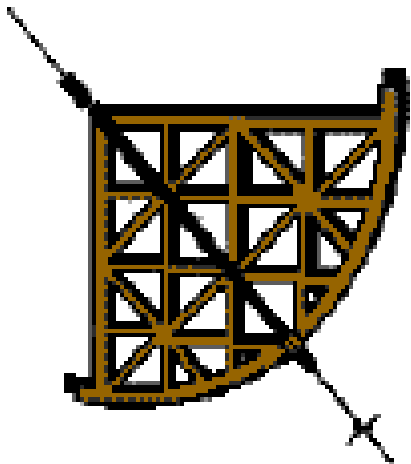


Introduzione alla Cosmologia Fisica Lezione 1

Introduzione storica: dalle credenze alle osservazioni.



Giorgio G.C. Palumbo
Università degli Studi di Bologna
Dipartimento di Astronomia



In principio era il *Χαος* ...



la Voragine,
un vuoto oscuro,
un abisso cieco,
notturno, sconfinato
dove nulla
può essere distinto ...

Joan Miró, 1941

Despertar Matutino (serie Constel·lació)

... poi apparvero *Γαία*, la Terra,
ed *Ερος*, l'energia dell'Amore primordiale ...



... *Γαία* generò
Ουρανος, il Cielo
e
Ποντος, il Flutto marino...

Eros e Psiche: particolare di una scultura romana,
Museo Capitolino

... primo dei figli maschi generati
da *Γαία* e *Ουρανος* è il Titano *Ωκεανος*,
l'Oceano che circonda l'Universo
girando su se stesso in un circuito chiuso ...



F. E. Church:
Cotopaxi, Ecuador, 1863

... l'ultimo dei Titani è *Κρονος* ...



...Κρονος ucciderà il padre Ουρανός che ricopriva perennemente Γαία ...



Raymond La Fage (1656-1684)
Urano mutilato dal Tempo
Paris, Louvre

... si separa così la Terra dal Cielo ...



... e si crea uno
‘spazio libero’
tra di loro,
sopra il quale
il *cielo stellato*
rappresenta un
‘grande soffitto’..

G. Pellizza da Volpedo , 1904
Sole nascente

Vija Celmins, 1994-96
Cielo Nocturno Num. 10

... poiché *Ουρανος* ha uguali dimensioni di *Γαία*,
non esiste una sola parte della Terra dalla quale non
si veda un angolo equivalente di Cielo ...



... sono nati
in questo modo
il Giorno
e la Notte ...

Guido Reni (1575-1642):
La separazione del Giorno dalla Notte
Paris, Louvre

..ed è nato *Κοσμος*, come gli uomini lo vedono..

... *Κρονος* ha consentito così l'inizio dello
'*scorrere del tempo*' e ... della nostra *storia* ...



Wenzel Hablik:
Firmamento, 1913

... una storia che inizia con le prime domande che l'Uomo si è posto, osservando il Cielo ...



... e con le prime risposte ...



... come sono nati

l'Universo ...

il Cielo ...

la Terra ...

gli Uomini ?

e ancora:

cosa c'era prima ?

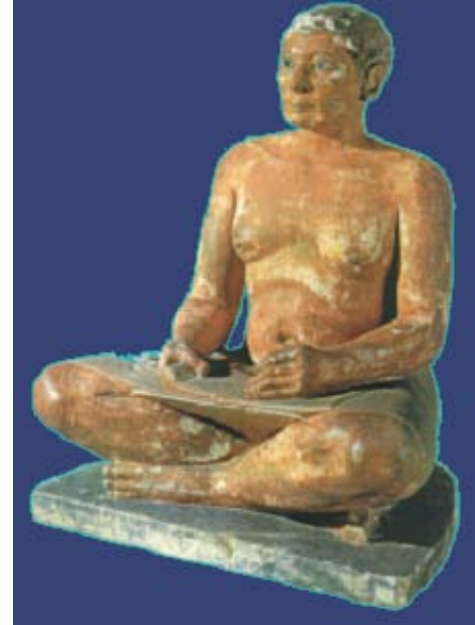
cosa ci sarà dopo ?

ci sarà un dopo ?

... e soprattutto ...

... PERCHÉ TUTTO QUESTO ???

A queste domande l'uomo ha sempre cercato di dare una risposta, in tutte le epoche e in tutte le culture e a questi quesiti possiamo dire che, ancora oggi, cerca di trovare spiegazione ...



... agli antichi racconti mitici si sono sostituiti i modelli scientifici, anche se, talvolta, un qualche ricordo di quei miti ancora rimane, sia nell'immaginario comune, che in quello scientifico.



Il termine greco

μυθος

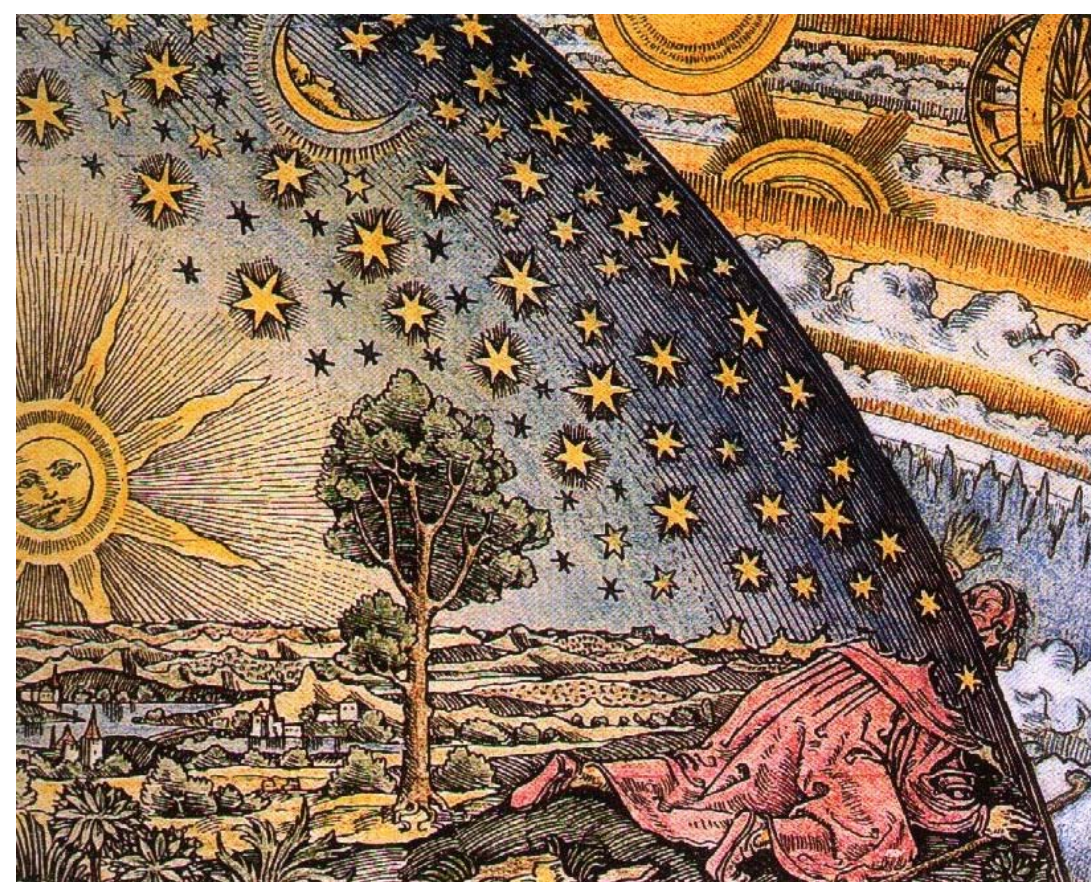
che noi usiamo per identificare tutte quelle idee che nel tempo ci hanno parlato di qualcuno (o qualcosa) che ha presieduto alla




creazione del
Mondo e della vita
e ne ha guidato gli
sviluppi successivi,
vuol dire
semplicemente
“racconto”.



Per trovare le “cause simili” occorre capire quale poteva essere il rapporto dell’uomo con la Natura ...




The image is a composite of two parts. The upper portion shows a dark, starry night sky with numerous stars of varying colors and sizes, including a prominent bright star with a lens flare effect. The lower portion shows a jagged, mountainous landscape rendered in shades of blue and cyan, with some highlights suggesting snow or ice. The overall composition is vertical and centered.

... con la
volta stellata ...

con la nascita delle
piante e degli animali,

con il vento e la pioggia e la neve,

con le acque, con il fuoco ?



John Martin:
Angeli caduti, 1841

Caspar Wolf:
*Tuoni e fulmini sul
ghiacciaio*, 1777

dall'altra, il desiderio, sempre presente, di cercare di utilizzare la natura per i propri bisogni:

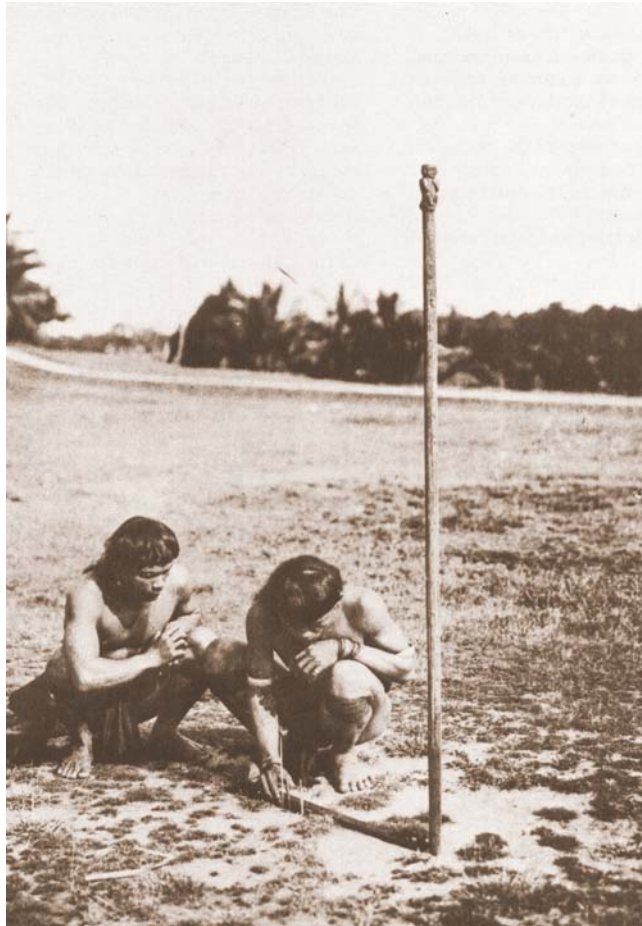
Osso del Paleolitico superiore con incisioni lunari, c. 30.000 a.C., Dordogna



osservare il cielo per misurare il tempo,

conoscere le variazioni stagionali
per le attività agricole e pastorali

Indigeni del Borneo misurano l'ombra di un palo per controllare la stagione della semina



Nella Grecia del VI secolo a.C. i filosofi greci iniziarono a descrivere l'Universo in termini di fenomeni naturali, invece che soprannaturali.

I modelli dovevano essere:

Semplici

Accurati

Naturali

Verificabili

Essi riuscirono a misurare le dimensioni della Terra, del Sole e della Luna e le distanze tra loro usando:

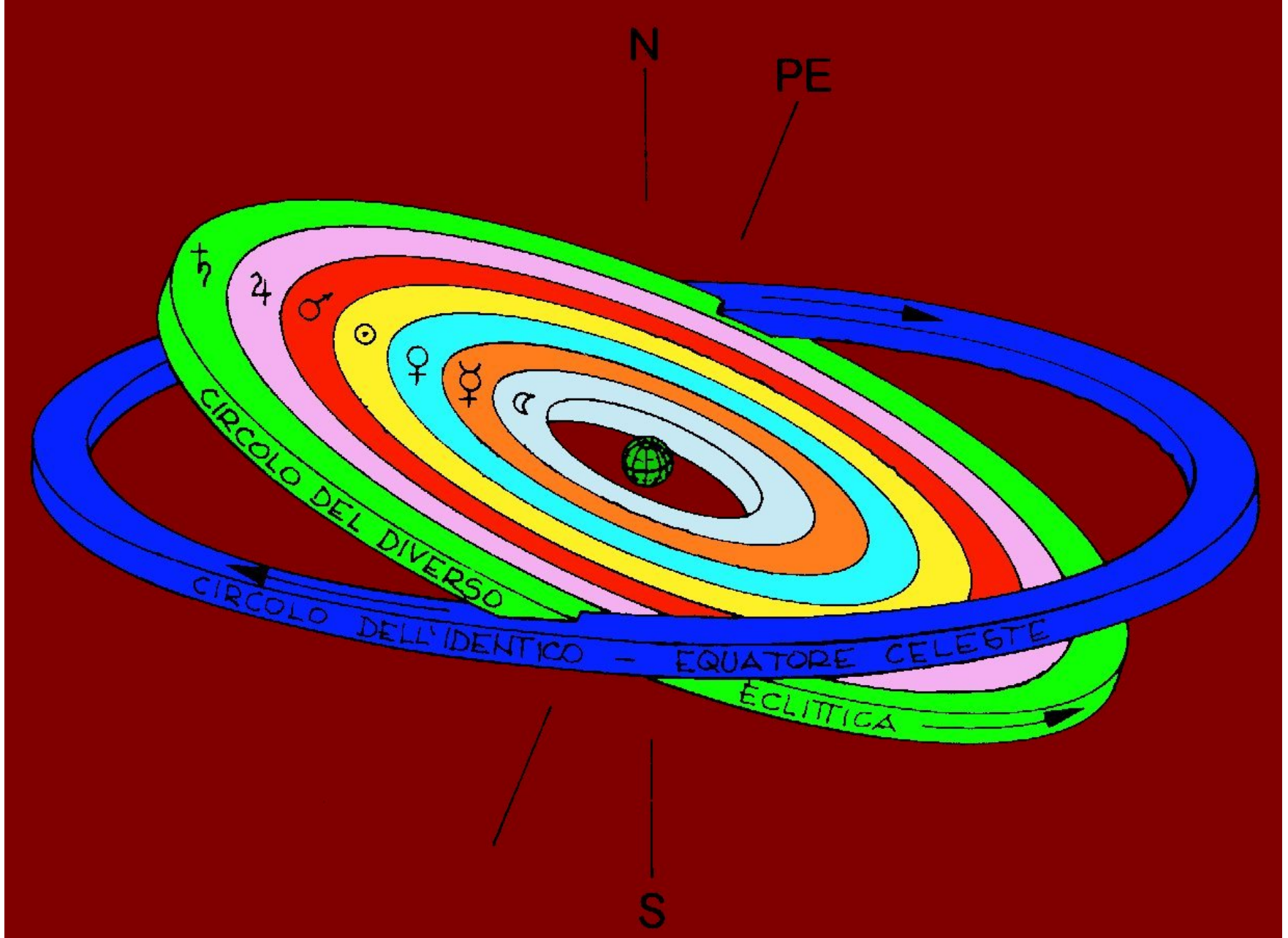
Esperimenti e/o Osservazioni

Logica e/o Teorie matematiche

Nascono i primi *modelli* di Universo



dalla terra piatta di Anassimandro ed Anassagora...

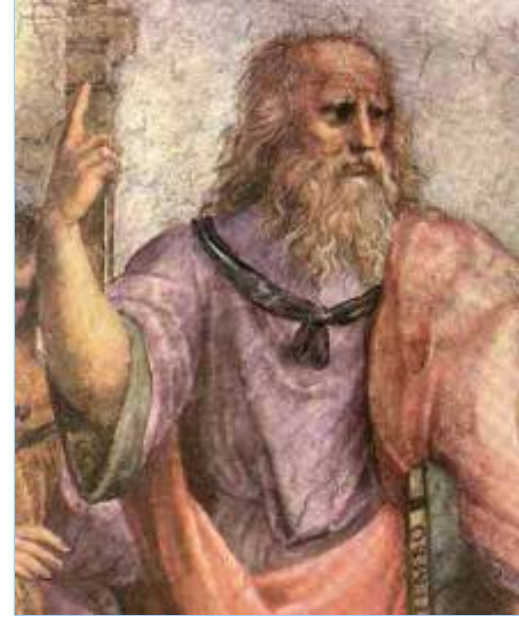


... alla macchina del Mondo di Platone



Empedocle c.400 aC

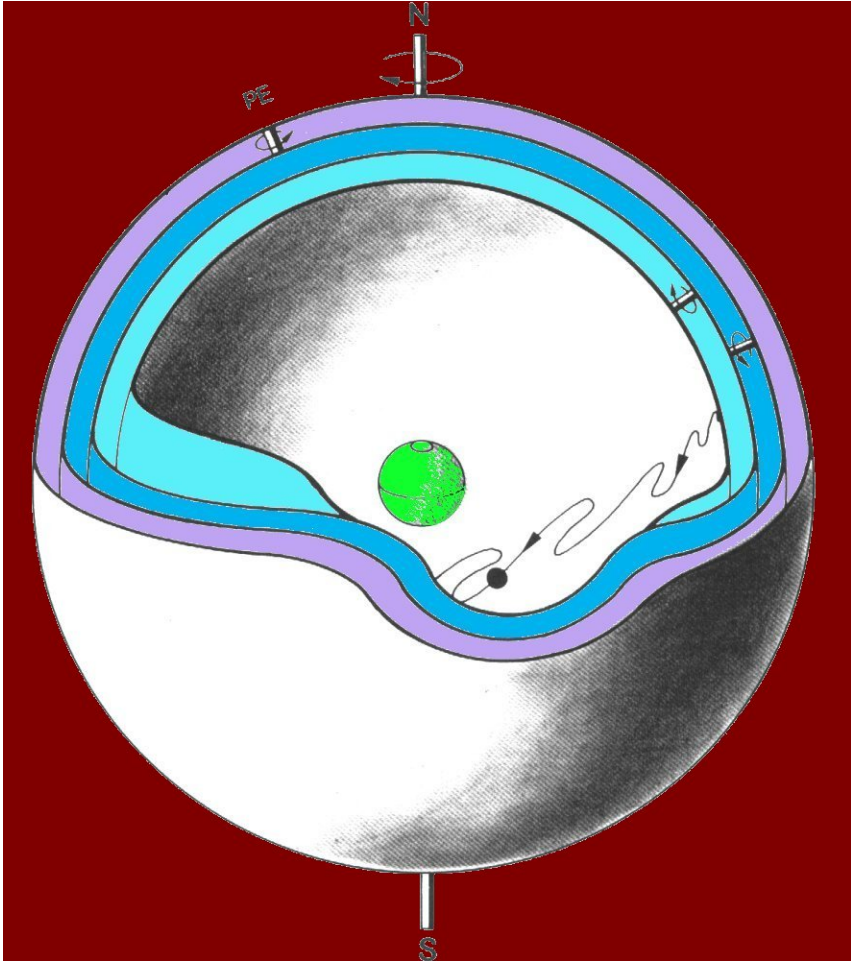
Nella Magna Grecia sono nati i primi modelli di descrizione dei moti dei corpi celesti, partendo dall'affermazione di **Platone** che «il Demiurgo ha posto la Terra al centro del Cosmo e le ha fatto ruotare intorno i corpi celesti con **moto circolare e uniforme**»!



Aristotele ha poi dato una giustificazione **fisica** a quei moti, sostenendo che fossero dovuti alla materia incorruttibile di cui erano costituiti: la **quintessenza**.

Eudosso c.408-355

Il sistema di Eudosso comprendeva 4 sfere per ogni pianeta, 3 per Sole e Luna e 1 per le stelle fisse
TOTALE = 27 sfere



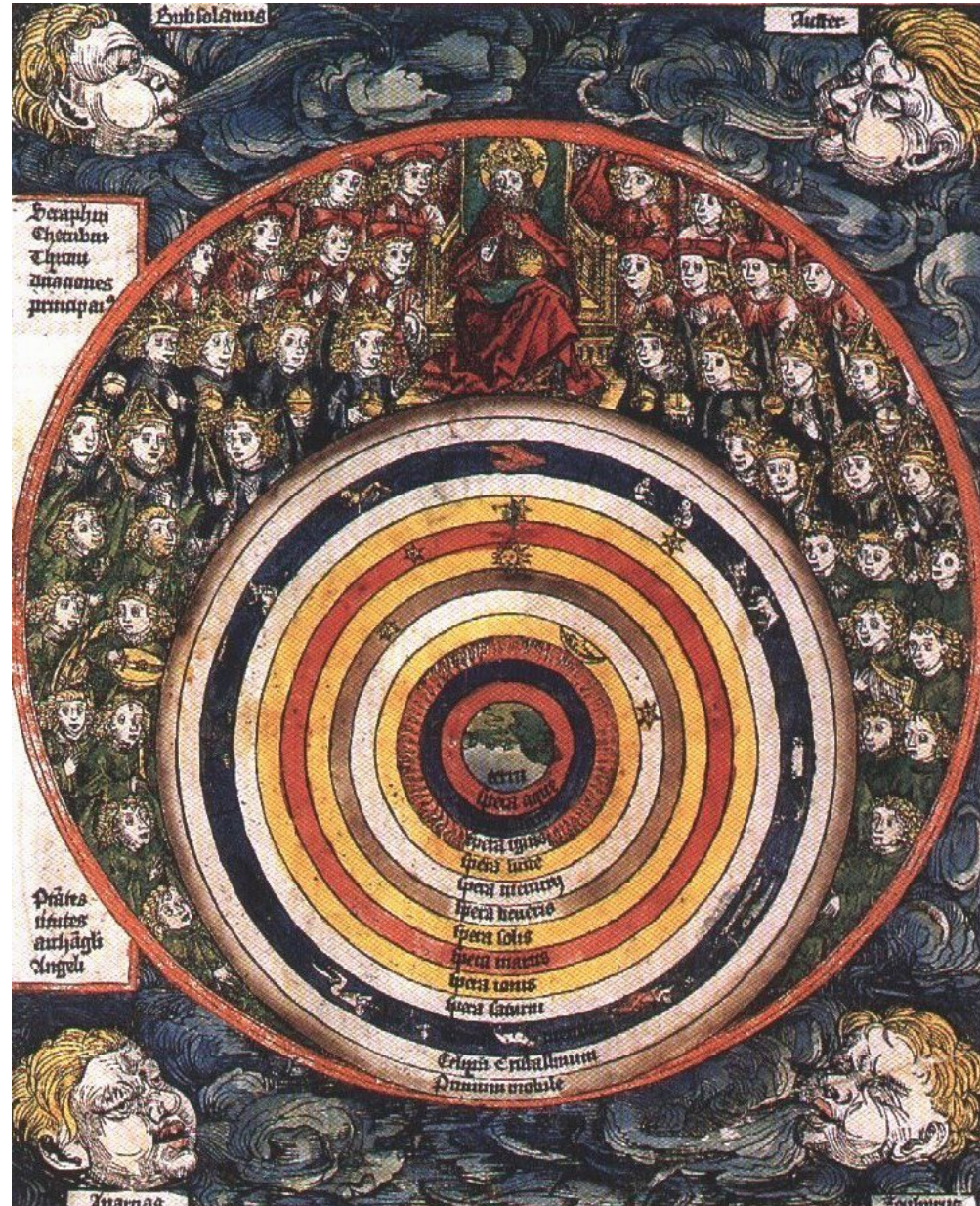
Le sfere di Eudosso erano sfere matematiche, non materiali e rappresentavano una descrizione matematica dei moti celesti, NON UN MODELLO FISICO

A partire dal XIII sec., con
ALBERTO MAGNO e
TOMMASO D'AQUINO,

l'Occidente adatta la
cosmologia aristotelica alle
Sacre Scritture

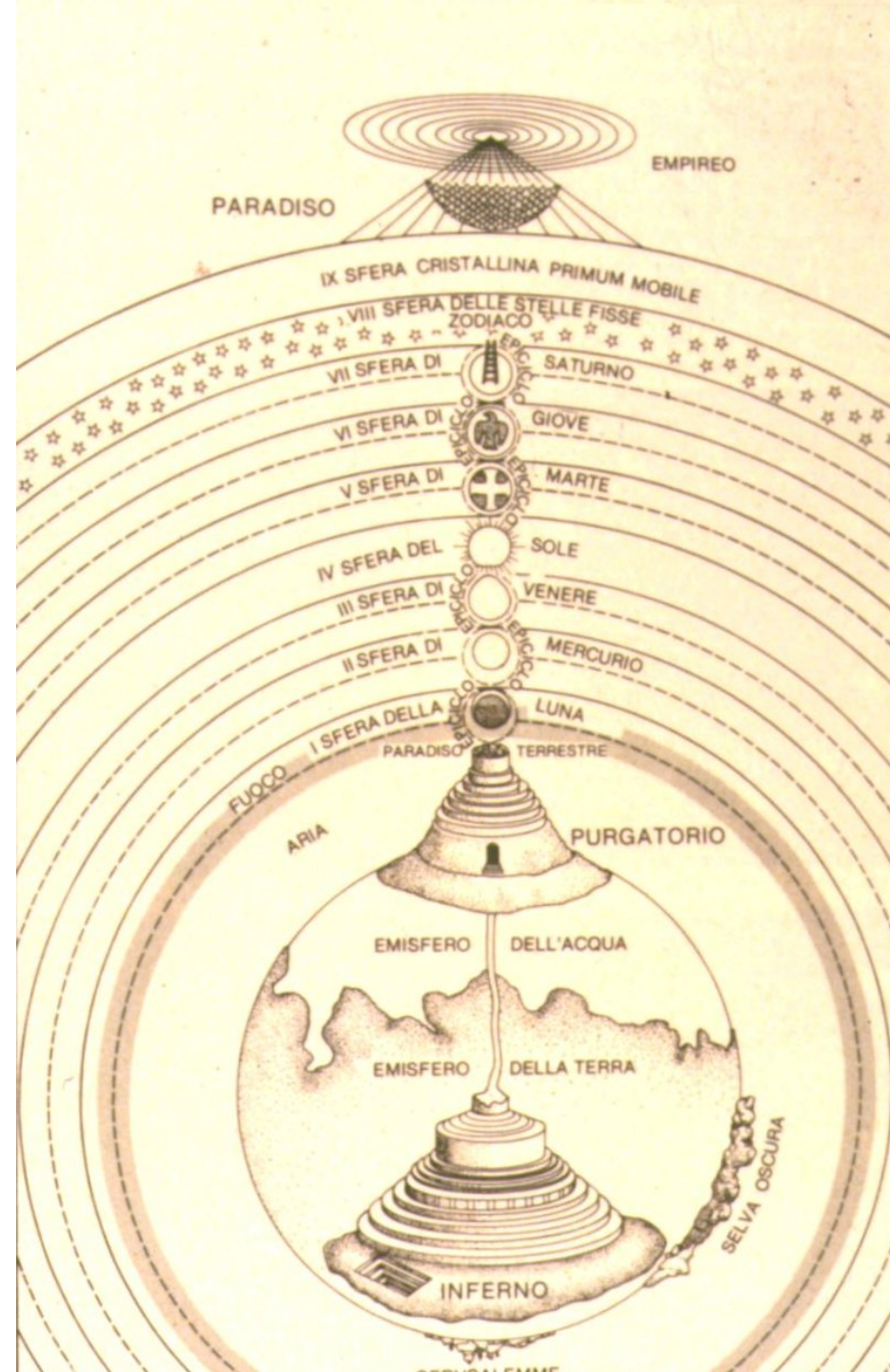
Cambiare il modello
cosmologico (o affermare
il 'principio di inerzia')
avrebbe interferito con la

TEOLOGIA !!



... quel Cosmo che
ritroveremo,
perfettamente 'aristotelico',

nella *Divina Commedia*,
significativo esempio
delle idee cosmologiche
dell'epoca.



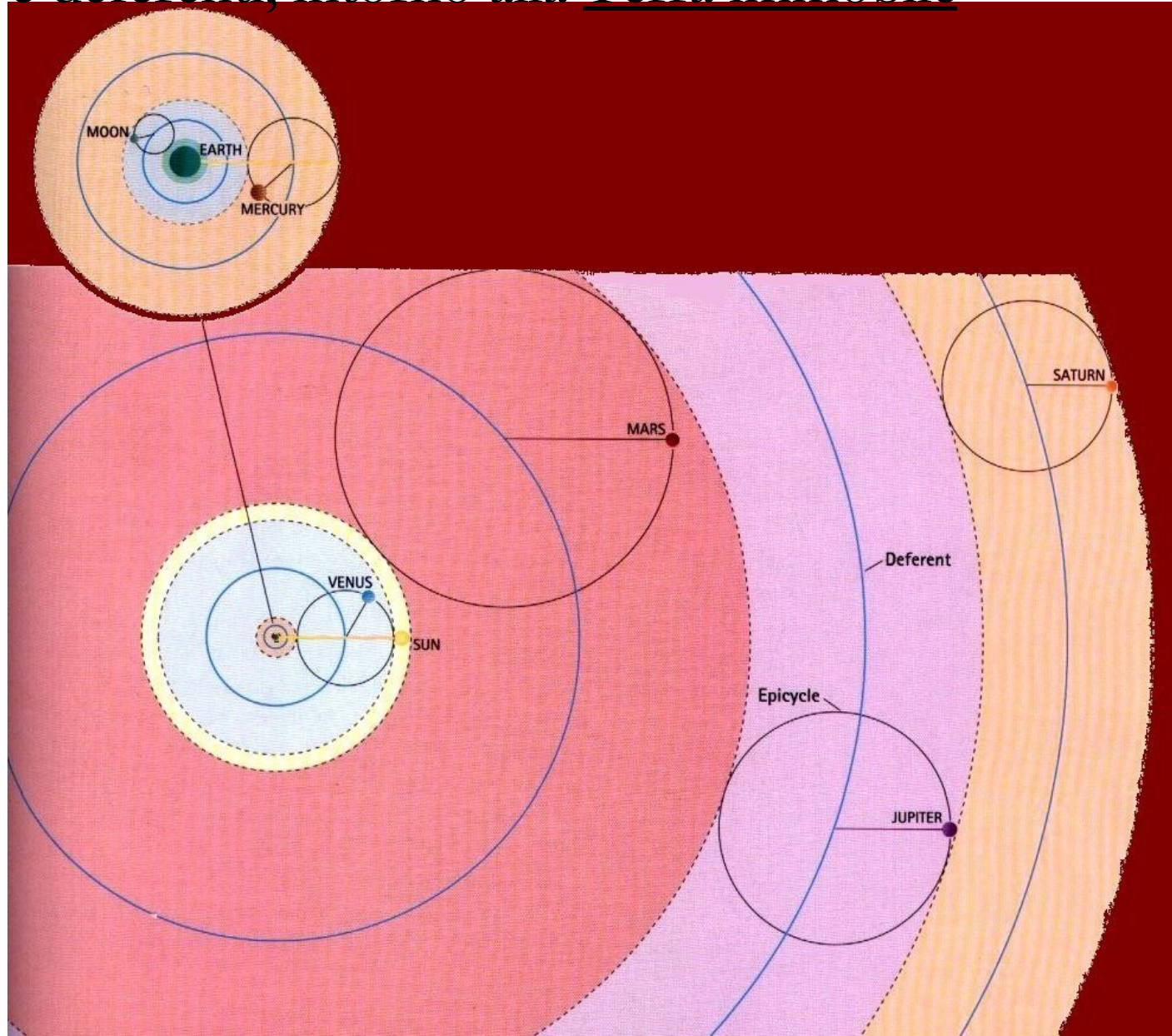
Gli astronomi greci fondarono un falso modello di Universo:

Sole, Stelle e Pianeti in orbita intorno a una Terra fissa, immobile.

Modello "Geocentrico"

Correzioni al modello imperfetto furono introdotte da Tolomeo (gli epicicli) per spiegare i moti retrogradi dei pianeti.

Sole, Luna e pianeti ruotano con moto circolare e uniforme su epicicli e deferenti, intorno alla Terra immobile



Nel XVI secolo **Copernico** costruì un modello di Universo nel quale Terra, Stelle e Pianeti ruotano intorno al Sole; modello “Eliocentrico”
Era semplice e abbastanza accurato ma fu ignorato perché:

Copernico era praticamente sconosciuto

Il modello Eliocentrico sfidava il buon senso

Era un po' meno accurato del modello Geocentrico

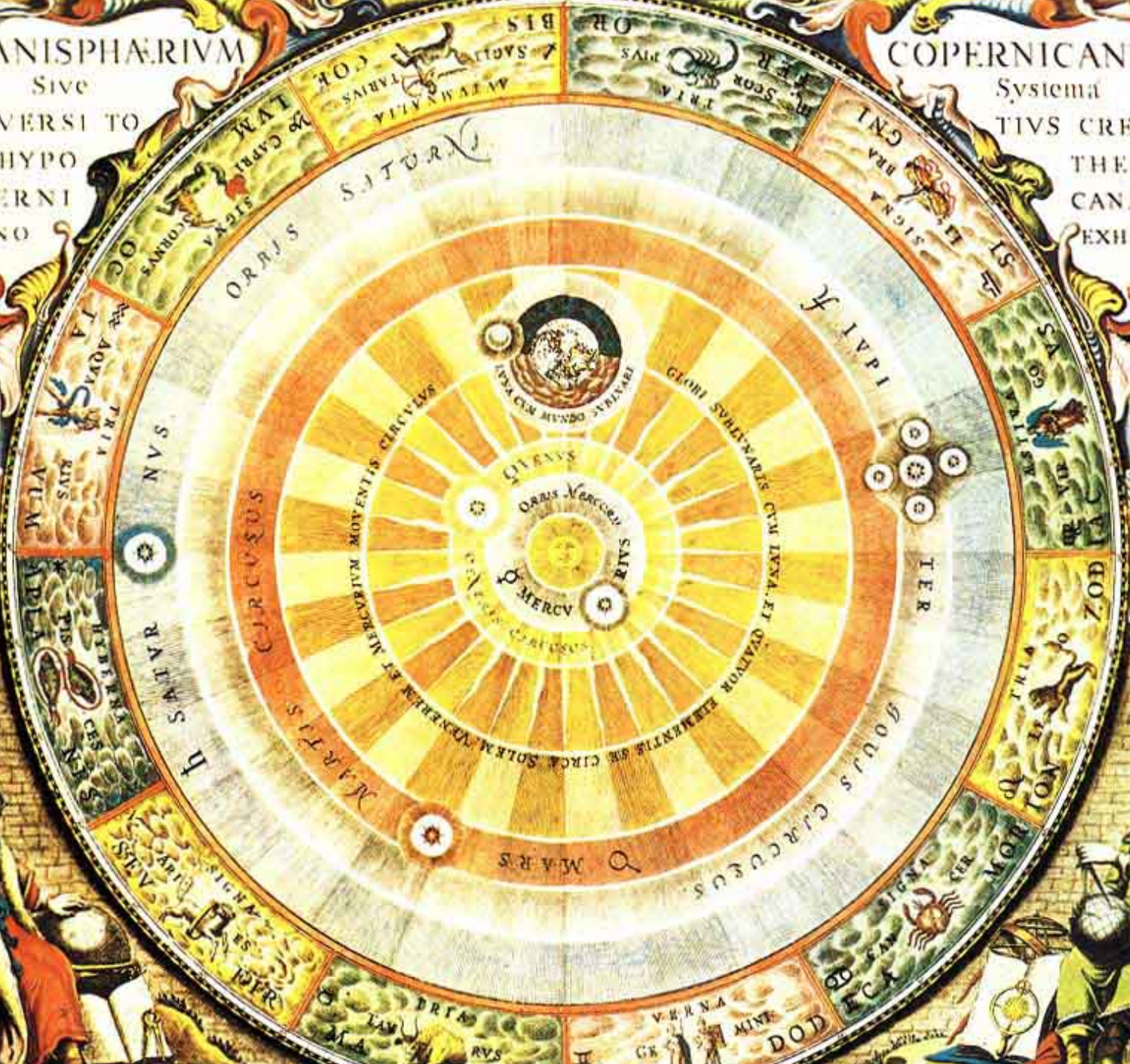
L'ortodossia religiosa e scientifica diffidava delle idee nuove

PLANISPHERIVM

Sive
VNIVERSI TO
EX HYPO
COPERNI
PLANO

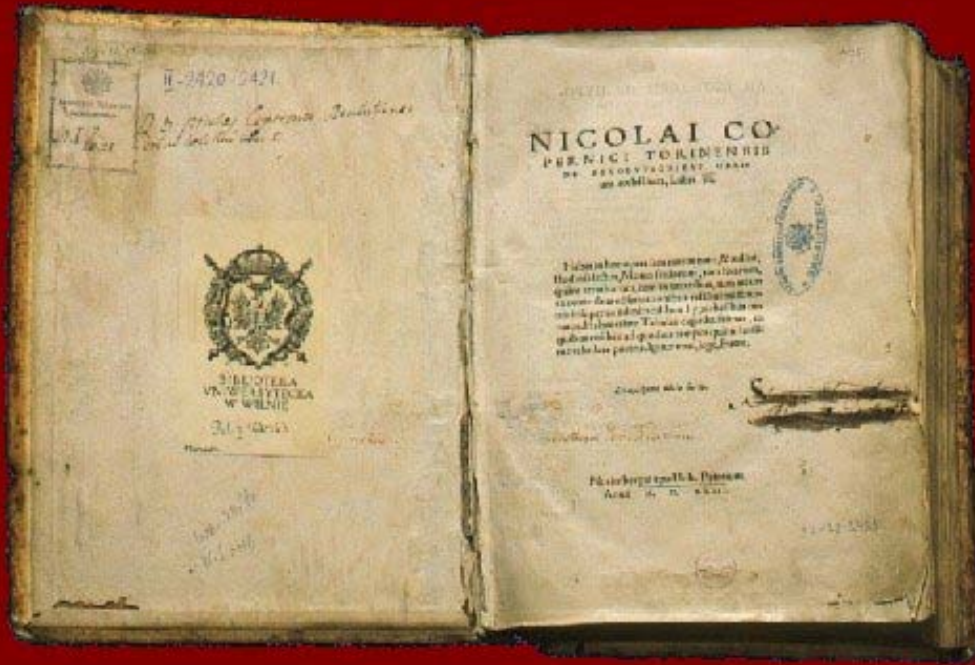
COPERNICANVM

Systema
TIVS CREATI
THESE
CANAN IN
EXHIBITVM





D. Nicolaus Kopperlingk de Thorn



muore nel 1543
dando alla luce il

***De Revolutionibus
Orbium Coelestium
libri VI***



RIVOLUZIONE

dal latino *revolutio*,

da *revolvĕre* = rotolare indietro

allora

RIVOLUZIONE vuol dire

letteralmente

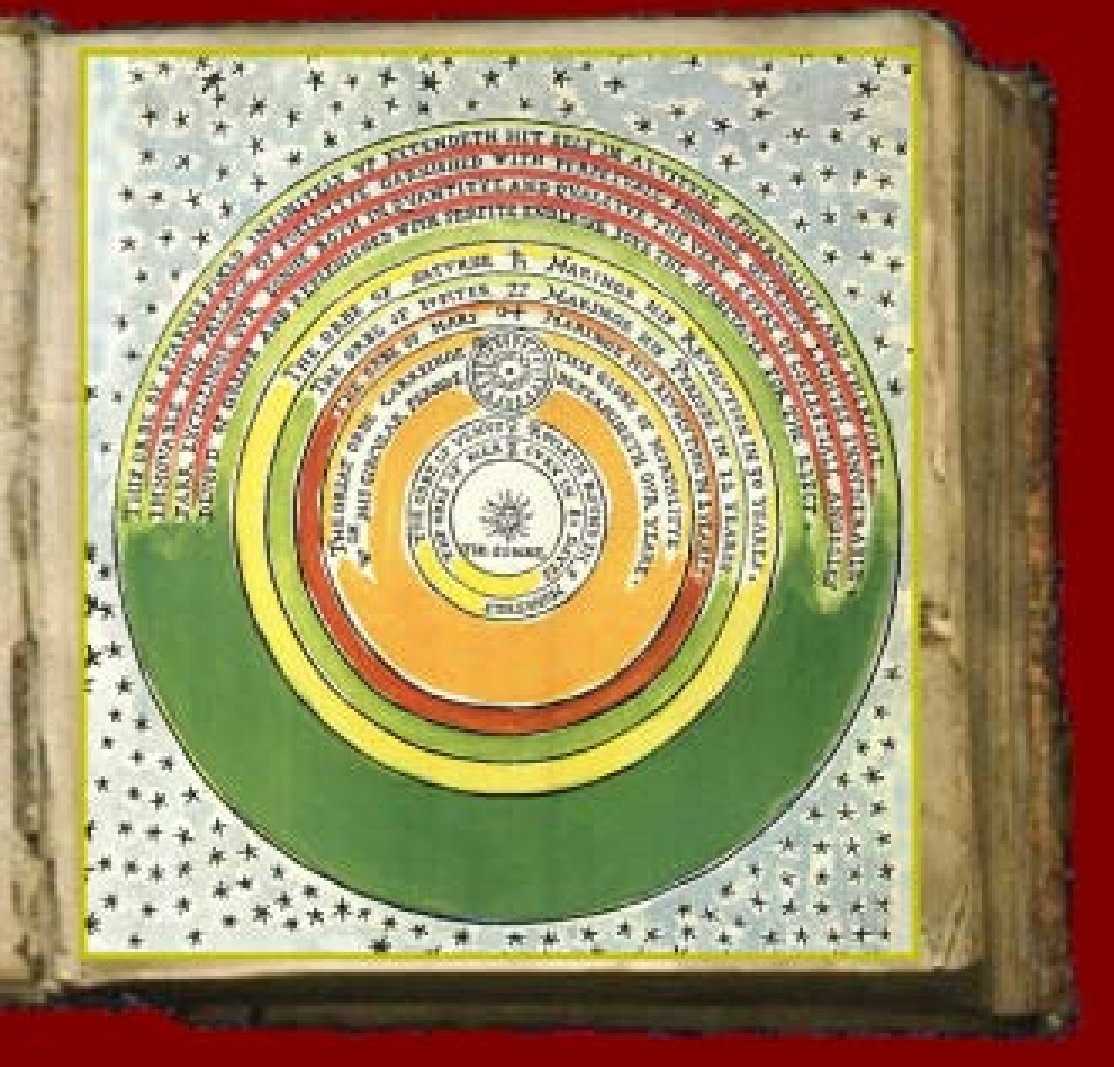
“ritornare indietro”

e come tale è immediato il riferimento al
‘corpo celeste’ che torna al suo punto di
partenza, secondo leggi

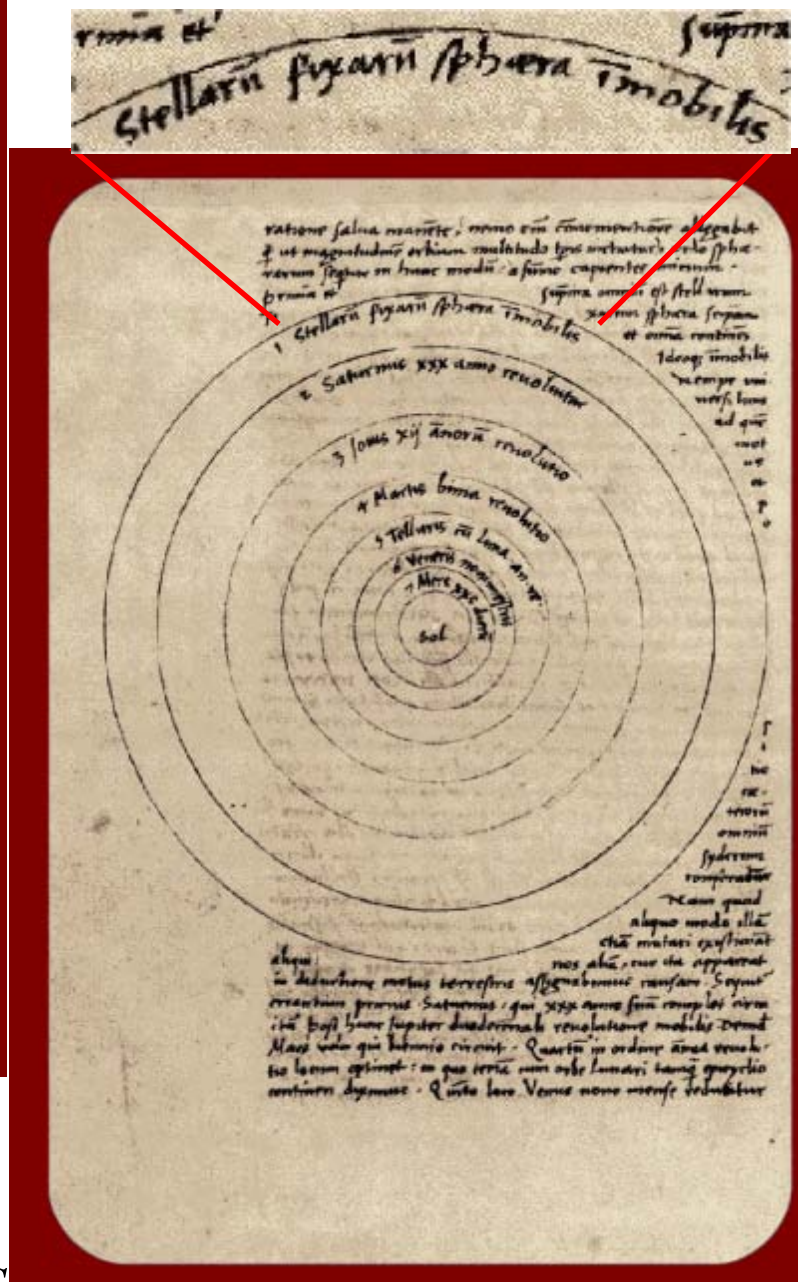
ben precise e non modificabili

nella storiografia della scienza, il termine
“rivoluzione scientifica” si riferisce a
quel periodo (17° sec.) che vide
l’affermarsi della ‘nuova’ fisica
di Galilei e Newton

le cui origini partono dalla
“rivoluzione copernicana”
(16° sec.), con la quale si iniziò la
radicale trasformazione delle antiche
idee cosmologiche di tipo geostatico



Thomas Digges, 1576
A perfit description of the Caelestiall Orbes

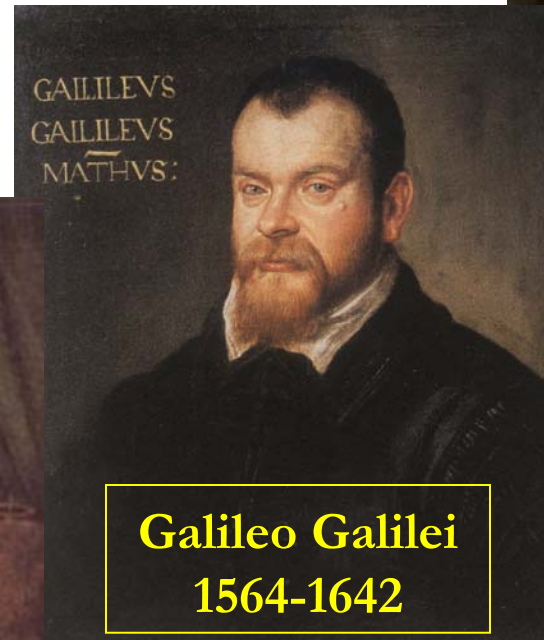


per portare a compimento
la “**RIVOLUZIONE**”
iniziata da Copernico

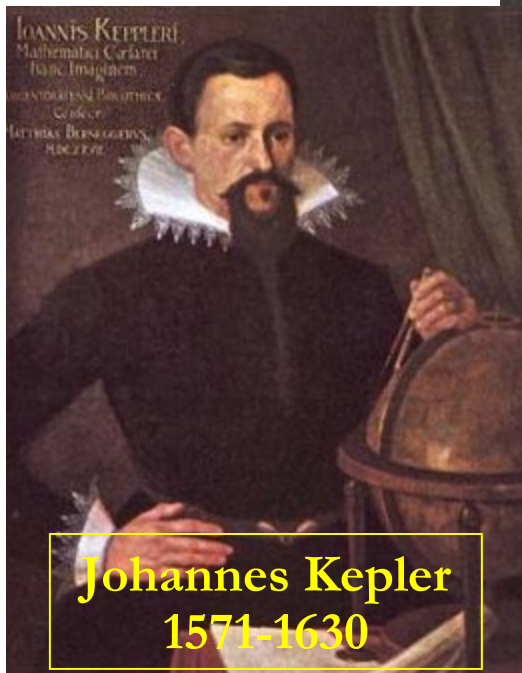


Isaac Newton
1642-1727

si deve attendere il
nuovo secolo e la
comparsa sulla scena
di tre nuovi
personaggi ...

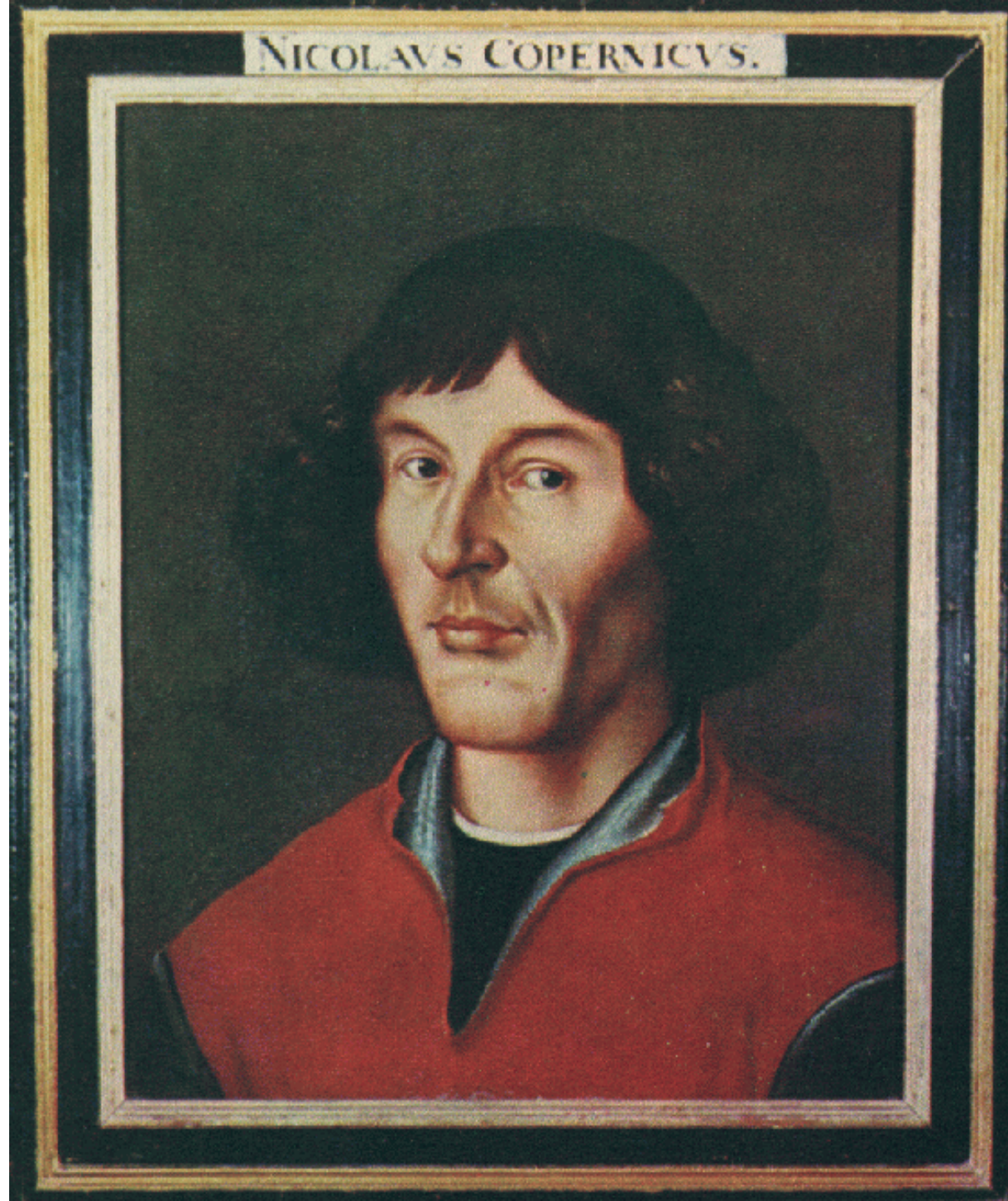


Galileo Galilei
1564-1642



Johannes Kepler
1571-1630

Intuisce che
nell'Universo
di Tolomeo
i conti non
tornano



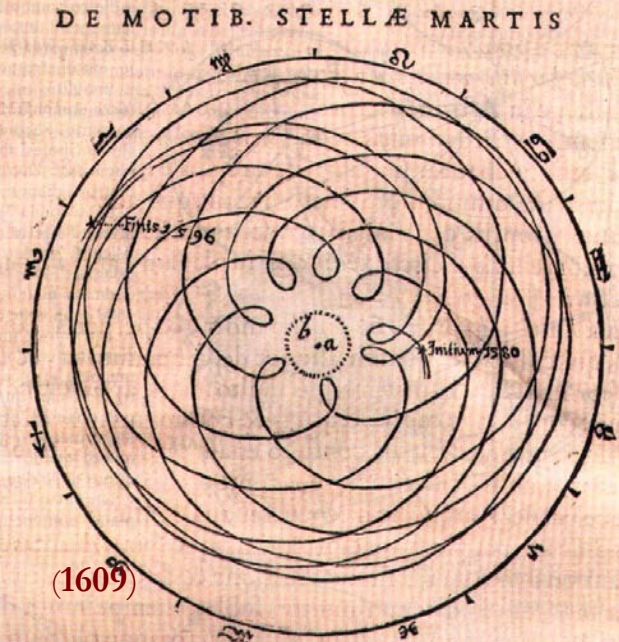
Il modello Eliocentrico venne perfezionato da Keplero utilizzando le misure di Tycho Brahe. Egli dimostrò che le orbite dei pianeti erano leggermente ellittiche e non circolari. Il modello era più semplice ed accurato dei precedenti.

Tycho Brahe 1546-1601





Keplero capì che le orbite sono ellissi

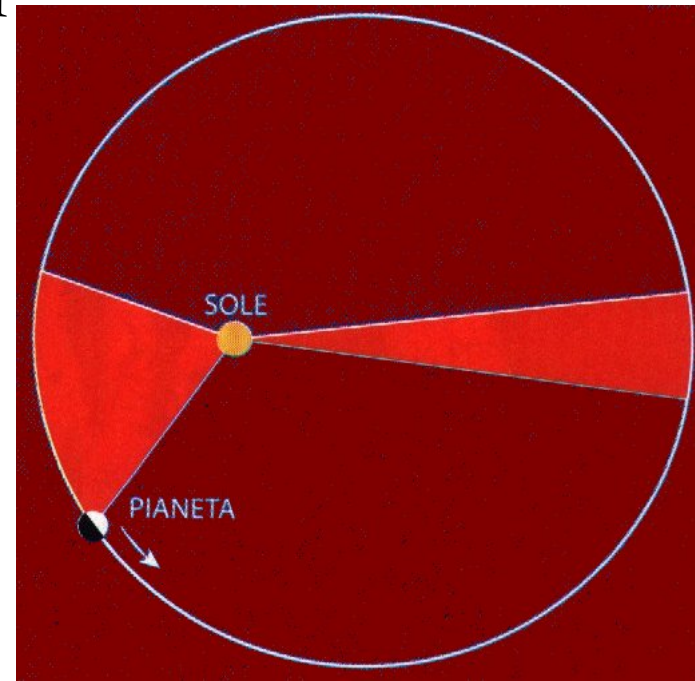


I- le orbite dei pianeti sono ellittiche

II- le aree descritte dai raggi vettori in tempi uguali sono uguali

III- i quadrati dei tempi di rivoluzione sono proporzionali ai cubi dei semiassi maggiori

*“se dal Sole emana una ‘anima motrix’ o una ‘vis’, questa si indebolisce all’aumentare della distanza:
è quindi qualcosa di corporeo!”*



Padova, 1609



1610
 Die 25. Julij: Summo maori Efecto rumpit
 in Jacobi die homines Potuuy primam
 Observari 7^e orientale matuluni cui
 stabant tres Placuis, Medici orientales
 ab ipso in huc ordinem

* * * O
 Die. 29. Julij * * * O * * *
 D. 5. Aug. * * * O * * *
 D. 8. * * * O * * *
 Die. 11. * * * O prox. 2^a adde
 D. 17. * * * O * * *
 D. 20. O * * *
 D. 21. * * * O * * *
 D. 22. * * * O * * *
 D. 24. * * * O * * *
 D. 25. O * * *
 D. 31. * * * O * * *
 D. 7. Septemb. * * * O * * *
 D. 25. Octob. * * * O * * *
 D. 7. Novemb. * * * O * * *
 D. 5. * * * O * * *
 D. 14. H. noctij. 7. * * * O * * *
 D. 15. H. 5. * * * O * * *
 D. 18. H. 5. * * * O * * *
 D. 19. * * * O * * *
 D. 20. H. 5. * * * O * * *
 D. 21. * * * O * * *

79
 D. 30. * * * O * * * orientalis
 D. 2. Decemb. H. 3. * * * O * * *
 D. 3. H. 5. * * * O * * *
 D. 4. H. 5. * * * O * * *
 D. 6. H. 5. * * * O * * *
 D. 7. H. 5. * * * O * * *
 D. 9. H. 5. * * * O * * *
 D. 10. H. 4. * * * O * * *
 D. 12. H. 8. * * * O * * *
 D. 13. H. 3. 30. * * * O. Secunda in 4. c. Bor.
 D. 14. H. 5. 30. * * * O * * *
 D. 19. H. 7. 20. * * * O * * *

La scoperta rivoluzionaria

Ma la differenza la farà Galileo

Che scopre le macchie solari

La rotazione della Terra intorno al Sole

La variabilità dei corpi celesti

con lui iniziano

SIDEREVS
NVNCIVS

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, fuspiciendaque proponens
vnicuique, praefertim vero
PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, qua 3
GALILEO GALILEO
PATRITIO FLORENTINO
Patauini Gymnasij Publico Mathematico

PERSPICILLI
Nuper à se reperi beneficijs sunt obseruata in LE^N, A. F. ACIE, FINIS IN-
Q^U MERIS, LACTEO CIRCVLO, STELLIS NEFFIOLIS,
At prime verò in
QVATVOR PLANETIS
Circa IOVIS Stellam dispositos interualis, atque periodis, ceteris-
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hunc vsq;
diem cognitos, nouissimè Author depen-
hendit primus; atque

MEDICEA SIDERA
NVNCVPANDOS DECREVIT.



VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M D C X.
Superiorum Permissu, & Fratribus.

1610

DISCORSI
E
DIMOSTRAZIONI

MATEMATICHE,

intorno à due nuoue scienze

Attenenti alla

MECANICA & I MOVIMENTI LOCALI,

del Signor

GALILEO GALILEI LINCEO,

Filosofo e Matematico primario del Serenissimo
Grand Duca di Toscana.

Con vna Appendice del centro di gravità à alcuni Solidi.



IN LEIDA,

appresso gli Elsevirii. M. D. C. XXXVIII.

1638

DIALOGO

D I

GALILEO GALILEI LINCEO

MATEMATICO SOPRAORDINARIO

DELLO STUDIO DI PISA.

E Filosofo, e Matematico primario del

SERENISSIMO

GR. DVCA DI TOSCANA.

Doue ne i congressi di quattro giornate si discorre
sopra due

MASSIMI SISTEMI DEL MONDO
TOLEMAICO, E COPERNICANO,

Propoñendo indetermiratamente le ragioni Filosofiche, e Naturali
tanto per l'vna, quanto per l'altra parte.

CON PRI



VILEGI.

IN FIRENZA, Per Gio:Batista Landini MDCXXXII.

CON LICENZA DE' SUPERIORI.

1632



1623

La legge di gravitazione universale



1687

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA

Auctore JS. NEWTON, Em. Coll. Cantab. Soc. Matheseos
Professore Lectionis, & Societatis Regiæ Sociis.

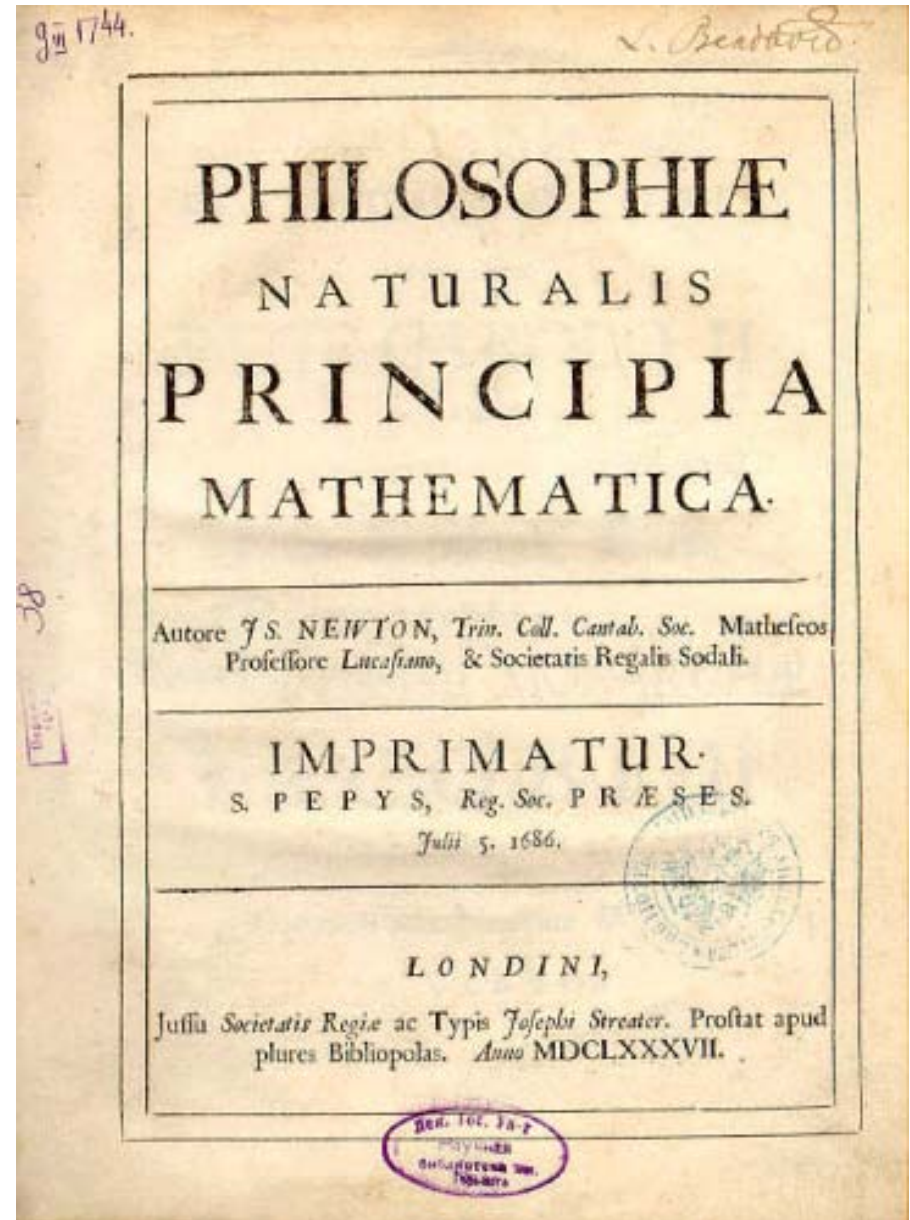
IMPRIMATUR.
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Juli 5. 1687.

LONDINI.
Jussu Societatis Regiæ ac Typis J. Streateri, Prolatæ Venerabilis
Camerariorum, summi ad impressum Principis Palatii in Curia
D. Pauli, ab officio successit. Anno MDCLXXXVII.

$$F = -G \frac{M_1 M_2}{R^2}$$

... infine, la nuova fisica,
enunciata nel 1687 da
Newton nei *Philosophiæ
Naturalis Principia Mathematica*,
consentì di fornire una solida
base alla realtà di un sistema
eliocentrico:

L'Universo diventa
uno solo e la scienza
può studiarlo nella
sua interezza ...



I primi modelli di Universo
sono matematici

Il moto dei corpi celesti è
meccanico

L'Universo è statico ed eterno