

Mechanismus od Antikythéry

Alena Hadravová & Petr Hadrava

Centrum dějin vědy ÚSD AV ČR, Praha

Astronomický ústav AV ČR, Praha

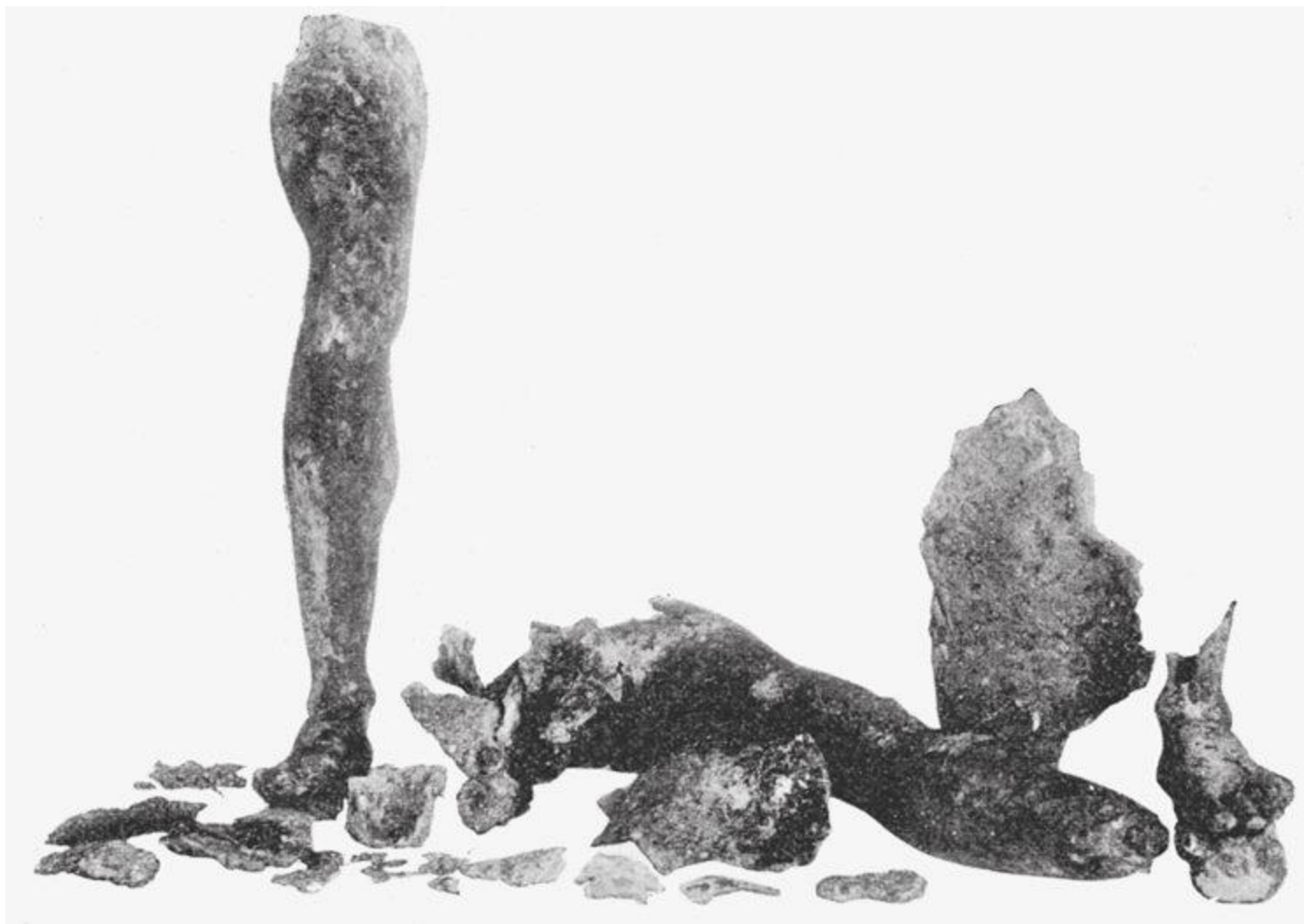
**(XX. seminář o filosofických otázkách matematiky a fyziky,
Gymnázium Velké Meziříčí, 22.-25. srpna 2022)**



Objev vraku



Rok 1901



Mladík od Antikythéry – zachován ve zlomcích

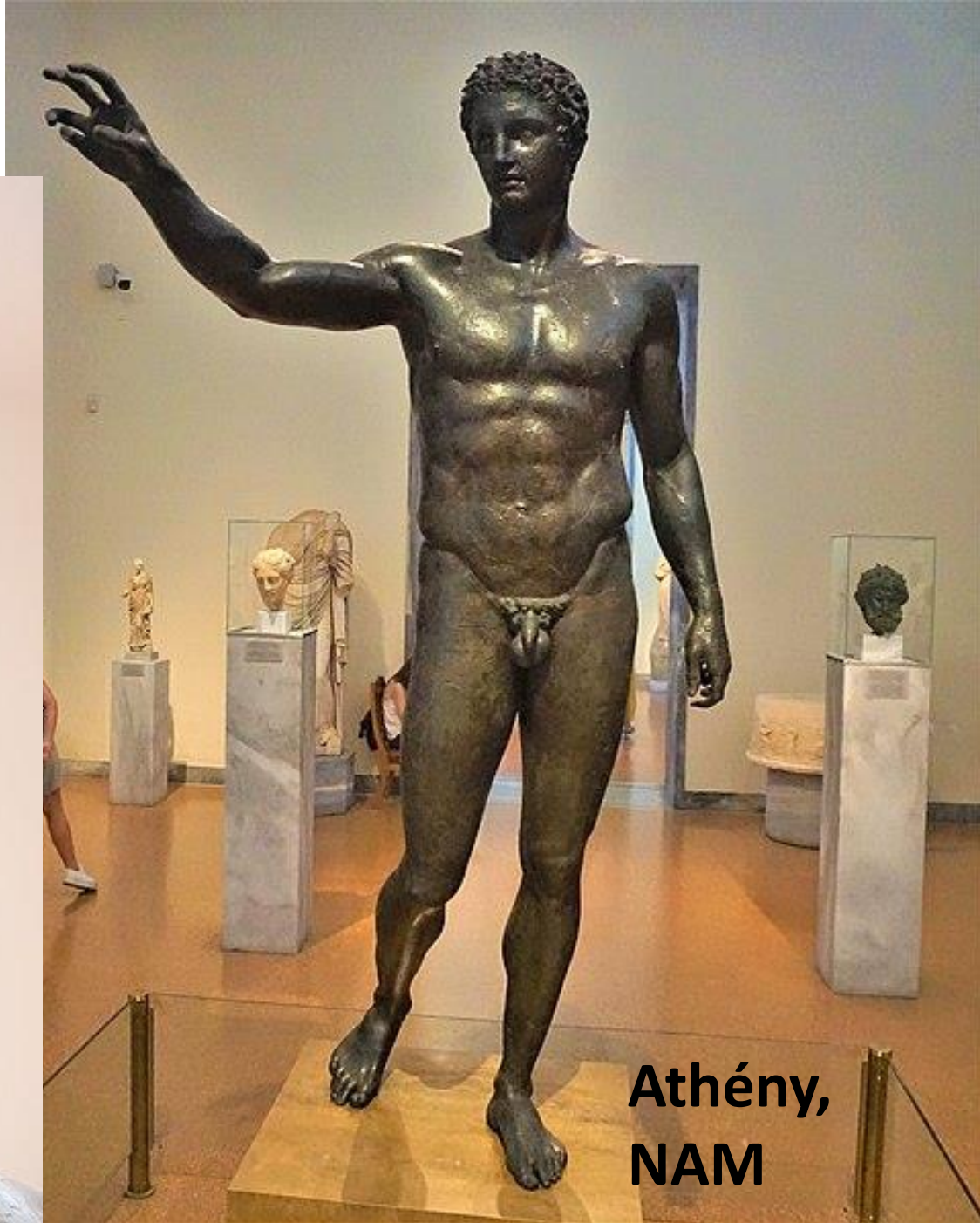


Bronzy

mladík od Antikythéry
(zachován ve zlomcích)

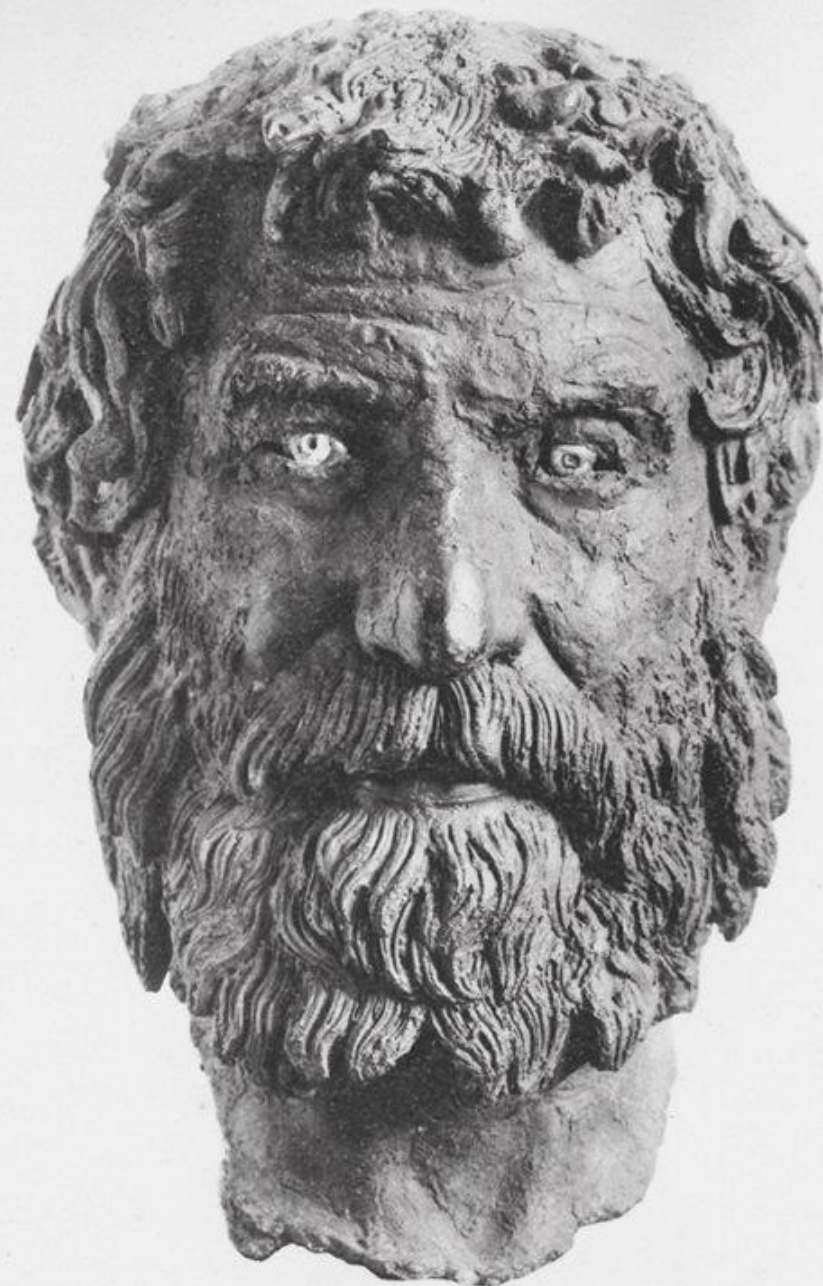
Foto: A. Jones, *A Portable Cosmos*, Oxford Univ. Press 2017, 14)

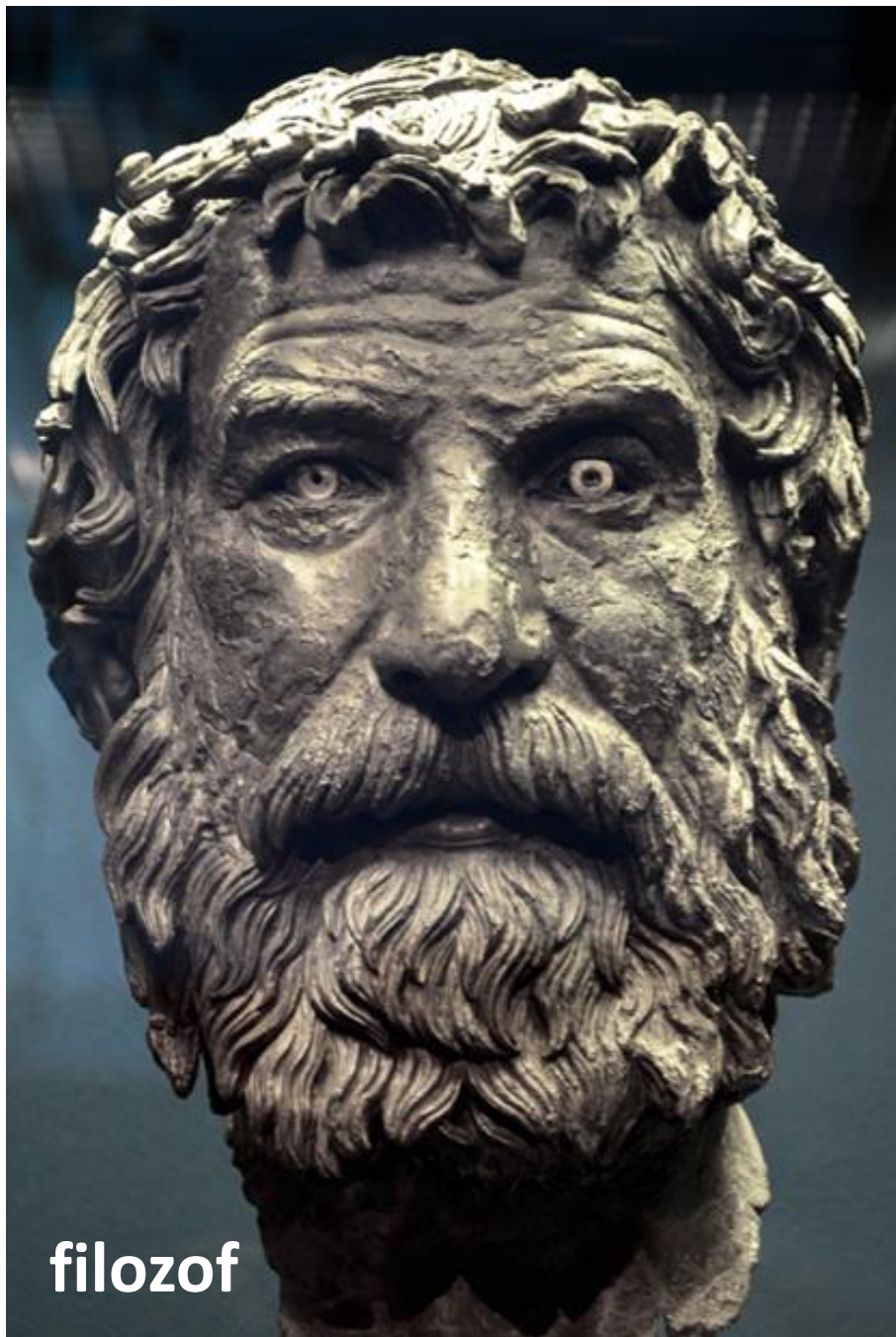
Bronzy mladík z Antikythéry



Athény,
NAM

Filozof – s usazeninami a po očištění (Jones 2017, 8)





filozof



expedice 2017

Mramory



**Část koně ze čtyřspřeží, vzadu Hercules typu Farnese,
Národní archeologické muzeum v Athénách, 2012**





Mladík



Hermés

Keramika



Nápodoba
nálezové situace
v athénském
Národním
archeologickém
muzeu



Syro-palestinské a egyptské sklo a šperky



Mince



**Největší bronzový zlomek antikythérského mechanismu
(150–100 př. n. l.)**





části soustředných kružnic



Mechanismus od Antikythéry – 82 zlomků



Největší části mechanismu vystavené v NAM v Athénách



**Derek de
Solla Price
v Athénách,
NAM**

**(50. léta)
- zkoumal
mechanismus
- kniha *Gears
from the
Greeks*, 1974**

**Michael T. Wright se svým modelem mechansimu
(Science Museum, Imperial College, Londýn, 80. léta)**



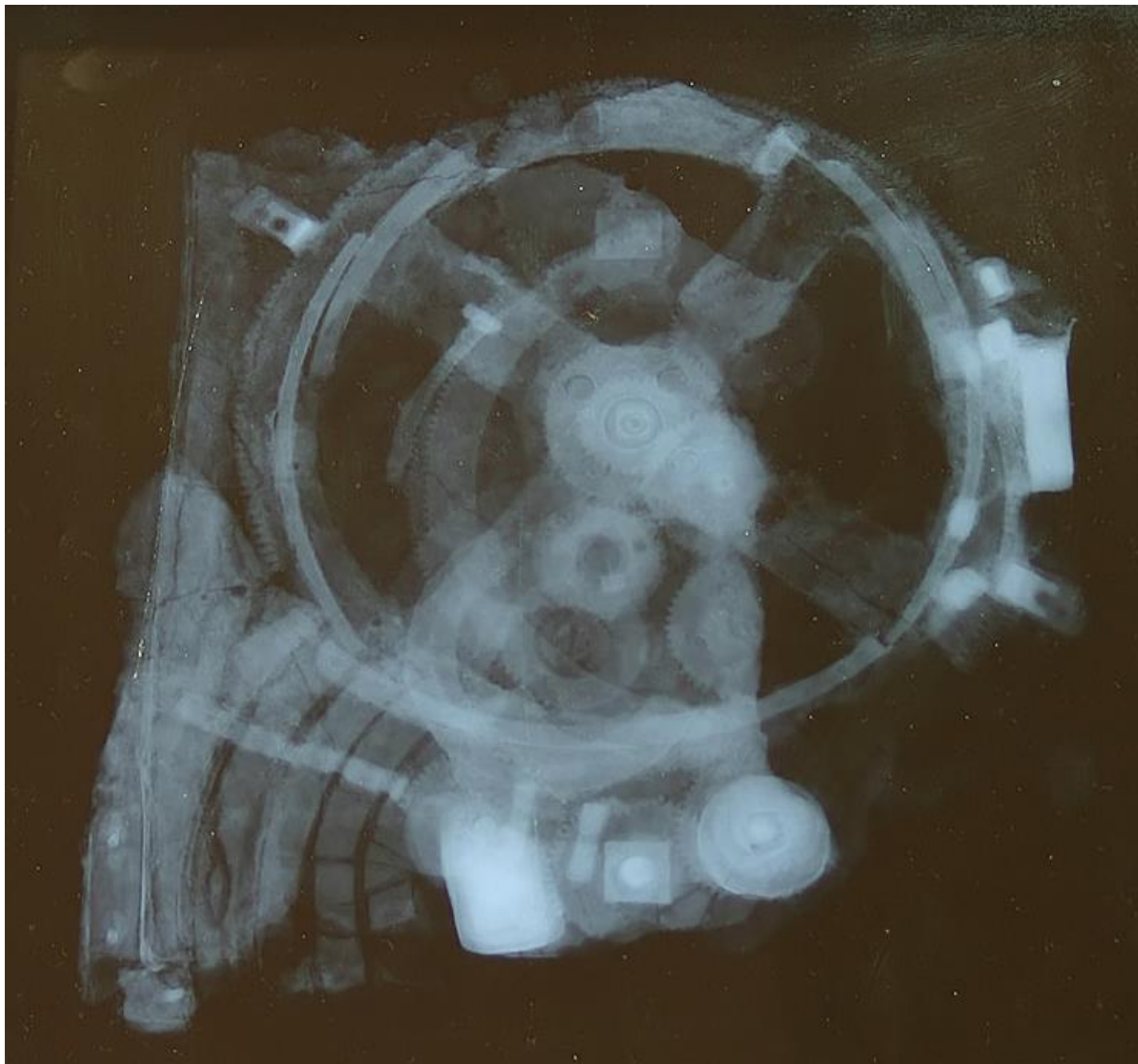


**John Seiradakis,
Xenofón Mousas,
Yanis Bitsakis**



**Alexander Jones,
Agamemnon
Tselikas**

***The Antikythera
Mechanism
Research
Team***



**Rentgen,
tomografie
přístroje**



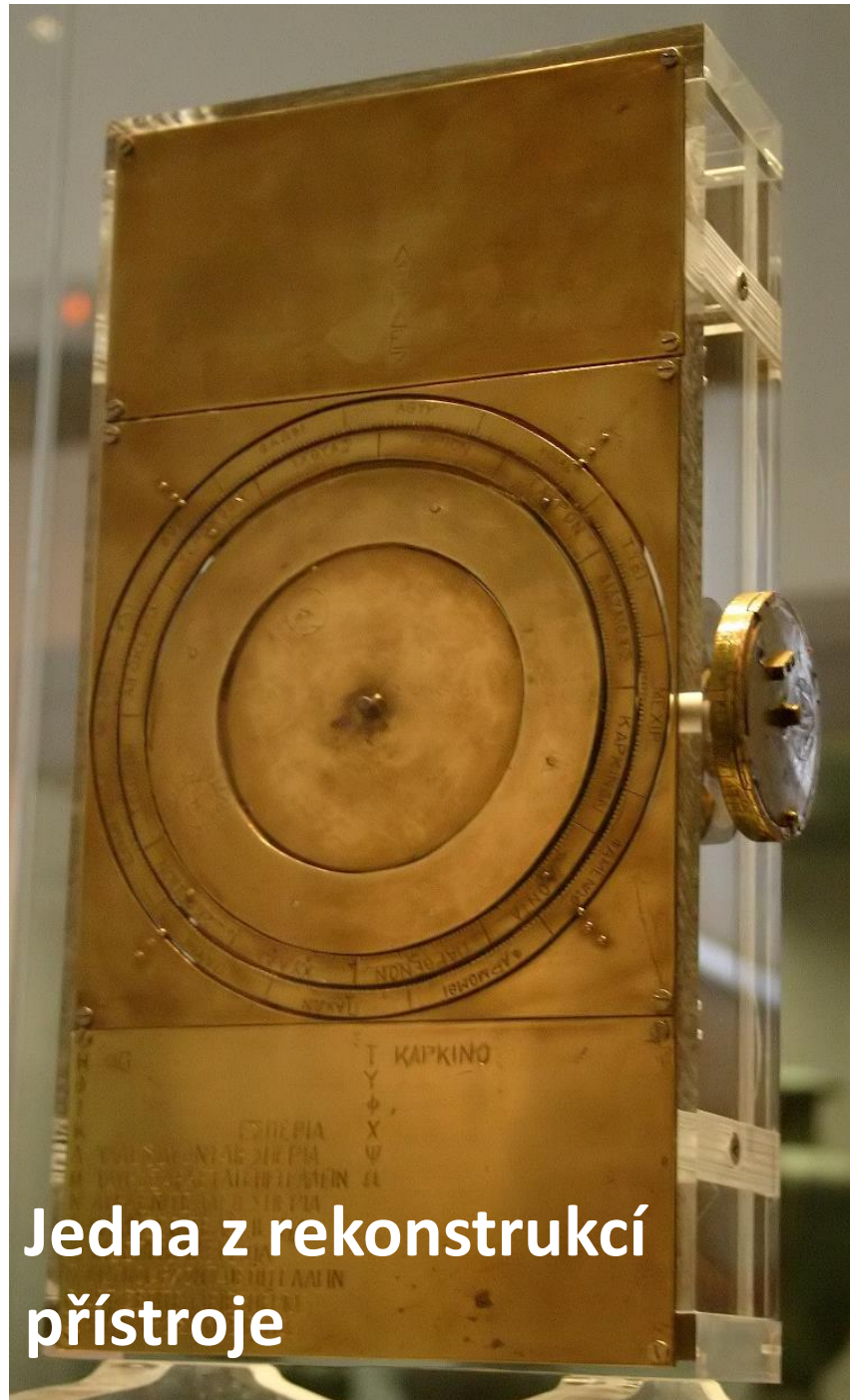
Projekce rekonstrukce části přístroje přes zachovaný zlomek

Nejlépe čitelný nápis na zlomku přístroje, který se odloupl od největšího dochovaného kusu. Fotografie z roku 1905 (Jones 2017, 26)



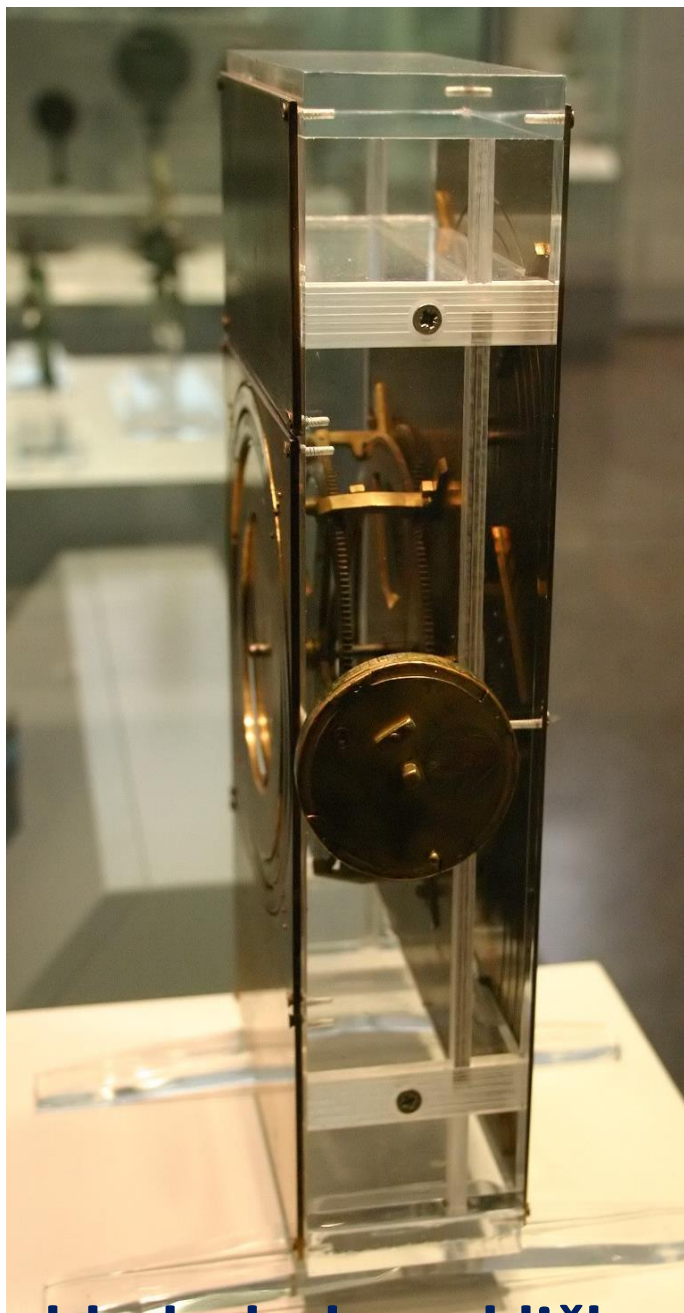


části přečtených nápisů

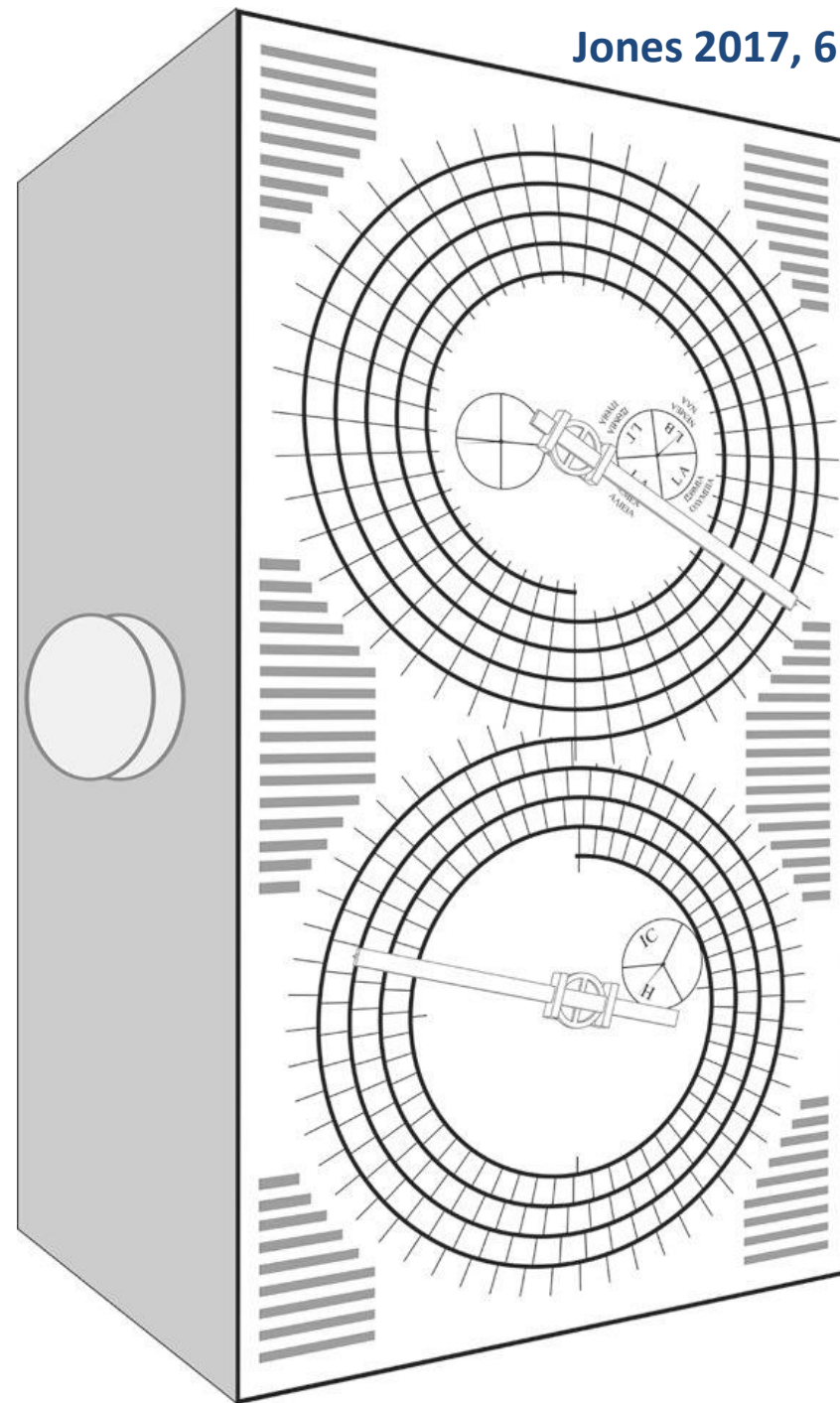
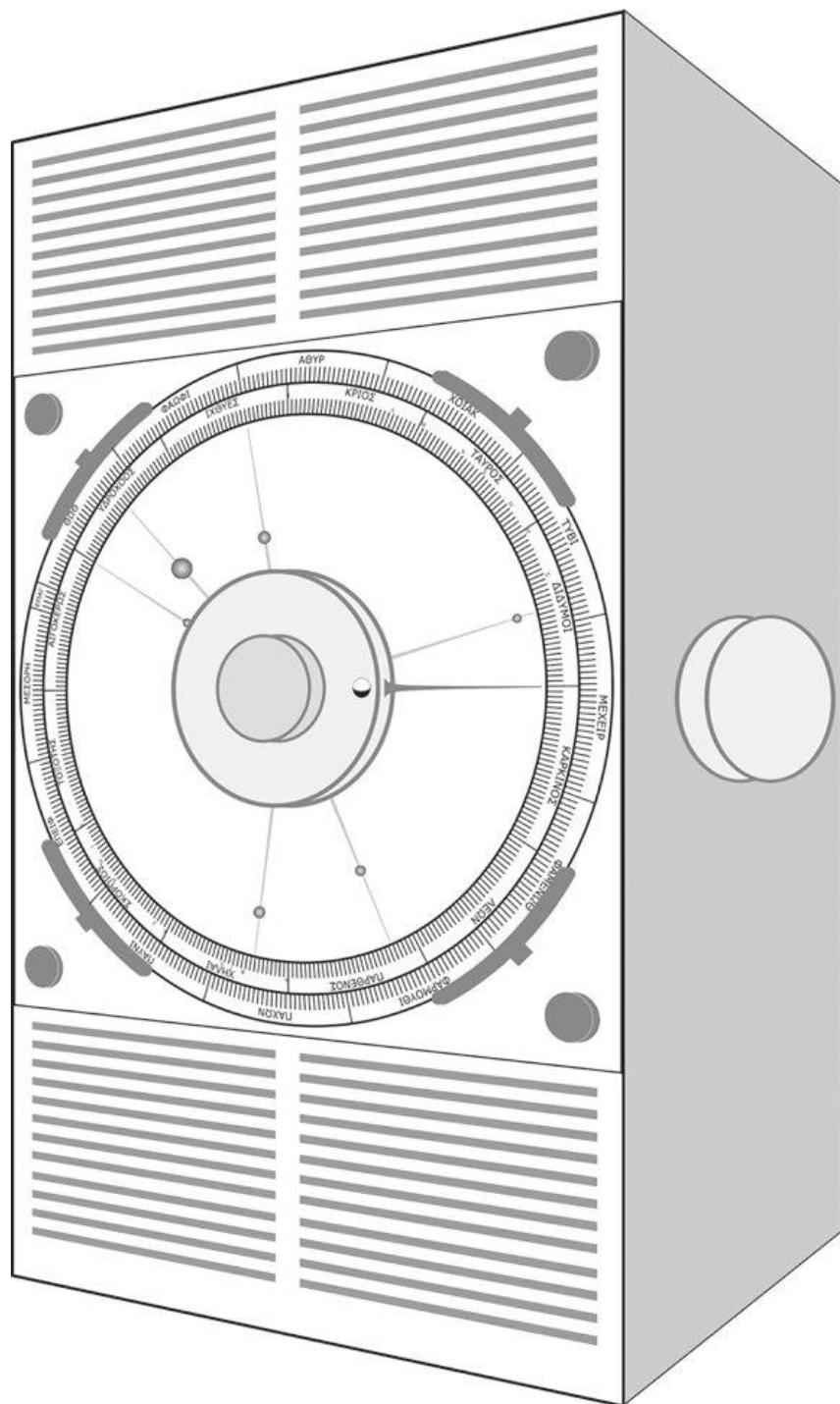


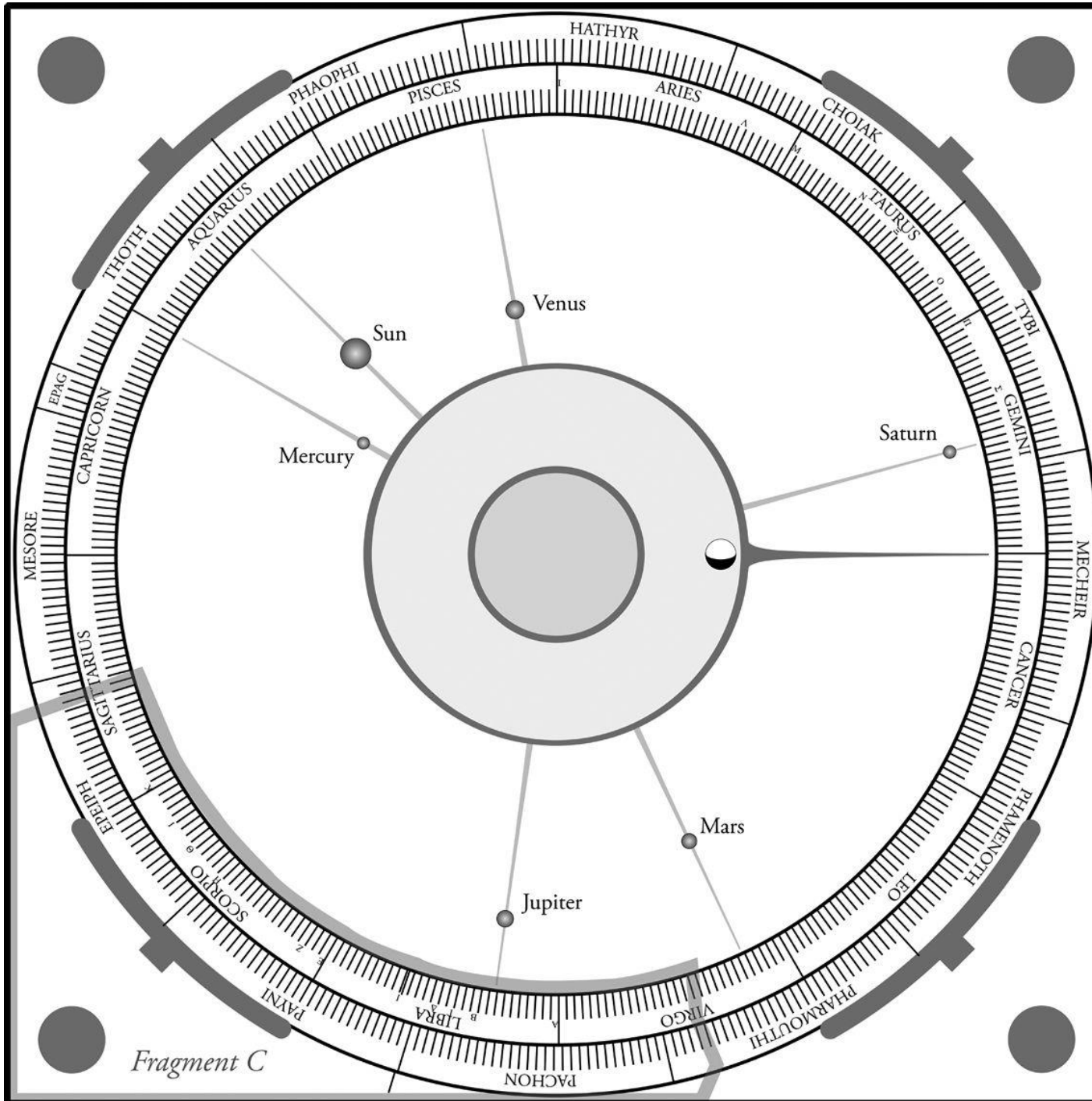
Jedna z rekonstrukcí
přístroje





Pohled z boku, s kličkou na ovládání





**Centrální
ciferník přední
desky
(ukazatele
planet
vzhledem k
zodiakálním
znaméním a
egyptskému
kalendáři)**

Jones 2017, 57



Centrální ciferník
přední desky
s novým návrhem
řešení planetárních
drah

(Tony Freeth et al.,
University College of
London, Nature,
březen 2021)

Přečtené názvy zodiakálních souhvězdí:

ΚΡΙΟΣ (Beran, *Aries*)

ΤΑΥΡΟΣ (Býk, *Taurus*)

ΔΙΔΥΜΟΙ (Blíženci, *Gemini*)

ΚΑΡΚΙΝΟΣ (Rak, *Cancer*)

ΛΕΩΝ (Lev, *Leo*)

ΠΑΡΘΕΝΟΣ (Panna, *Virgo*)

ΧΗΛΑΙ (Štírova klepeta - Váhy, *Chelae - Libra*)

ΣΚΟΡΠΙΟΣ (Štír, *Scorpio*)

ΤΟΞΟΤΗΣ (Střelec, *Sagittarius*)

ΑΙΓΟΚΕΡΩΣ (Kozoroh, *Capricorn*)

ΥΔΡΟΧΟΟΣ (Vodnář, *Aquarius*)

ΙΧΘΥΕΣ (Ryby, *Pisces*)

Parapégmata:

ΑΙΓΟΚΕΡΩΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΑΝΑΤΕΛΛΕΙΝ = začíná vycházet Kozoroh
(zlomek Α)

ΥΔΡΟΧΟΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ = začíná vycházet Vodnář
(zlomek Δ)

ΚΡΙΟΣ ΑΡΧΕΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ = začíná vycházet Beran (zlomek Ι)

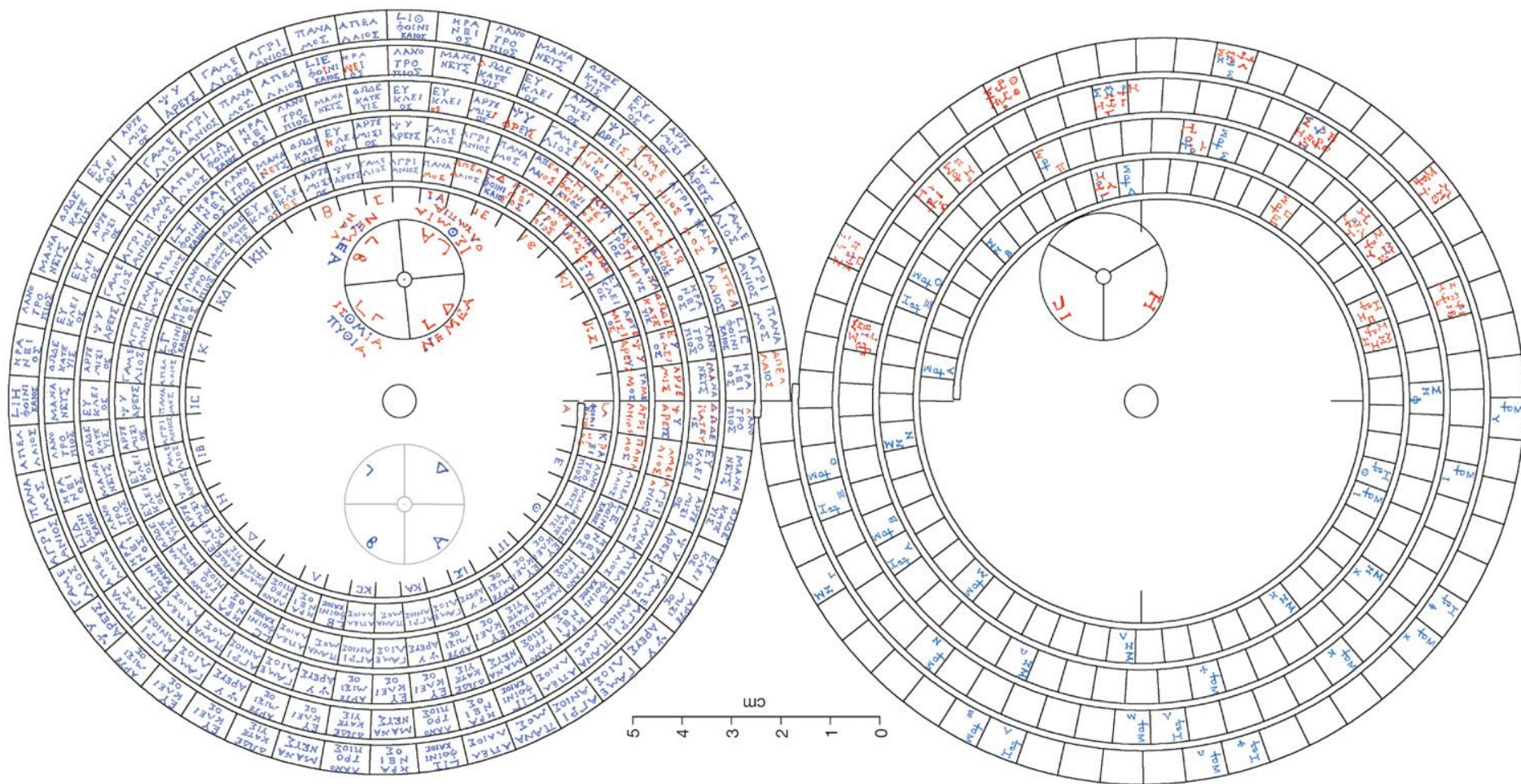
ΙΧΘΥΕΣ ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ = začínají vycházet Ryby (zlomek Η)

ΔΙΔΥΜΟΙ ΑΡΧΟΝΤΑΙ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙΝ = začínají vycházet Blíženci
(zlomek Π)

ΠΛΕΙΑΣ ΕΠΙΤΕΛΛΕΙ ΕΩΙΑ = Plejas vychází ráno (zlomek Ξ)

ΥΑΔΕΣ ΔΥΝΟΥΣΙΝ ΕΣΠΕΡΙΑΙ = Hyady zapadají večer (zlomek Λ)

ΤΡΟΠΑΙ ΧΕΙΜΕΡΙΝΑΙ = zimní slunovrat

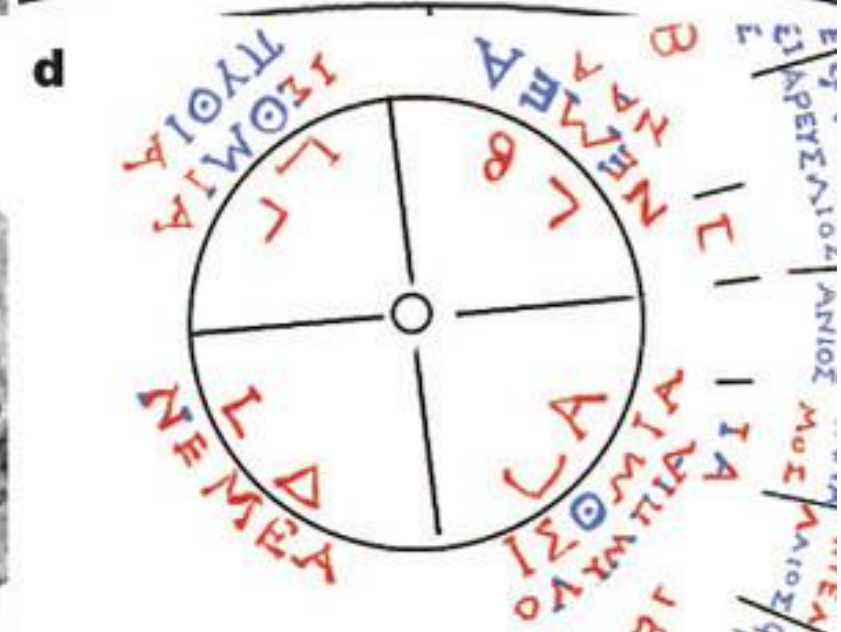


- Zadní strana přístroje s Metónovým a Kallipovým cyklem, s všeřeckými hrami (Olympijské, Nemejské, Pýthijské a Isthmické) a lokálními hrami Naa (Dódóna) a Halieia (Rhodos)
- Ciferník saros, malý ciferníček exeligmos

**Základy Metónova héliotropia na athénském Pyknu. 5. stol. př. n. l.
Buď to byl 1) druh slunečních hodin, 2) nebo slunovratový přístroj pro
měření východu Slunce na horizontu kolem letního slunovratu.**



nahore: názvy měsíců, dole: názvy všeřeckých her



Ciferník ukazující konání všeřeckých a lokálních her:

1. rok: ΙΣΘΜΙΑ (Isthmia)
ΟΛΥΜΠΙΑ (Olympia)

2. rok: ΝΕΜΕΑ (Nemea)
ΝΑΑ (Naa)

3. rok: ΙΣΘΜΙΑ (Isthmia)
ΠΥΘΙΑ (Pythia)

4. rok: ΝΕΜΕΑ (Nemea)
ΑΛΙΕΙΑ (Halieia)

„Byl to ten druh planetária, který zaznamenává pohyb Slunce, Měsíce a pěti hvězd, jimž se říká bludičky čili planety ... Archimédův důmysl byl úžasný, protože vyřešil, jakým způsobem jedno pootočení umožní současně zobrazit různé, nerovnoměrně probíhající pohyby a dráhy. Když Gallus tou sférou pohyboval, dělo se to, že Měsíc na tomto kovovém přístroji následoval Slunce v tolika otáčkách, v kolika dnech tomu bylo na obloze; v důsledku toho nastávalo i na planetáriu stejné zatmění Slunce. Měsíc se pak dostal do místa, kde byl stín Země ...“

(Cicero, *De re publica*, 1,21-22)

„Co kdyby někdo přinesl do Skýthie nebo Británie takovou sféru, kterou nedávno sestrojil náš přítel Poseidónios? Každé pootočení s ní nastavuje polohu Slunce, Měsíce a pěti planet stejně, jako se to děje každého dne a každé noci na obloze. Kdo by tam někde v barbariku pochyboval, že tato sféra je dílem dokonalého rozumu?“

(Marcus Tullius Cicero, *De natura deorum* 2,88)

Shrnutí a dosud známá fakta:

- přístroj je analogovým počítačem určeným k předpovědím postavení nebeských těles na obloze
- datace přístroje: 150–100 př. n. l.
- trasa lodi: z východního Středomoří do Říma či dál na západ
- ztroskotání lodi: kolem roku 60 př. n. l.
- možný autor mechanismu: Hipparchos na Rhodu nebo jeho škola
- přístroj vznikl v tradici, kterou pěstoval v Syrákúsách Archimédés ve 3. stol. př. n. l.; dosvědčují to Ciceronova slova, ale i jazyk nápisů přístroje: korintština (syrákúské nářečí) coby součást „mírné dórštiny“ (dóris mitis), v níž se ovšem současně psala i odborná přírodovědecká próza; Parmenidův vliv (6./5. stol. př. n. l.) na řešení neprovnoměrných pohybů planet
- možný pokračovatel v tvorbě obdobných mechanismů: Poseidónios ze Rhodu, 2./1. stol. př. n. l.
- přístroj je sice dochován unikátně, ale jistě nebyl výjimečný
- doklad ohromné vyspělosti řecké vědy, kterou evropský středověk ztratil a znovu objevil až v raném novověku





Přibližné zlomky

$$\pi = 3.14159265358979\dots$$

$$= 3 + \frac{1}{\frac{1}{0.14159265358979}} = 3 + \frac{1}{7.06251330642} \quad \frac{22}{7} = 3.14286\dots$$

$$= 3 + \frac{1}{7 + \frac{1}{15.9965942817}} \quad \frac{355}{113} = 3.14159292\dots$$

$$= 3 + \frac{1}{7 + \frac{1}{16 - \frac{1}{293.623814}}} \quad \frac{104348}{33215} = 3.14159265392\dots$$

$$= 3 + \frac{1}{7 + \frac{1}{16 - \frac{1}{294 - \frac{1}{2.665826}}}}$$

Pohyb Měsíce

siderický rok 365.25636 d

siderický měsíc 27.32166 d

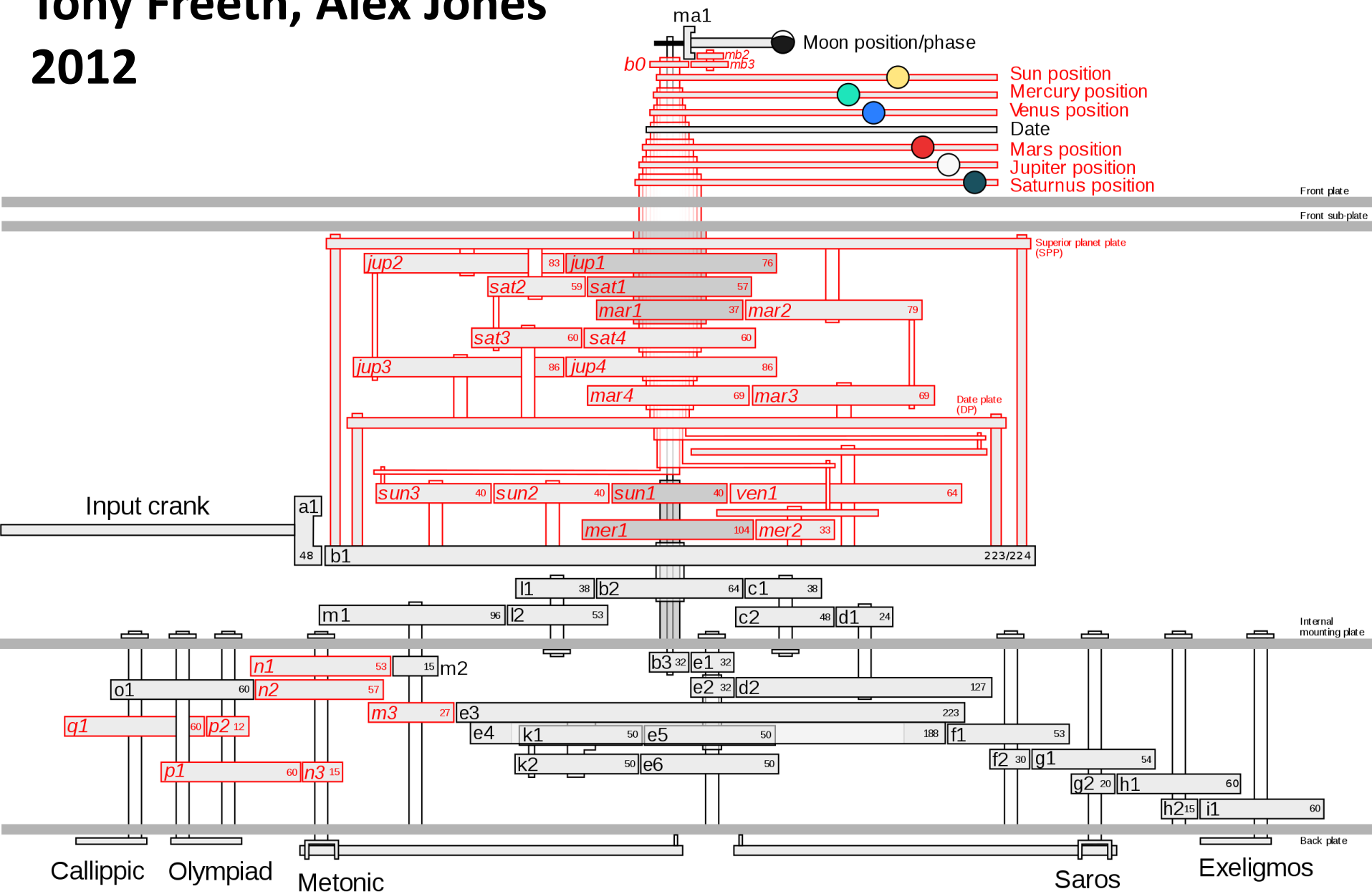
$$\frac{365.25636}{27.32166} = 13.368747 = 13 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2 + \frac{1}{8 + \frac{1}{12.88}}}}}}$$

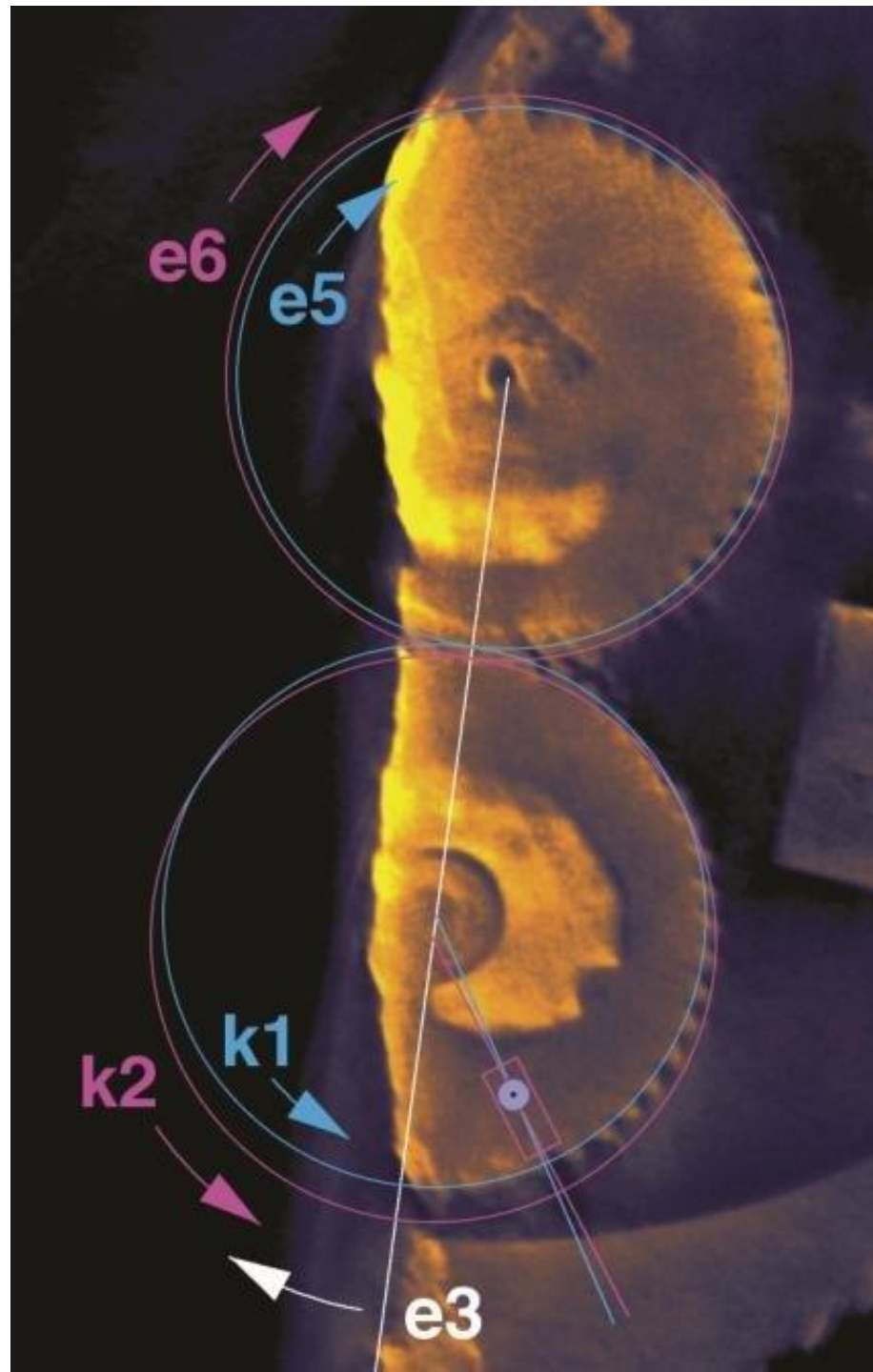
$$13 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{1}{2 + \frac{1}{2}}}} = 13 + \frac{1}{2 + \frac{1}{1 + \frac{2}{5}}} = 13 + \frac{1}{2 + \frac{5}{7}} = 13 + \frac{7}{19} = \frac{254}{19} = 13.368421...$$

$$\frac{b_2}{c_1} \frac{c_2}{d_1} \frac{d_2}{e_2} \frac{e_1}{b_3} = \frac{64}{38} \frac{48}{24} \frac{127}{32} \frac{32}{32} = \frac{2.127}{19}$$

Tony Freeth, Alex Jones

2012





Kepler:

$$v = M + 2e \sin M + \frac{5}{2}e^2 \sin M \cos M + o(e^3)$$

$$r = R(1 - e \cos M + e^2 \sin^2 M) + o(e^3)$$

excentr (2e):

$$v = M + 2e \sin M + 4e^2 \sin M \cos M + o(e^3)$$

$$r = R(1 - 2e \cos M + \frac{1}{2}e^2 \sin^2 M) + o(e^3)$$

ekvant:

$$v = M + 2e \sin M + 2e^2 \sin M \cos M + o(e^3)$$

$$r = R(1 - e \cos M + \frac{3}{2}e^2 \sin^2 M) + o(e^3)$$

Astronomické přístroje v antice

1) pozorovací

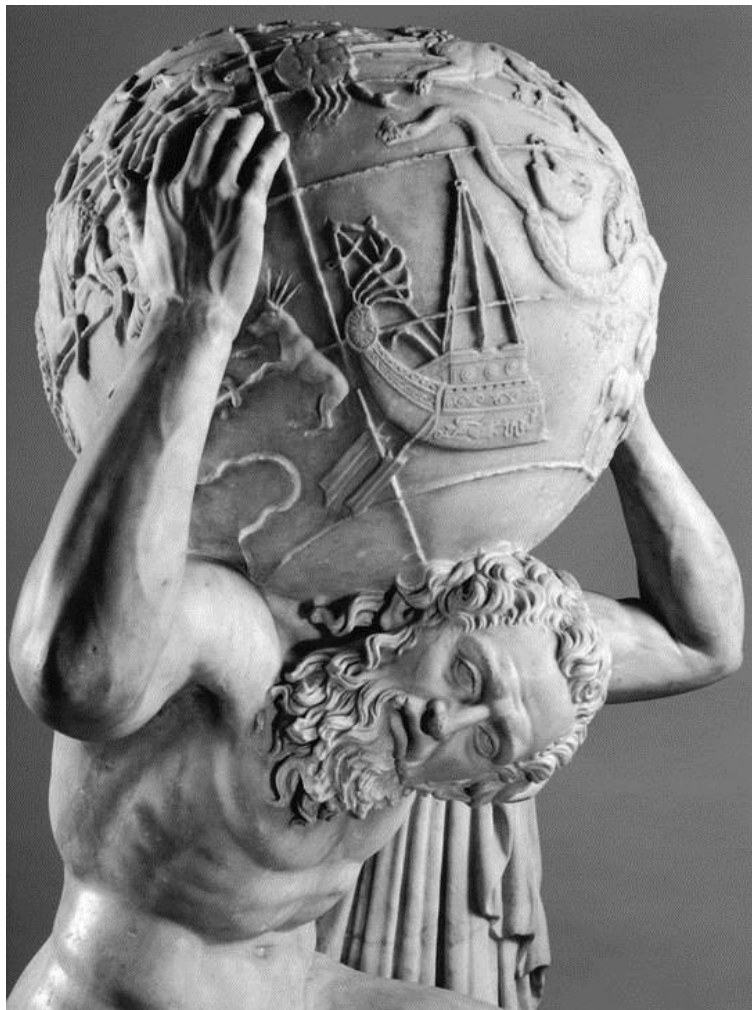
gnómon, sluneční hodiny, sférické hodiny (skafé), vodní hodiny (klepsydra), dioptra, paralaktická pravítka, armilární astroláb, planisférický a kulový astroláb

2) demonstrační

armilární sféra, glóbus, mechanický glóbus s planetáriem, jeho speciální případ: planetárium uložené nikoli ve sférickém „obalu“, ale v dřevěné skřínce tvaru kvádru: mechanismus od Antikythéry

**pozorování astroláby
(Mandevilla, 14. stol.)**

Atlás Farnese, Neapol, NAM



**sluneční
sférické
hodiny
(skafé),
Pompeje**



**glóbus z Mohuče
(gnómon)**

