

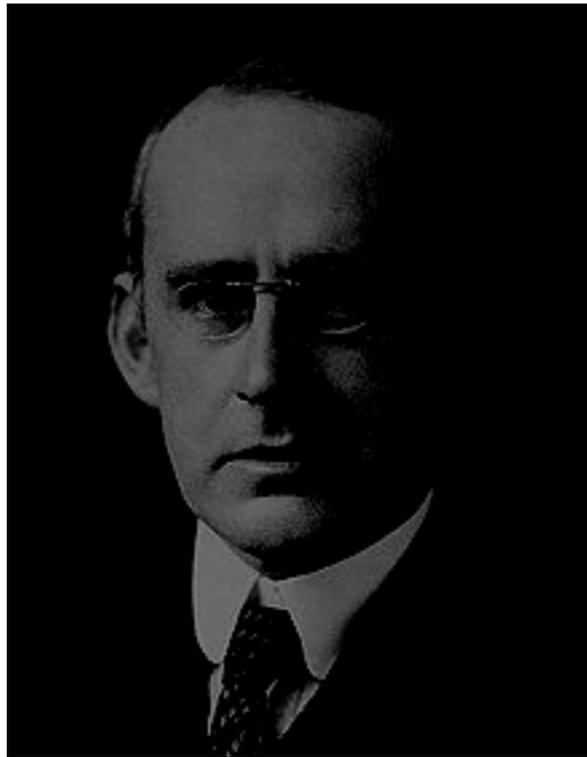
29 maggio 1919: l'eclissi del secolo

*a cento anni dall'eclissi che portò alla ribalta
Einstein e la Teoria della Relatività*

Costantino Sigismondi

ICRA/Sapienza e ITIS G. Ferraris, Roma

Sir Arthur Stanley Eddington

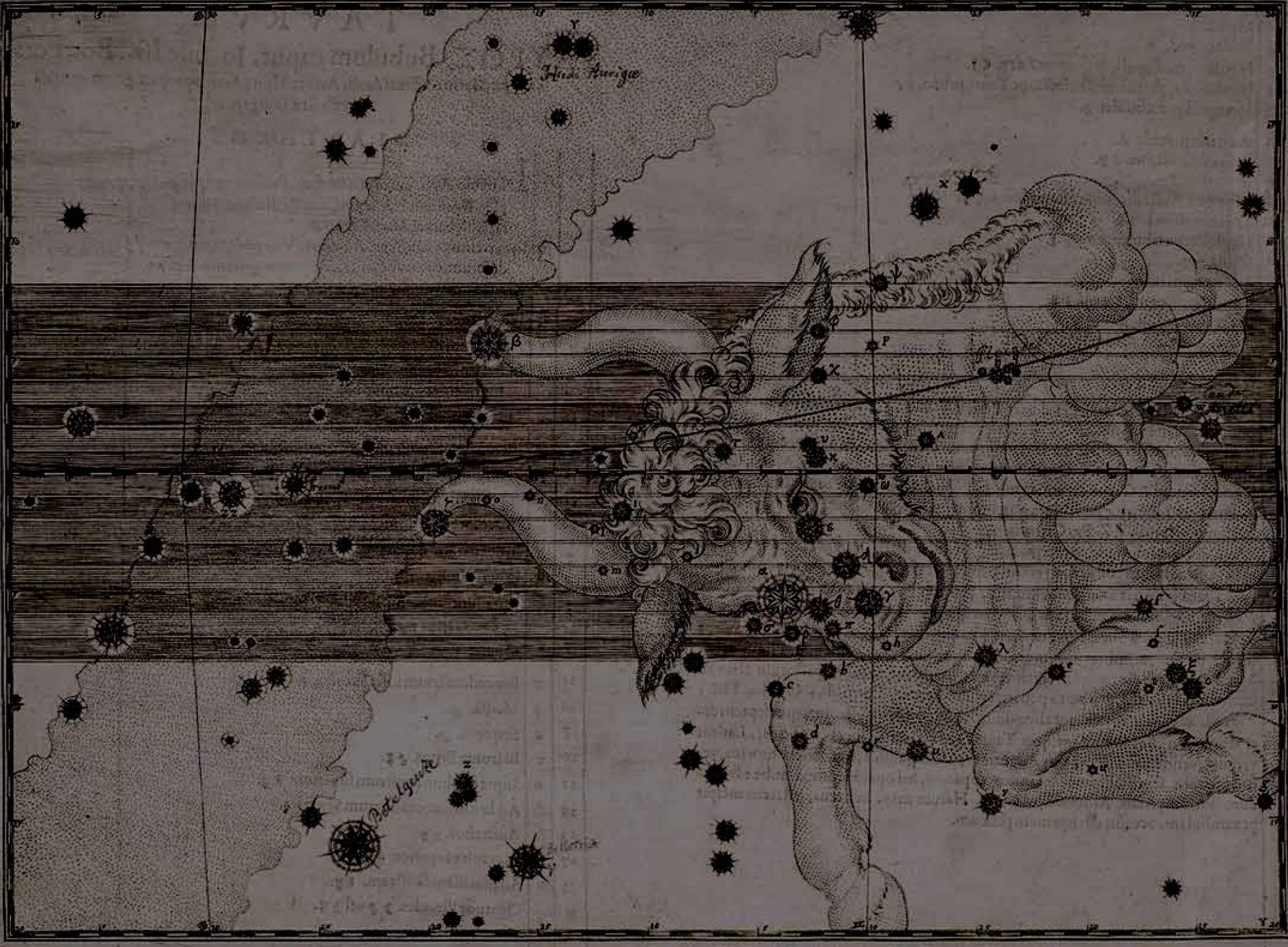


Toro: costellazione o segno?

- Il Sole fu eclissato dalla Luna nella costellazione del Toro, precisamente davanti alle IADI un folto gruppo di stelle vicino ad Aldebaran, l'occhio del Toro.
- Quanto vicino? Aldebaran non è sull'eclittica quindi il Sole non la occulta mai, ma la Luna sì.
- Qui a scuola abbiamo osservato l'appulso di Aldebaran alla Luna nel 2017.
- Aldebaran è Palilicium, la stella di Pales, antica divinità agropastorale, che Romolo volle celebrare sul Palatino.
- il 21 aprile era la data di ingresso del Sole nel Toro (ma anche nella costellazione a quel tempo)

Il Sole alla declinazione di Aldebaran sulla Meridiana il 3 maggio 2019





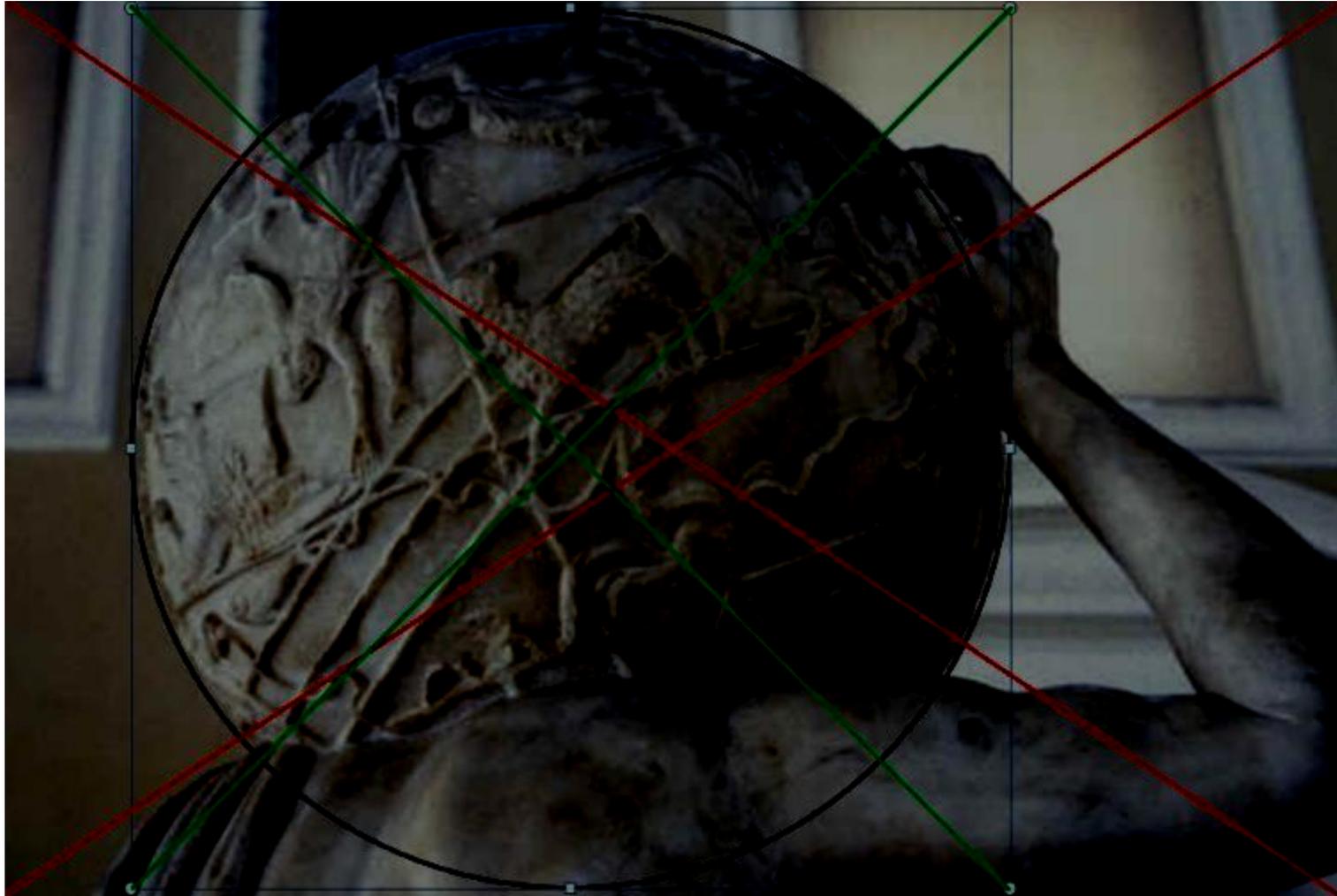
- Circa 6° a Sud del percorso del Sole nel 1603

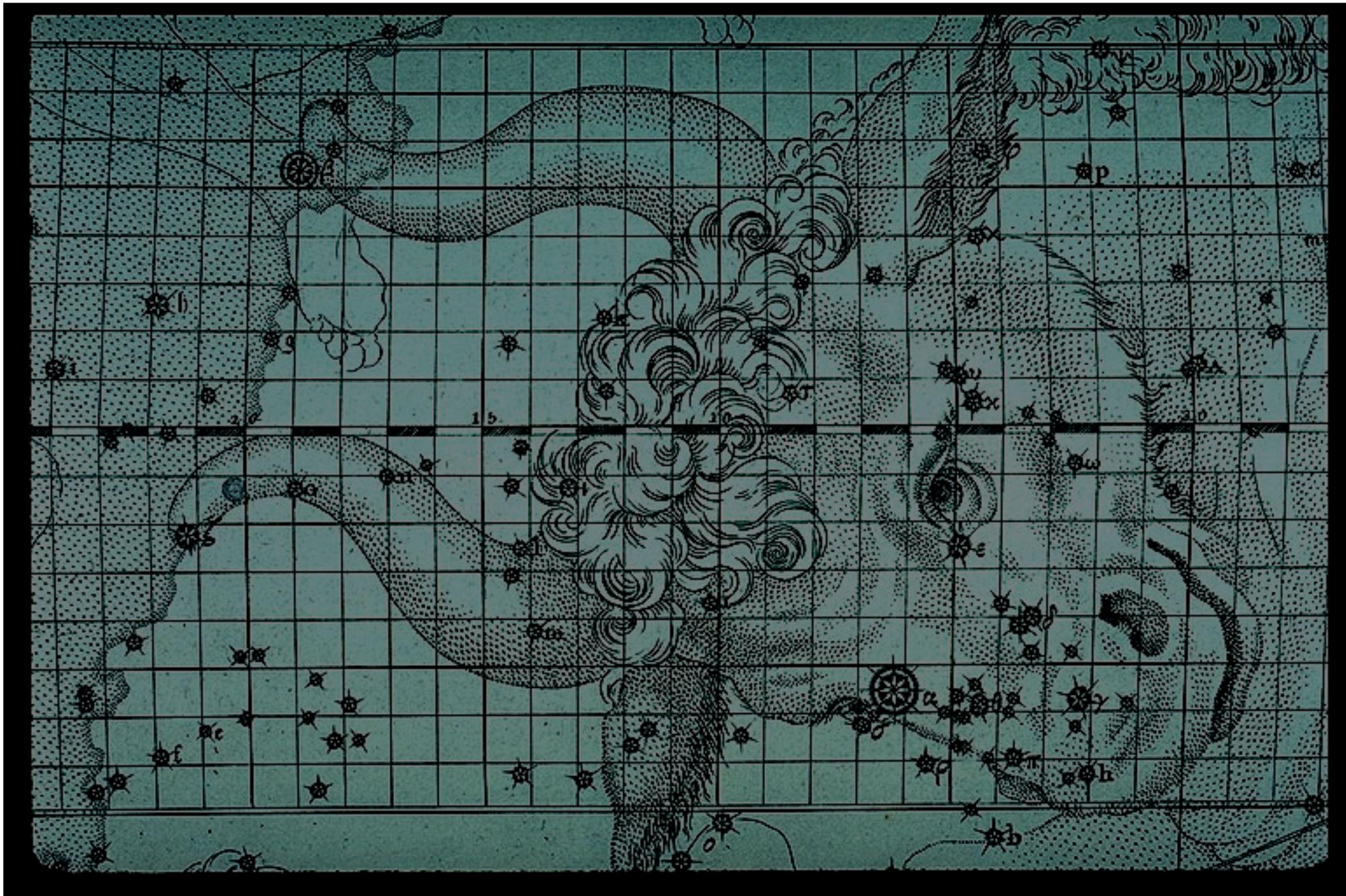
Aldebaran sta sulla fascia eclittica

- Quanto alla longitudine eclitticale si trovava a 26° gradi dall'inizio del segno del Cancro (solstizio estivo) che Bayer visualizza con il tropico Boreale
- Quindi al 4° grado del segno dei Gemelli
- I Gemelli stanno sulla sinistra
- Ogni tacca vale un grado

Sulla fascia eclittica ci passano la Luna e i pianeti (Atlante Farnese)

visitato con la scuola il 18 maggio 2017 a Napoli



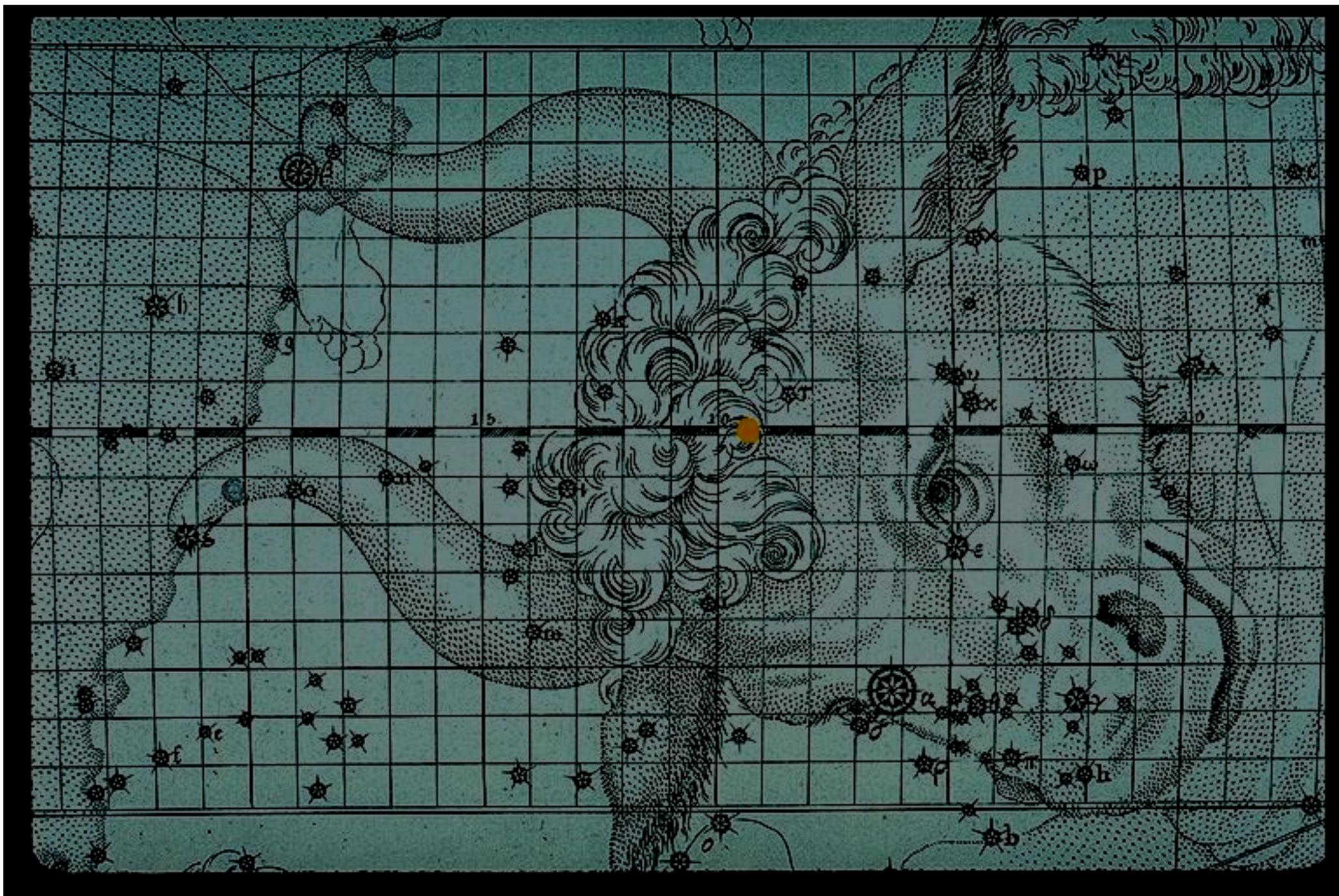


Nell'Uranometria di Bevis (1750)

- La longitudine eclitticale di Aldebaran è cambiata di 2° in longitudine, perché è al 6° grado (come si legge dalla carta celeste) dei Gemelli
- La causa è la precessione degli equinozi dovuta all'asse terrestre che trottola e che sull'eclittica vale circa $50''$ all'anno
- $150 \text{ anni} \times 50'' \text{ all'anno} = 125' = 2^\circ 05'$
- Gli altri 24° saranno coperti in $150 \times 12 = 1800$ anni, nel 3550 al Solstizio d'Estate il Sole sarà in congiunzione con Aldebaran (ma non sopra)

Nel 1919 cosa ha fatto la precessione?

- Ha spostato di altri 2° la longitudine di tutte le stelle, incluse le IADI
- il 29 maggio, è a 7 giorni dopo l'ingresso nel segno dei Gemelli, i cui gradi sono riportati dal Bevis; $1^\circ=1$ giorno
- La precessione ha spostato di $2^\circ 20'$ gradi in avanti tutte le stelle (169 anni)
- Il Sole era a $9^\circ 20'$ della carta di Bevis
- Il diametro del Sole era $31' 33''$, poco più di mezzo grado: sulla mappa quasi non si vede
- P.S. proprio là vicino è passata a Natale 2018 la P/Giacobini Zinner, la *cometa verde*



Stellarium v. 12.4

- Non mostra l'eclittica,
- ma ci da un'idea della situazione del cielo al momento dell'eclissi del 29 maggio 1919 verso le 16:30 di Roma
- Marte a 4.5° Venere a 42° Giove a 39° e Aldebaran a 5.7° Mercurio a 15°
- Per vedere le stelle che Eddington aveva nel campo di vista bisogna allontanare il Sole di almeno 2°

HIP 20712

Tipo: **stella**

Magnitudine: **7.35** (B-V: **0.57**)

Magnitudine assoluta: 3.88

RA/DE (J2000): 4h26m17.9s/+21°28'16.1"

RA/DE (della data): 4h21m32s/+21°17'20"

Galactic longitude/latitude: +175°22'12.8"/-18°51'32.4"

Angolo orario/DE: 3h36m3s/+21°17'20"

Az/Alt: +262°48'18"/+40°32'37"

Classe spettrale: F8V

Distanza: 161.22 anni luce

Parallasse: 0.02023"



Terra, Rome, 60m

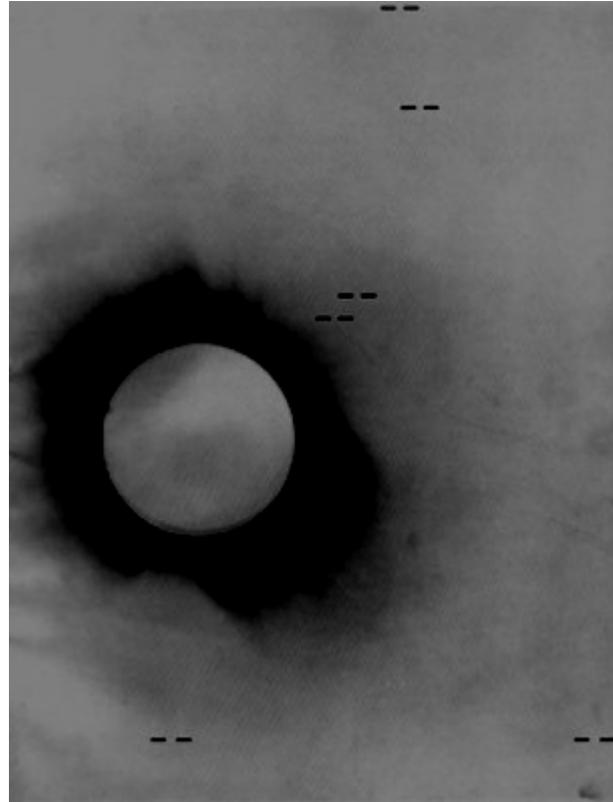
FOV 9.64°

15.9 FPS

1919-05-16 17:34:34



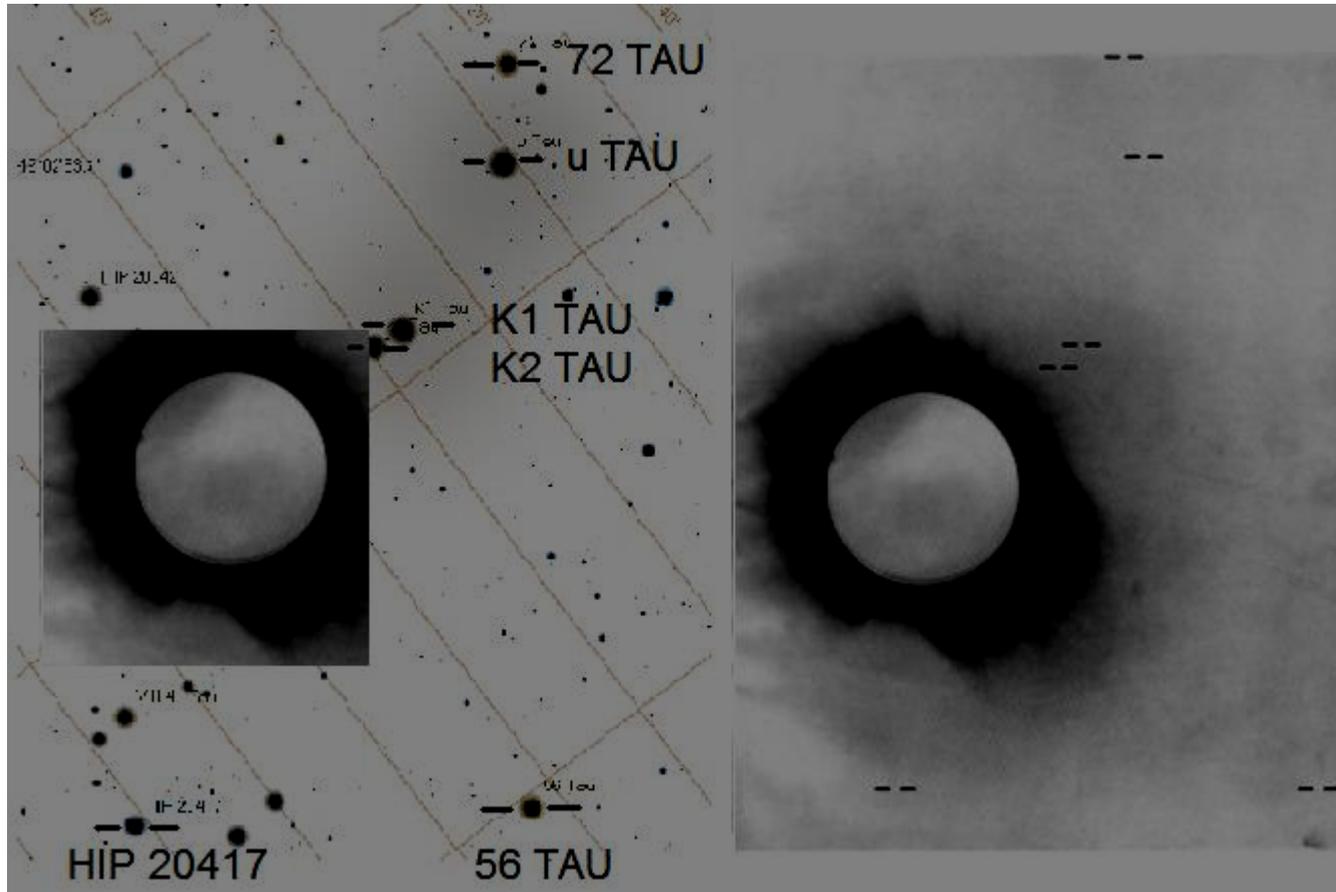
Negativo della foto del 1919



Si riconoscono k_1 , k_2 , u , 56 TAU

https://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Relativity_and_the_1919_eclipse

Stelle dalla $m_v=4.2$ alla 6.0



Actual Position
of the Star

Distance from the Earth
to the Stella Background
is more than
93,000,000,000,000 miles.

Apparent Position
of the Star

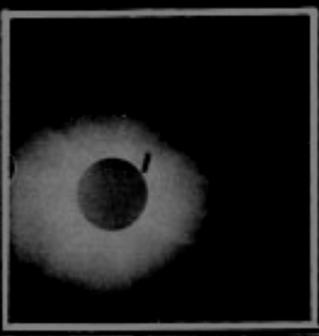
THE SUN
Distance from
the Earth
93,000,000 miles.

This Diagram shows the
proportional displacement
of the Stars in relation to
the distance from the Sun.
The amount of displacement
is exaggerated about 500 times.

Apparent Position ↑
Actual Position *



THE OBSERVATION STATION
AT SOBRAL, IN BRAZIL



The Corona

W. S. Phillips

L'8 novembre 1919
si sparge la voce...

LIGHTS ALL ASKEW IN THE HEAVENS

**Men of Science More or Less
Agog Over Results of Eclipse
Observations.**

EINSTEIN THEORY TRIUMPHS

**Stars Not Where They Seemed
or Were Calculated to be,
but Nobody Need Worry.**

A BOOK FOR 12 WISE MEN

**No More in All the World Could
Comprehend It, Said Einstein When
His Daring Publishers Accepted It.**

Newton vs Einstein

Per Newton la luce era fatta di corpuscoli e quindi poteva gravitare

Michell 1783 trova le condizioni perché la luce resti intrappolata

Einstein nel 1915 dimostra che la luce gravita perché è lo spazio che cambia curvatura vicino a una massa e la luce attraversa lo spazio sempre sulla strada più breve

Eddington "prova" la deflessione della luce con i dati dell'eclissi del 1919

Ruffini e Wheeler nel 1971 introducono il concetto di Buco Nero

VII. *On the Means of discovering the Distance, Magnitude, &c. of the Fixed Stars, in consequence of the Diminution of the Velocity of their Light, in case such a Diminution should be found to take place in any of them, and such other Data should be procured from Observations, as would be farther necessary for that Purpose. By the Rev. John Michell, B. D. F. R. S. In a Letter to Henry Cavendish, Esq. F. R. S. and A. S.*

Read November 27, 1783.

DEAR SIR,

Thornhill, May 26, 1783.

THE method, which I mentioned to you when I was last in London, by which it might perhaps be possible to find the distance, magnitude, and weight of some of the fixed stars, by means of the diminution of the velocity of their light, occurred to me soon after I wrote what is mentioned by Dr. PRIESTLEY in his History of Optics, concerning the diminution of the velocity of light in consequence of the attraction of the sun; but the extreme difficulty, and perhaps impossibility, of procuring the other data necessary for this purpose appeared to me to be such objections against the scheme, when I first thought of it, that I gave it then no farther consideration. As some late observations, however, begin to give us a little more chance of procuring some at least of these data, I thought it would not be amiss, that astronomers should be apprized of the method, I propose (which, as far as I know,

F 2

has

Michell a
Cavendish
26.5.1783

da una sfera della
stessa densità del
Sole, ma 500
volte più grande,
la Luce non
sfuggirebbe

Michell: prima idea di stella oscura

...provided the particles of light should be subject to the same law of gravitation with other bodies, as in all probability they are, and provided also that some of the stars should be large enough sensibly to diminish their velocity.

The Reverend John Michell of Thornhill fu uno dei maggiori « unsung » scienziati di tutti i tempi!

Progettò la bilancia di torsione che rese famoso Cavendish... preconizzò i buchi neri 200 anni prima

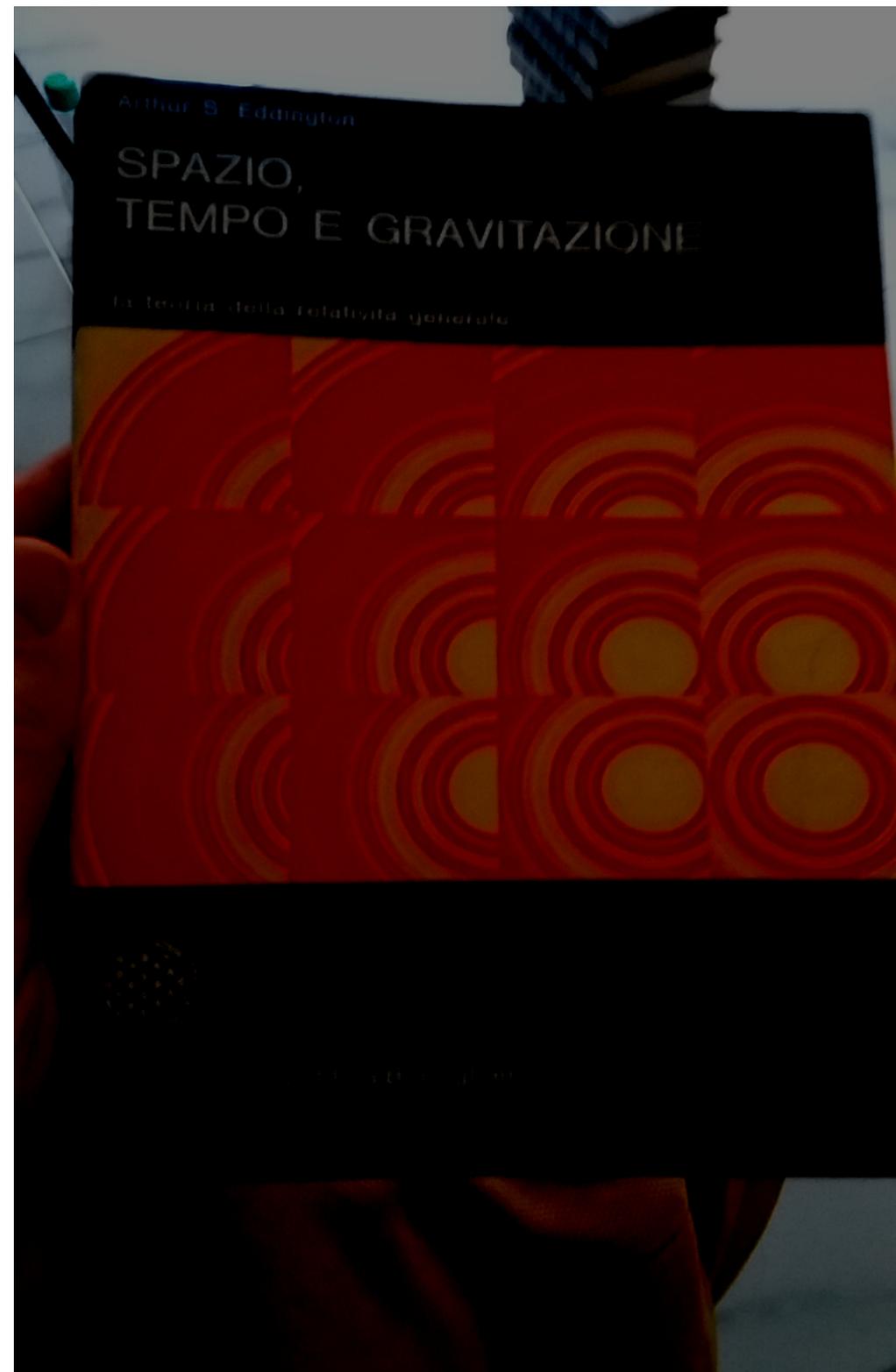
Queste premesse sono sostenute da Newton che credeva nella luce fatta da corpuscoli, e Eddington cita proprio questo passo di Newton nel suo libro, al capitolo dell'eclissi del 1919, il 7.

Capitolo 7

« il peso della luce »

Quesito 1 Non agiscono i corpi sulla luce a distanza e non incurvano i suoi raggi con la loro azione, e non è tale azione (caeteris paribus) più forte alla distanza minima?

Newton, Ottica



Tests per la Relatività Generale

For general relativity, the three triumphantly well-known experimental tests are the gravitational deflection of a light beam grazing the surface of Sun, the anomalous precession of the perihelion of Mercury's orbit, and the gravitational redshift of light, proposed by Einstein Himself. (Xu e Yang 2017)

Eddington scelse l'eclissi più lunga dal 27 maggio 1416

6 minuti e 51 secondi

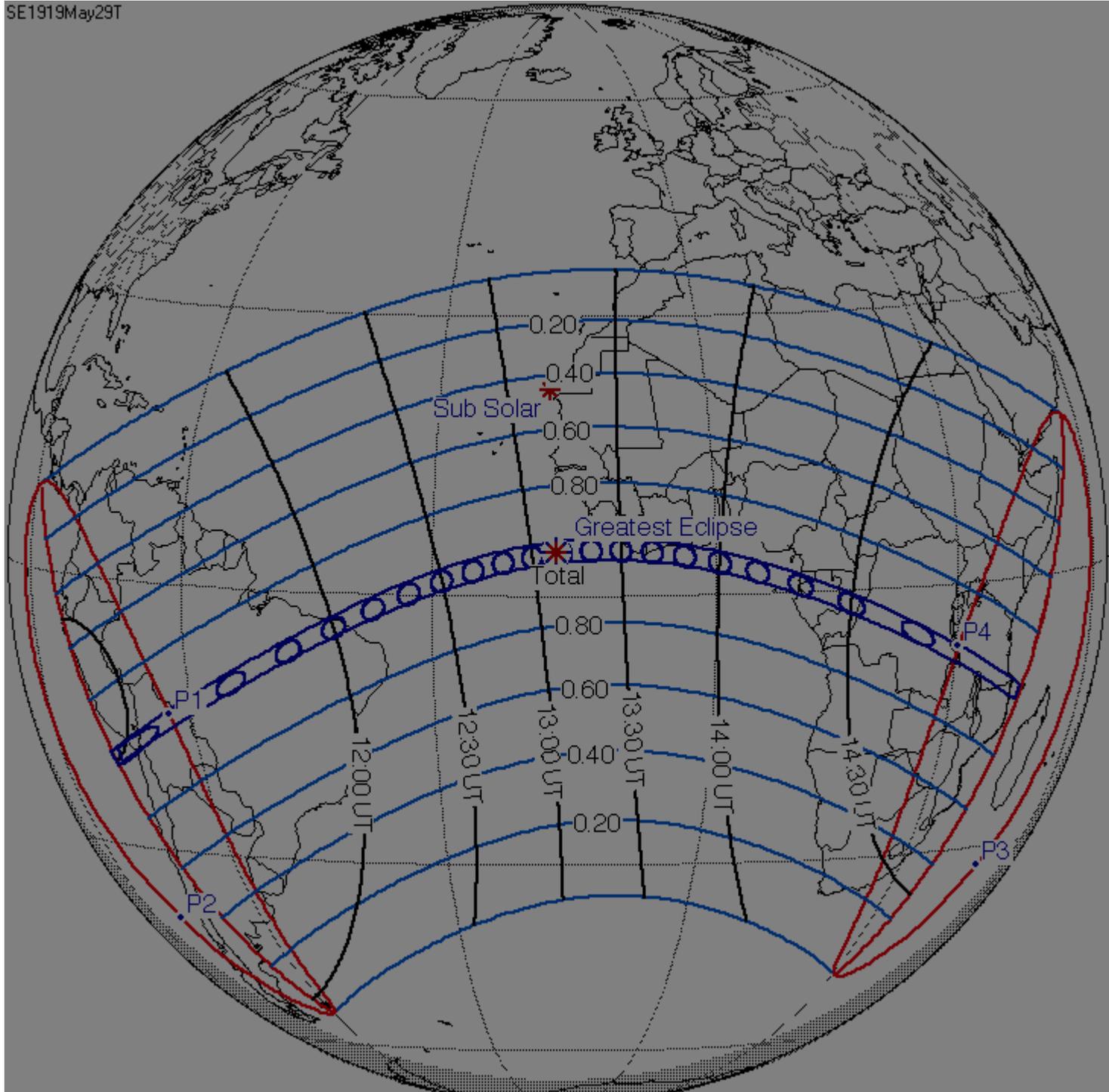
29 maggio 1919

+54 anni e 33 giorni= 1 exeligmos

30 giugno 1973 che fu osservata persino a bordo di
un Concorde per raggiungere 22 minuti di totalità

Ricordo vagamente che mio padre mi portò sul
balcone della sala per vederla...ma tra le prime che
osservai conscio c'è quella del 30 maggio 1984, una
precedente la fotografai

SE1919May29T



Eddington Inglese che guida l'esperimento per provare la teoria di Einstein un tedesco

Non è passato un anno dalla fine della prima guerra mondiale, e il Mondo, stanco della guerra, è catturato da questo episodio.

Deve provare la legge della deflessione della luce che per una stella esattamente dietro al bordo del Sole vale $1.74'' = 4GM/c^2D$ per D =diametro solare

Il doppio della deviazione newtoniana x corpuscoli

Il diametro del Sole vale $1893''$ il 29 maggio...

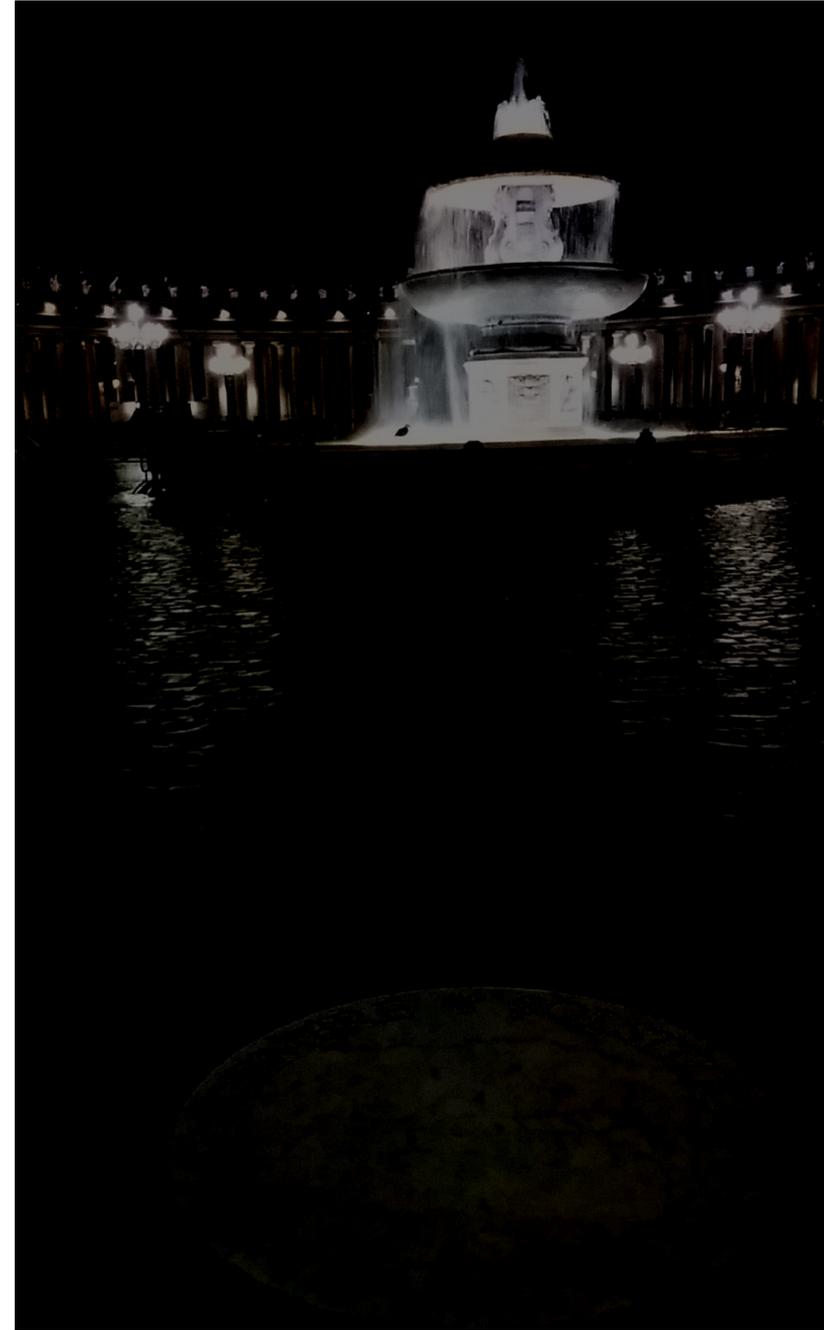
Errori sistematici: i problemi da risolvere per Eddington

In soldoni le immagini di comparazione erano state prese in Inghilterra a 50°C di meno che all'equatore.... quali deformazioni avevano le lenti?

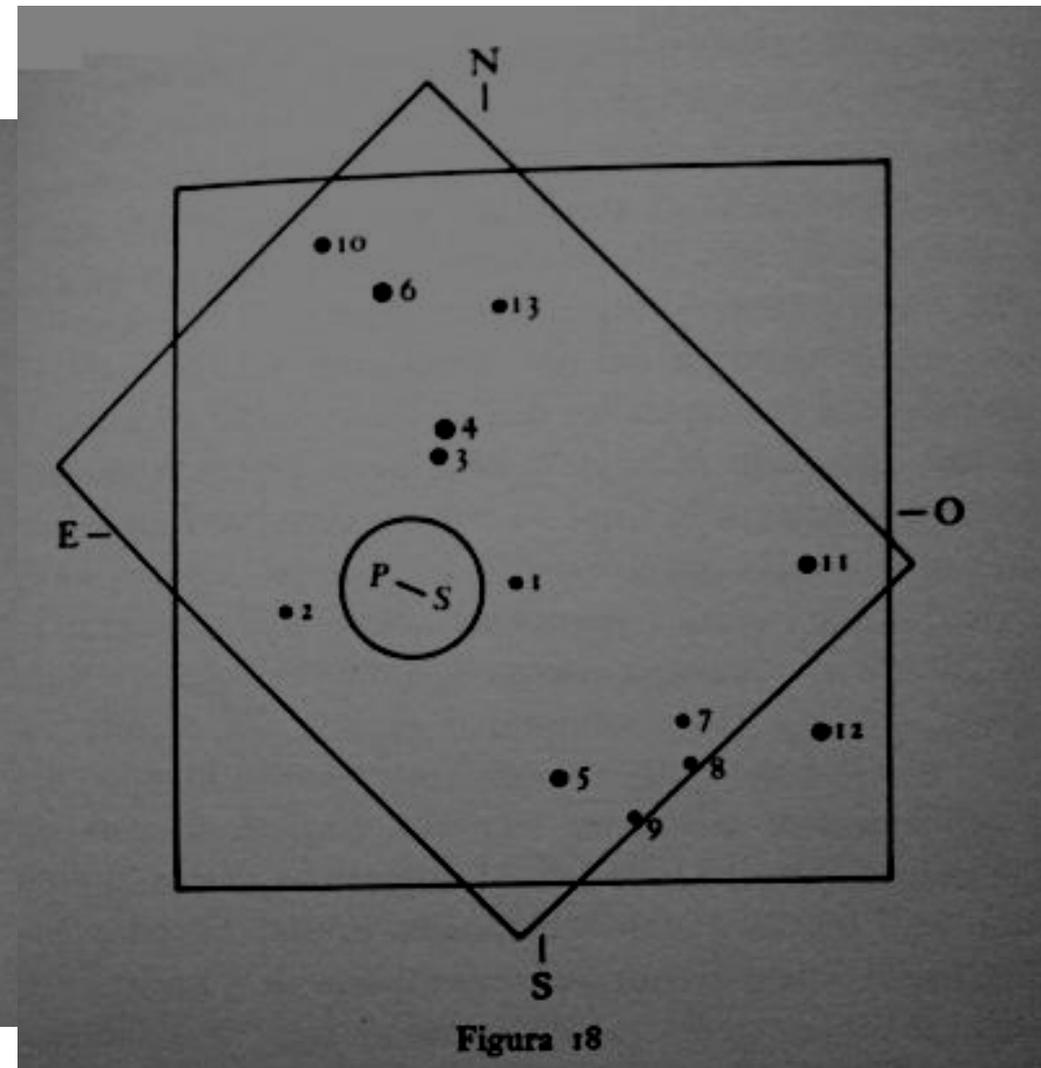
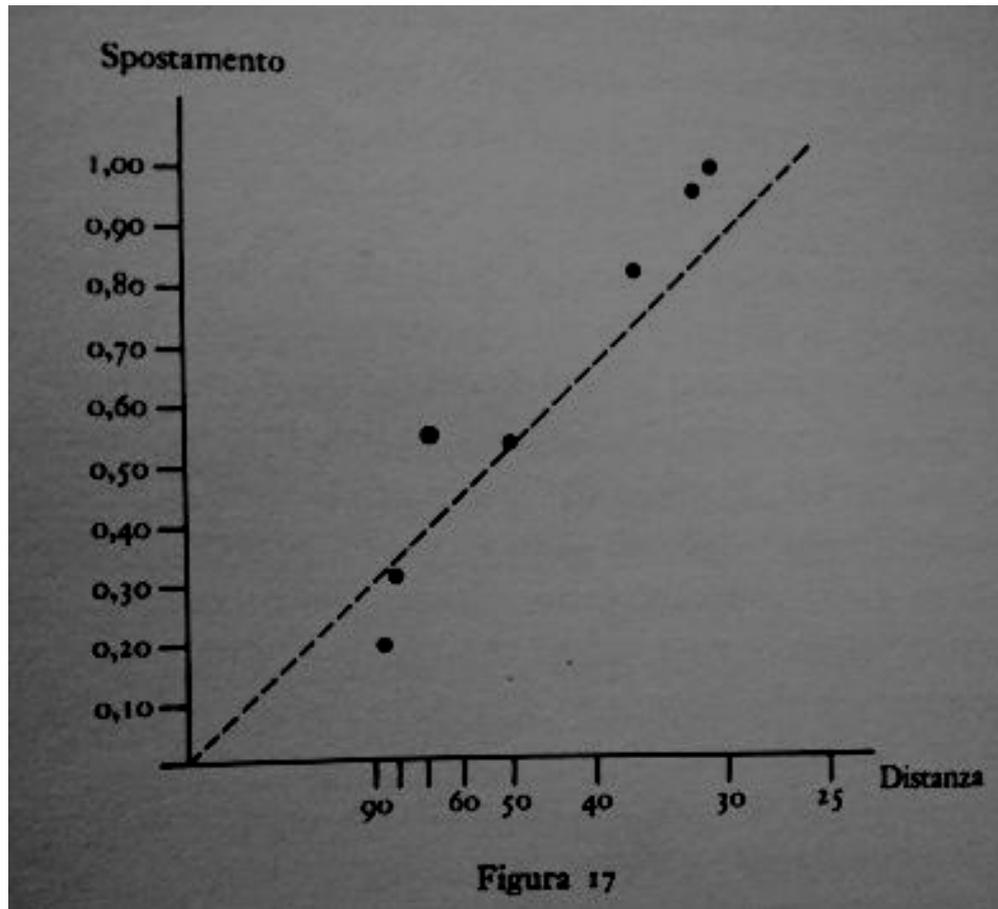
Le foto prese a Principe avevano qualche nube, e gli strumenti rimpatriarono subito

Le foto prese a Sobral in Brasile erano migliori e restarono 2 mesi per aspettare Aldebaran all'alba

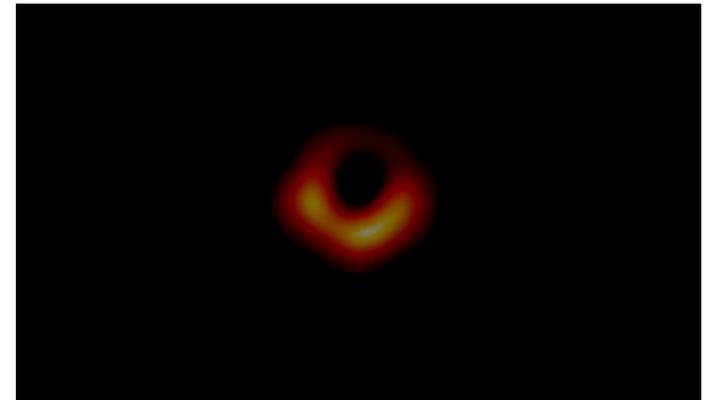
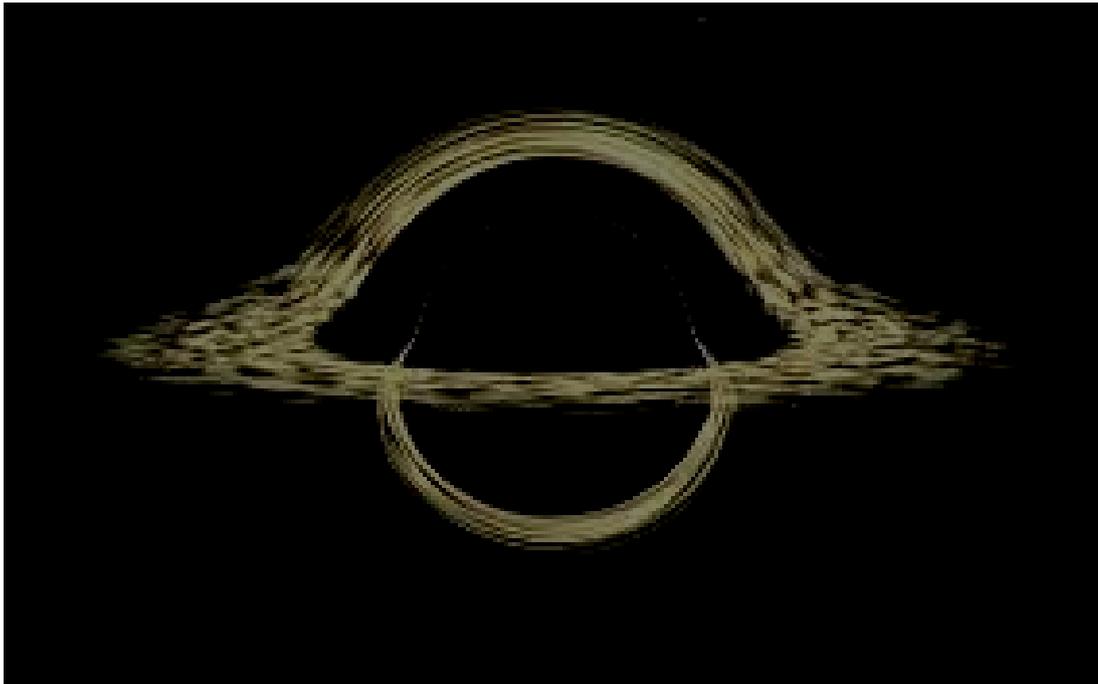
Problema delle
deformazioni di campo:
le colonne del
colonnato di san Pietro
non sono convergenti
verso il nadir... e sono
tutte alte uguali; cosa
accade in un campo
stellare di cui
cerchiamo
deformazioni minime?



Risultati dell'Analisi di Eddington: Einstein 2: Newton 1

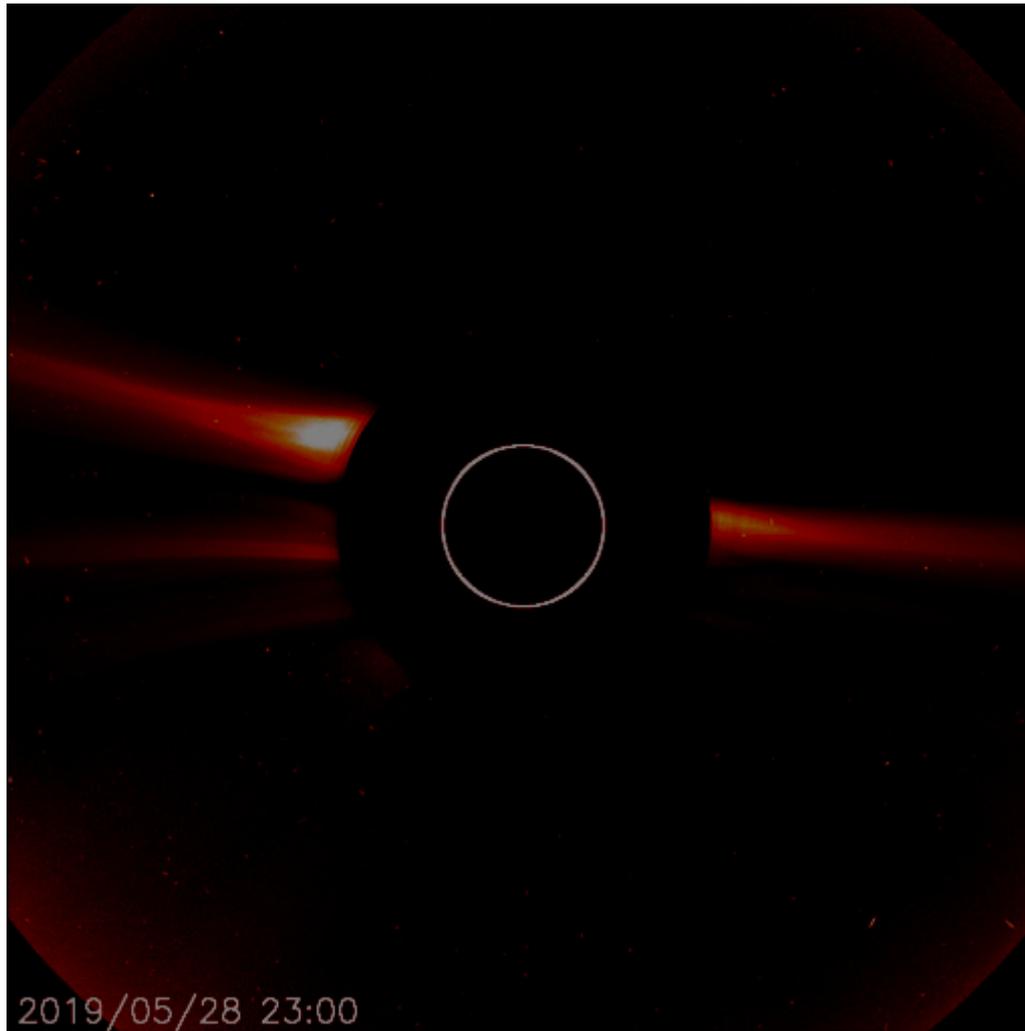


La deviazione della luce può essere maggiore...e proprio l'8/4/2019 è stata svelata l'immagine del BH in M87 a 57,4 milioni di anni luce preso con l'interferometria radio



https://physics.fjfi.cvut.cz/~schmijos/slog/003_BHrender/prezentace.pdf

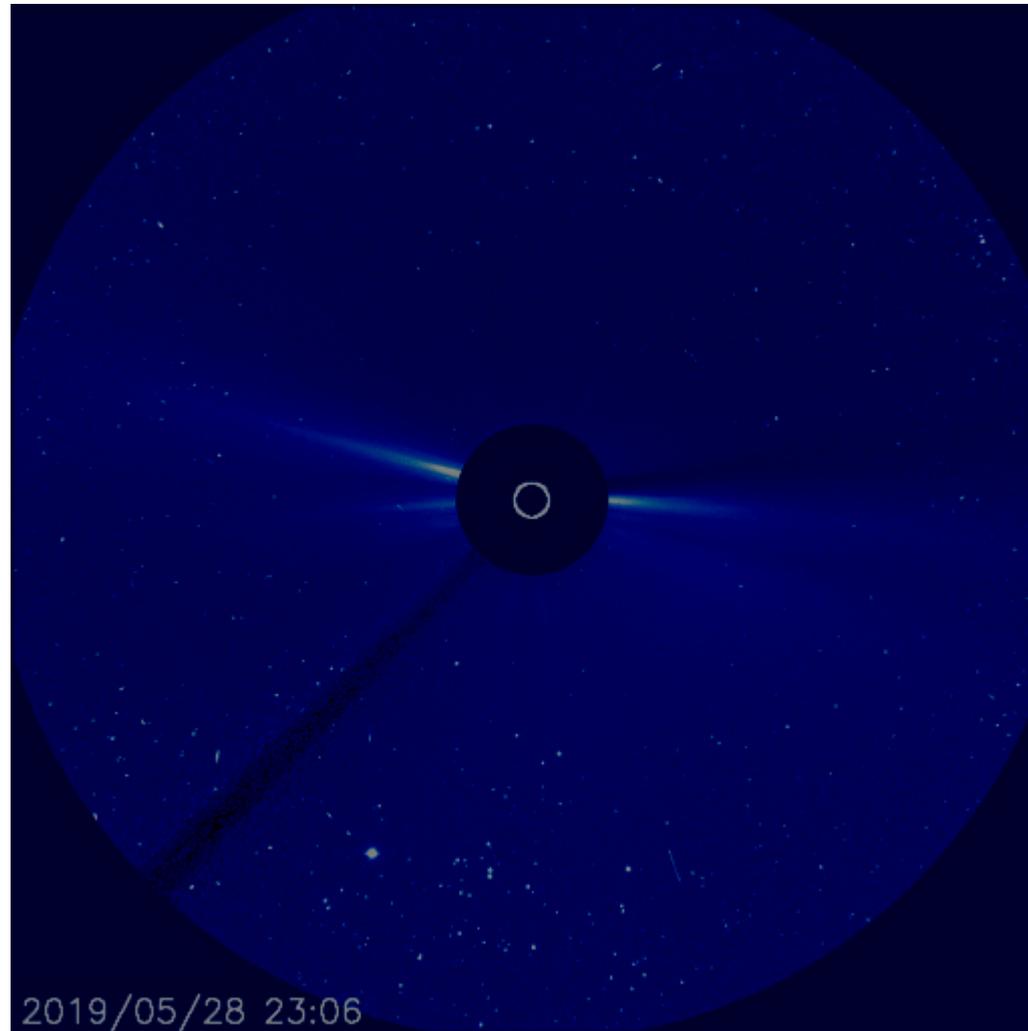
E se volessimo rifare l'esperimento oggi



<https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1507/1507.03879.pdf>

<https://soho.nascom.nasa.gov/data/realtime/c2/512/>

Ci sono ancora i due coronografi di SOHO



<https://soho.nascom.nasa.gov/data/realtime/c3/512/>

Commento all'immagine di oggi con quella dell'eclissi del 1868

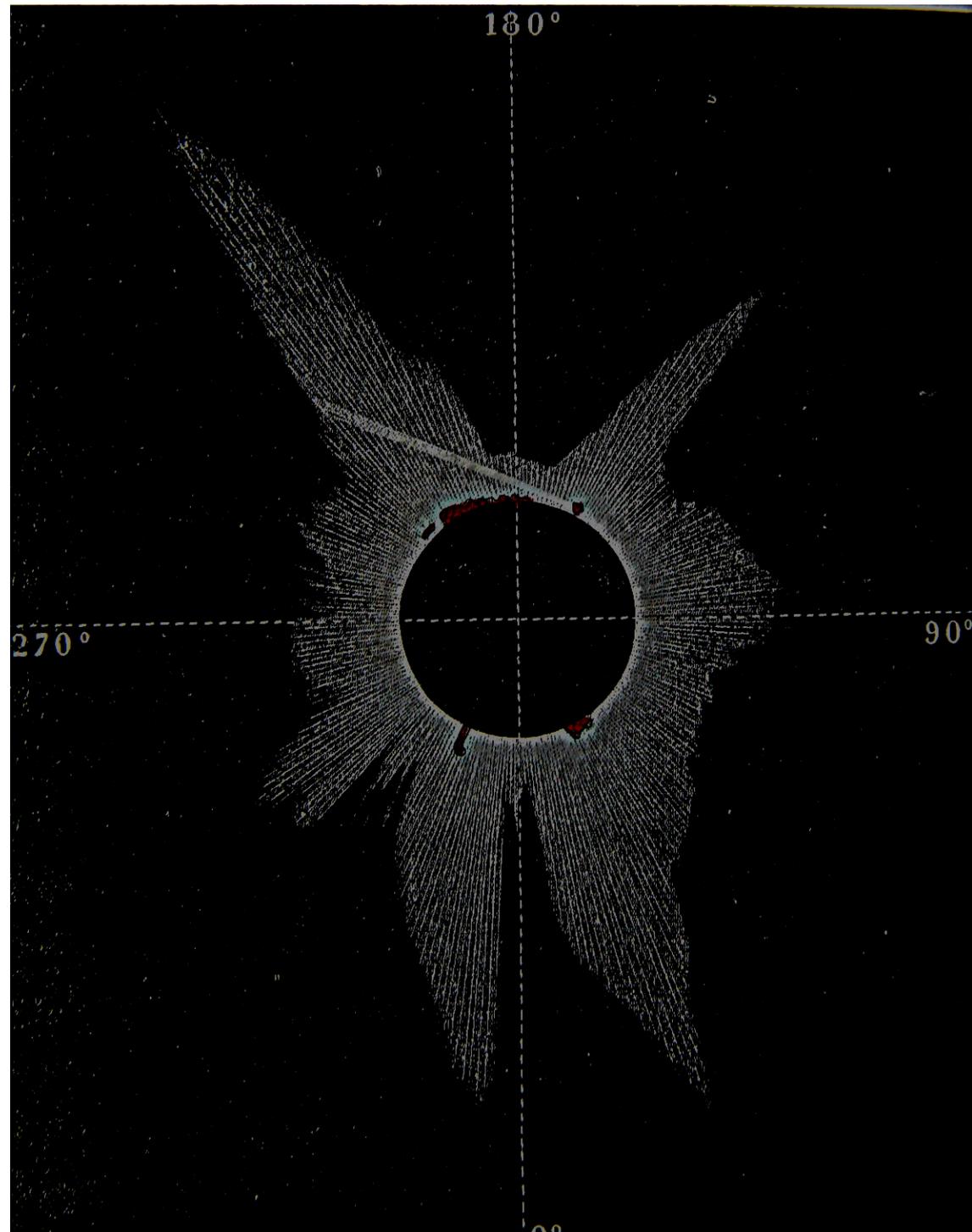
Si notino gli streamers della corona solare, presenti al minimo solare e sviluppati lungo l'equatore (0° - 180°)

Questa è la prima volta che si mostrano gli streamers in una pubblicazione scientifica.

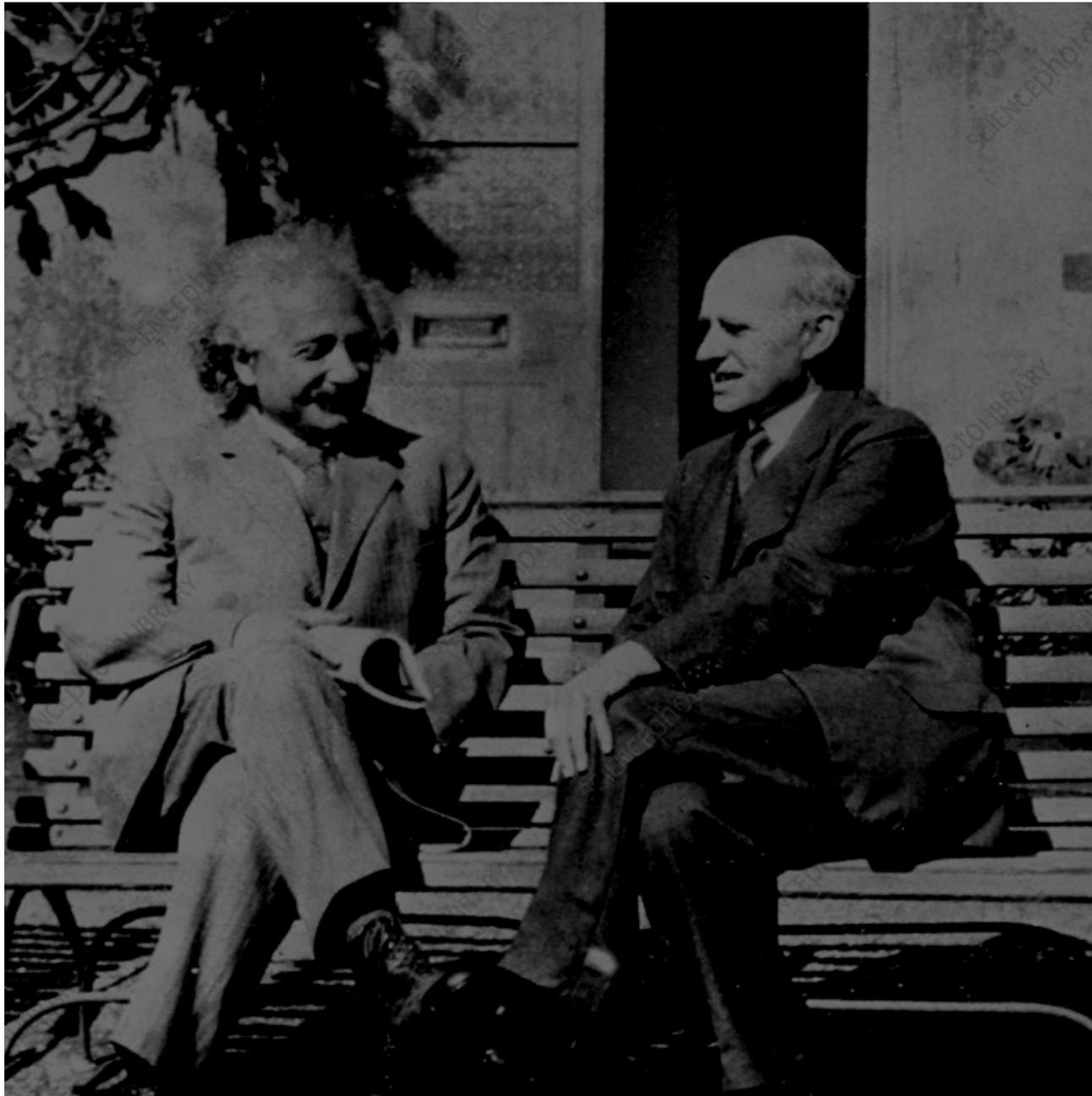
Il libro è « Le Soleil » di padre Angelo Secchi, direttore dell'Osservatorio del Collegio Romano (Parigi, 1877) [Serge Koutchmy, 2019]

Anche oggi 29 maggio 2019 siamo in una fase di minimo solare

<http://robot.icranet.org:8080/store/l1021.pdf>



Eddington e Einstein nel 1930



Einstein a Rio (ON) nel 1925

