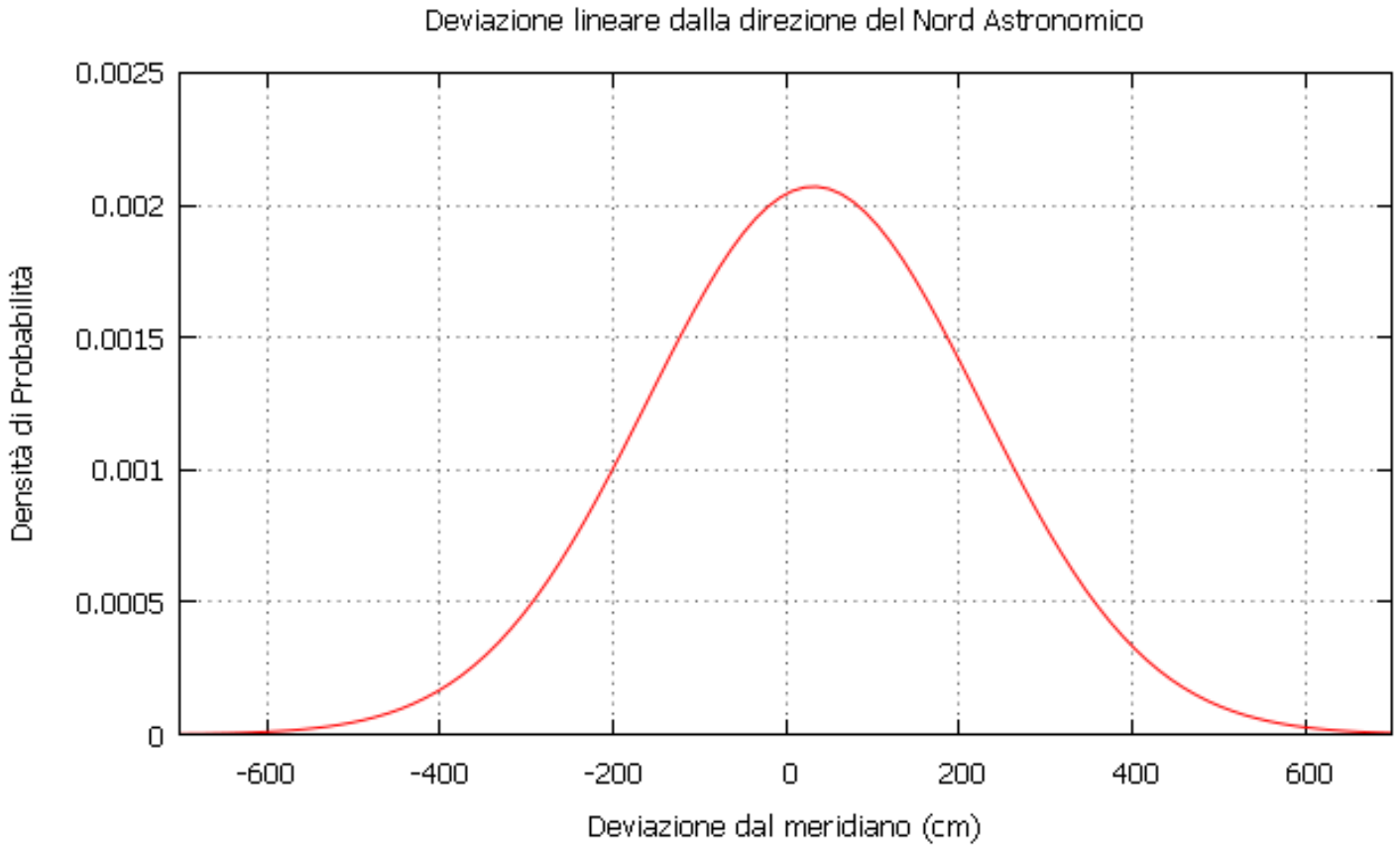


Piramidi utilizzate per il fit

Piramide	Lato di base l(metri)	Deviazione d(')	Arco sotteso D(cm)
Meidum	47.64	-18.1	-25
Bent	179.23	-11.8	-62
Rossa	212.00	-8.7	-54
Khufu	223.01	-2.8	-19
Khafre	206.34	+6.0	+35
Menkaure	94.31	+14.1	+39
Neferikare	103.32	+30.0	+90

Piramidi scartate

Piramide	Lato di base l(metri)	Deviazione d(')	Arco sotteso D(cm)
Unas	55.40	+17.1	+28
Senwosret I	103.81	-90.0	-272
Amenemhat III	117.69	+15.7	+54
Djoser	102.06	+180.0	+535



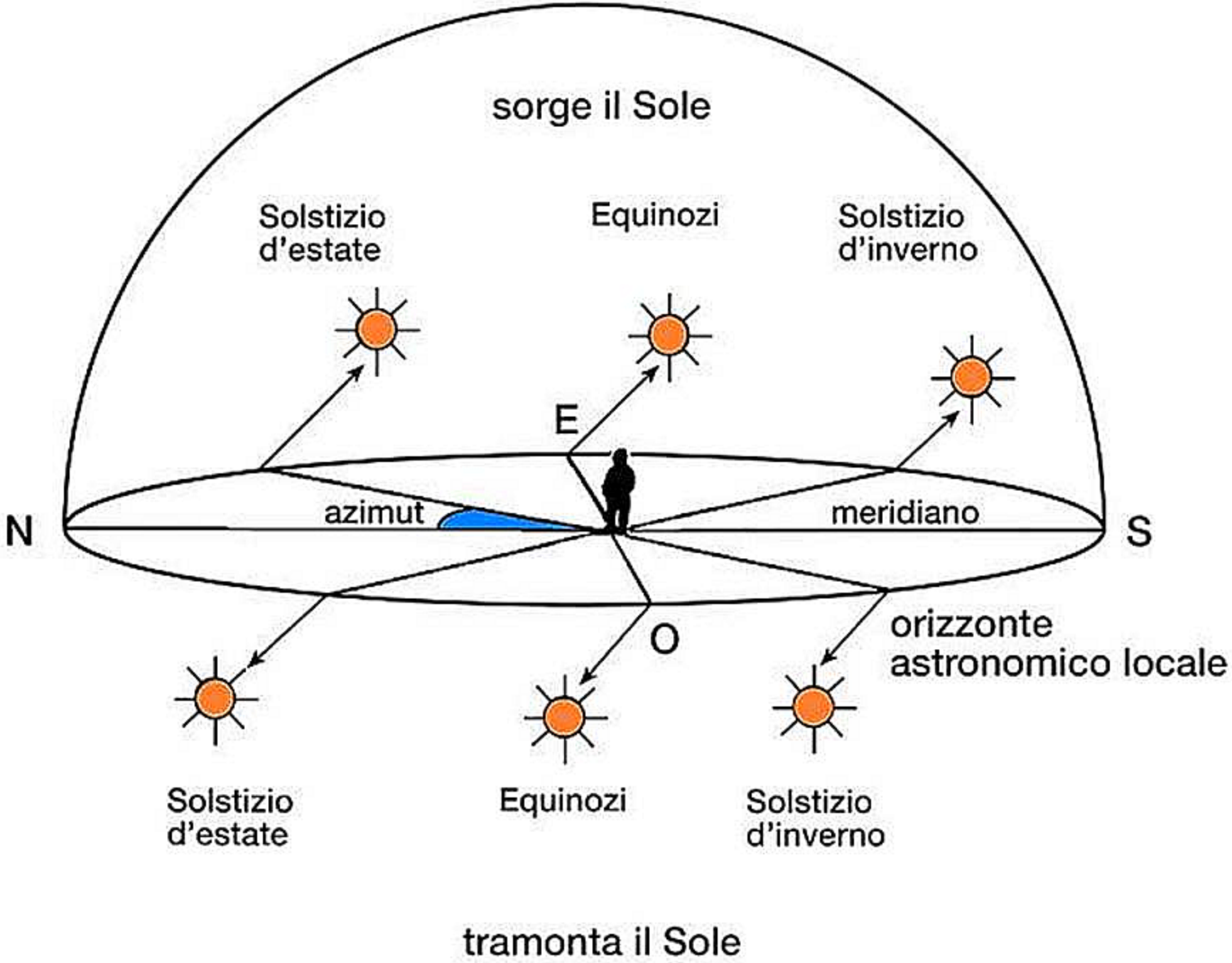
Probabilità che l'Analisi di Kate Spence sia significativa: 26%

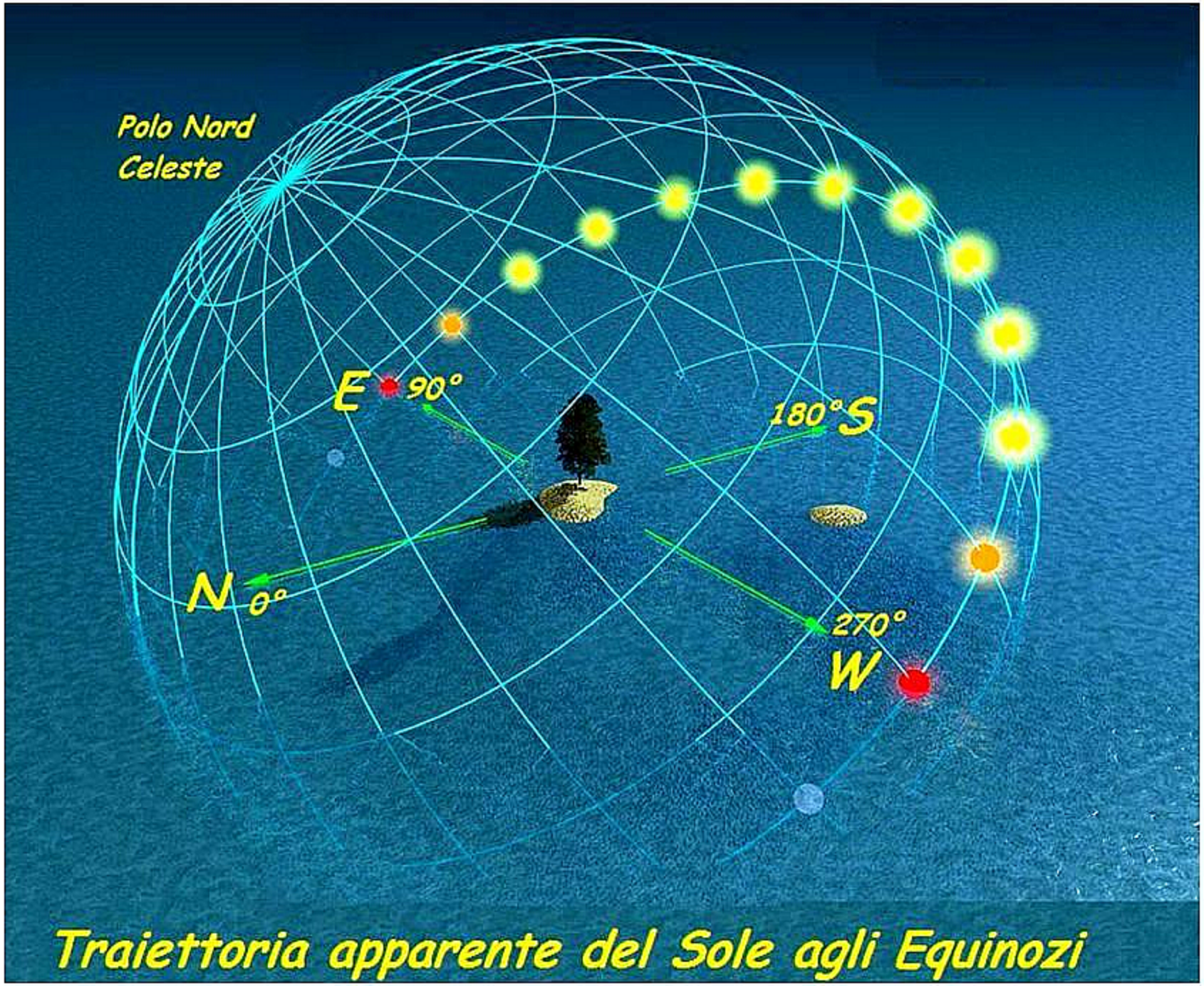
La Sfinge


Image © 2016 DigitalGlobe
Google earth
Data di acquisizione delle immagini: 9/28/2016
29°58'31.21"N 31°08'15.08"E elev 26 m
Alt 177 m

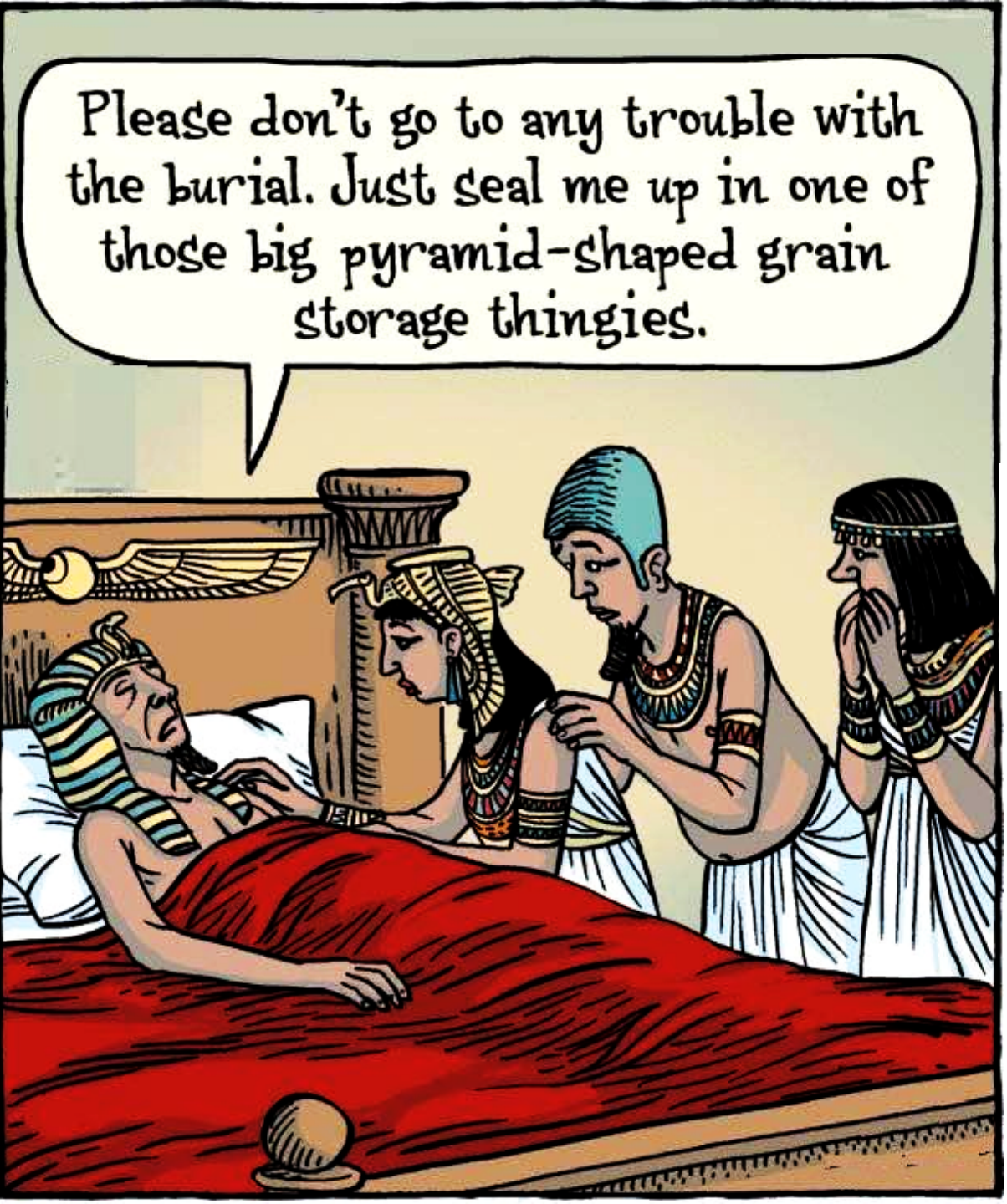
La Sfinge


90°,03
Sorge il Sole
agli Equinozi
Image © 2016 DigitalGlobe
Google earth
Data di acquisizione delle immagini: 9/28/2016
29°58'31.21"N 31°08'15.08"E elev 26 m
Alt 177 m


sorge il Sole
Solstizio
d'estate
Equinozi
Solstizio
d'inverno
E
N
azimut
meridiano
S
O
orizzonte
astronomico locale
Solstizio
d'estate
Equinozi
Solstizio
d'inverno
tramonta il Sole



Traiettoria apparente del Sole agli Equinozi



Grazie per l'attenzione