

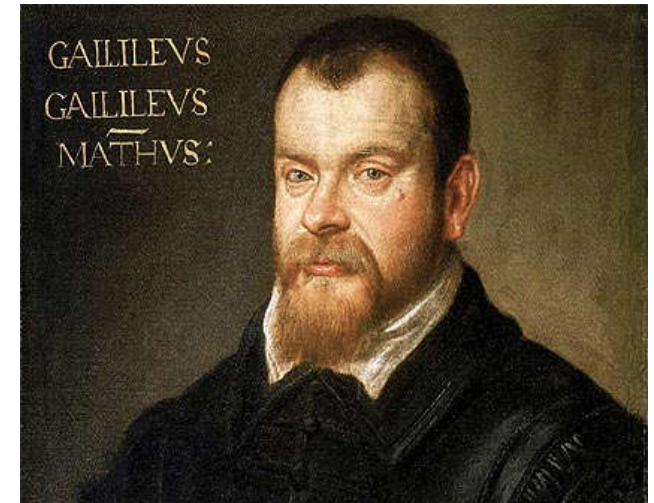
Galileo Galilei

- Ha introdotto il metodo scientifico: non una «metafisica» ma una attenta, scrupolosa, sistematica e progettata osservazione della natura.
- L'osservazione fatta via esperimenti semplici e ripetibili
- Completata con un ragionamento che tende di eliminare i fattori secondari (cioè diventa un ragionamento *astratto*).
- In questo modo Galileo ha creato un metodo, che oggi tutte le scienze, dalla biologia a psicologia vorrebbero applicare.
- Presto, presto, la descrizione a parole di Galileo fu completata con formule matematiche: «La natura si descrive con la matematica»

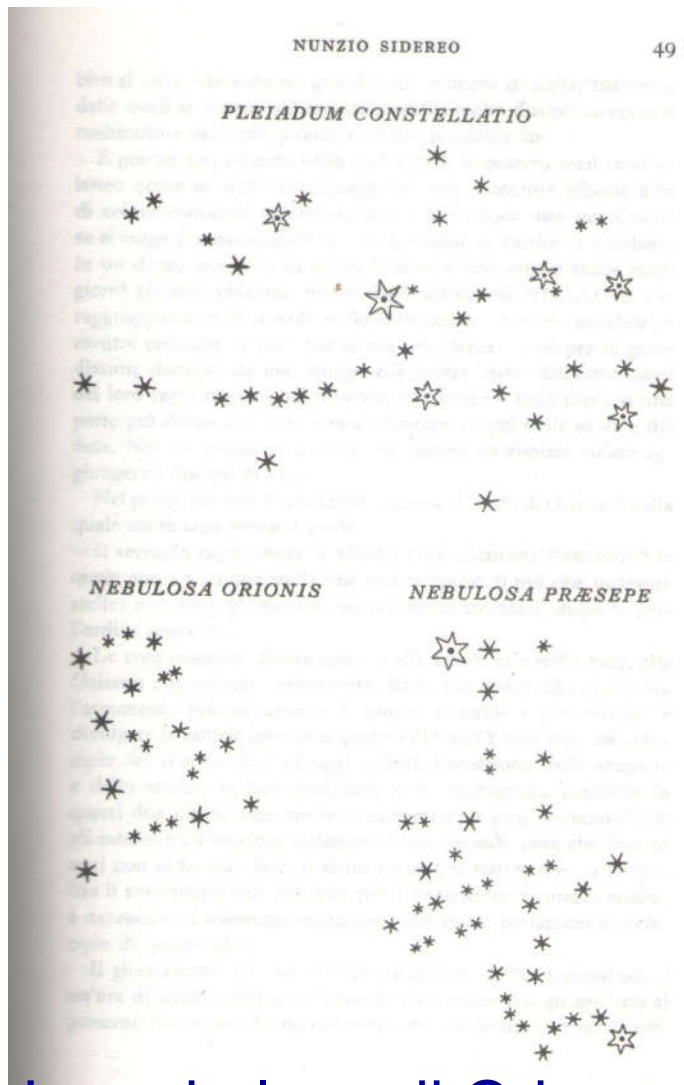
Galileo, parte II

«La terra è salita al cielo con il cannocchiale di Galileo»*

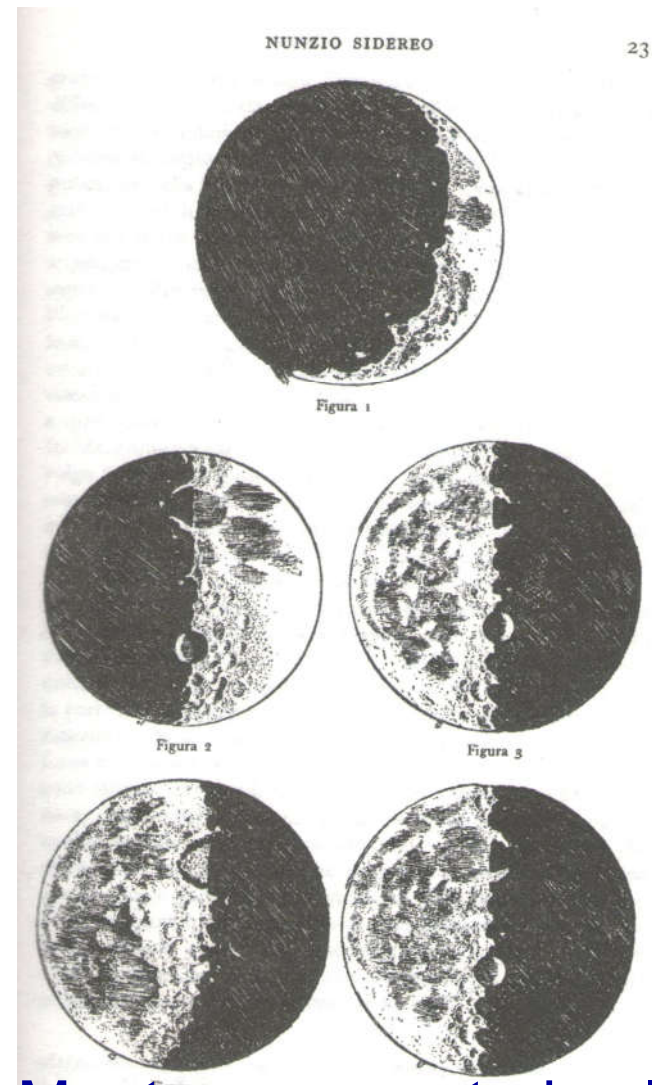
Grzegorz Karwasz
Divisione della Didattica di Fisica
Università di Nicolao Copernico
Toruń, Polonia



«Sidereus Nuntius»



La nebulosa di Orione



Montagne e crateri sulla Luna !
Fatta della stessa materia che Terra?

Luna: cratere Copernico



La Terra dista dalla Luna solo 380 mila km (364-404 mila km),
cioè appena 10 lunghezze della sua circonferenza.
Si può dire, che Terra-Luna sono un sistema doppio (binario)

Camminando sulla Luna



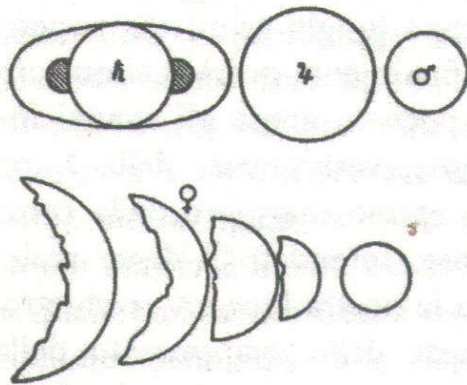
I wa strolling on the Moon one day,
on the very nice December, no! in May
To much of my surprise

Passo da canguro



Guardando i pianeti

per grandissimo. Quando noi abbiamo detto che il telescopio spoglia le stelle di quello irraggiamento, abbiamo voluto dire ch'egli opera intorno a loro in modo che ci fa vedere i lor corpi terminati e figurati come se fossero nudi e senza quello ostacolo che all'occhio semplice asconde la lor figura. È egli vero, signor Sarsi, che Saturno, Giove, Venere e Marte all'occhio libero non mostrano tra di loro una minima differenza di figura, e non molto di grandezza seco medesimi in diversi tempi? e che coll'occhiale si veggono, Saturno come appare nella presente figura, e Giove



e Marte in quel modo sempre, e Venere in tutte queste forme diverse? e, quel ch'è più meraviglioso, con simile diversità di grandezza? sì che cornicolata mostra il suo disco 40 volte maggiore che rotonda, e Marte 60 volte quando è perigeo che quando è apogeo, ancor che all'occhio libero non si mostri più che 4 o 5? Bisogna

che risponciate di sì, perché queste son cose sensate ed eterne, sì che non si può sperare di poter per via di sillogismi dare ad intendere che la cosa passò altrimenti. Or, l'operare col tele-

Ori. * * ○ * * Occ.

erantque ambæ satis conspicuæ; reliquæ duæ Iovi erant vicinissimæ, et admodum exiguæ, præsertim orientalis, quæ a Iove distabat min. 0, sec. 40; occidentalis vero, min. 1. Hora vero quarta, Stellula, quæ Iovi erat proxima ex oriente, amplius non apparebat.

Die decimatertia, hora 0, min. 30, duæ Stellæ apparebant ab ortu,

Ori. * * ○ ** Occ.

duæ insuper ab occasu. Orientalis ac Iovi vicinior, satis perspicua, distabat ab eo min. 2; ab hac orientior, minus apparens, aberat min. 4. Ex occidentalibus, remotior a Iove, conspicua valde, ab eo dirimebatur min. 4; inter hanc et Iovem intercidebat Stellula exigua ac occidentaliori Stellæ vicinior, cum ab ea non magis abesset min. 0, sec. 30. Erant omnes in eadem recta secundum Eclipticæ longitudinem ad unguem.

Die decimaquinta (nam decimaquarta Cælum nubibus fuit obductum), hora prima, talis fuit astrorum positus:

Ori. * ** ○ Occ.

tres nempe erant orientales Stellæ, nulla vero cernebatur occidentalis: orientalis Iovi proxima distabat ab eo min. 0, sec. 50; sequens ab hac aberat min. 0, sec. 20, ab hac vero orientior min. 2; eratque reliquis maior; viciniores enim Iovi erant admodum exiguæ. Sed, hora proxime quinta, ex Stellis Iovi proximis una tantum cernebatur, a

Ori. * * ○ Occ.

Iove distans min. 0, sec. 30; orientioris vero elongatio a Iove adaucta erat; fuit enim tunc min. 4. At, hora sexta, præter duas, ut modo dictum est, ab oriente constitutas, una versus occasum cernebatur Stellula, admodum exigua, a Iove remota min. 2.

Ori. * * ○ * Occ.

Giove e suoi quattro satelliti (pianeti Medicei, Galileo, 1610)



Io, Europa,
Ganimede,
Callisto.

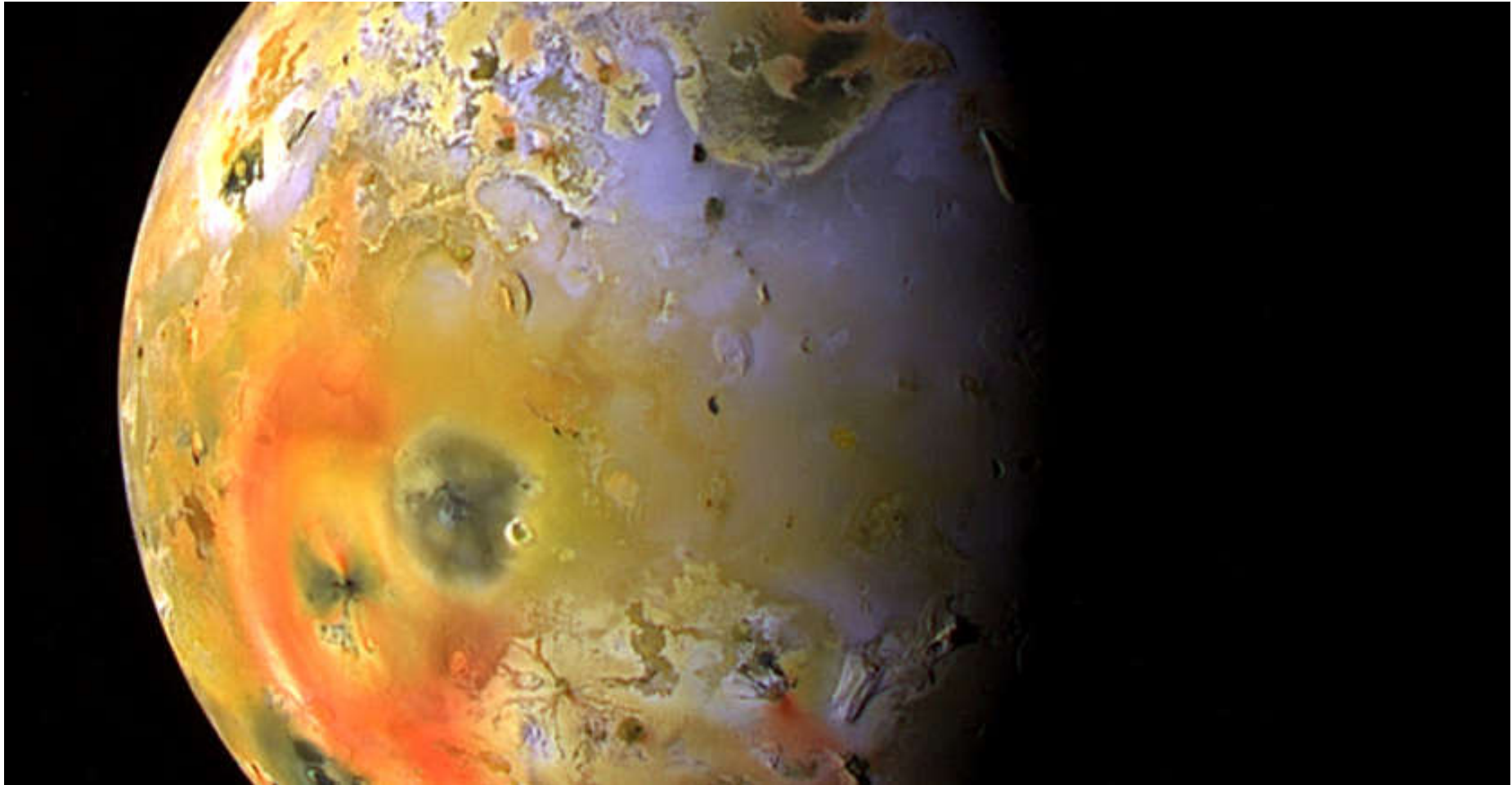
Perfettamente
allineati, sono
come un piccolo
sistema planetario,
che cambia ogni
notte

I periodi di rotazione sono in risonanza: 1:2:4: (10)

Il periodo di rotazione dell'io è di 1,77 giorni.

Si possono vedere con un binocolo: a parte le righe spettrali
dell'elio (He) è il quadro più bello della Natura

Io: i geysers di km altezza di zolfo liquido



Il corpo (pianeta/ satellite) geologicamente più attivo nel Sistema Solare: 300 vulcani, geysers alti anche 500 km. Temperatura sulla superficie fino a 2000°C.

Europa: coperta di acqua ghiacciata



Lo strato di ghiaccio, di spessore di 600 (?) km.
Sotto, magari, un oceano di acqua liquida,
e al centro un nucleo roccioso?

Ganimede: il satellite più grande nel sistema Solare



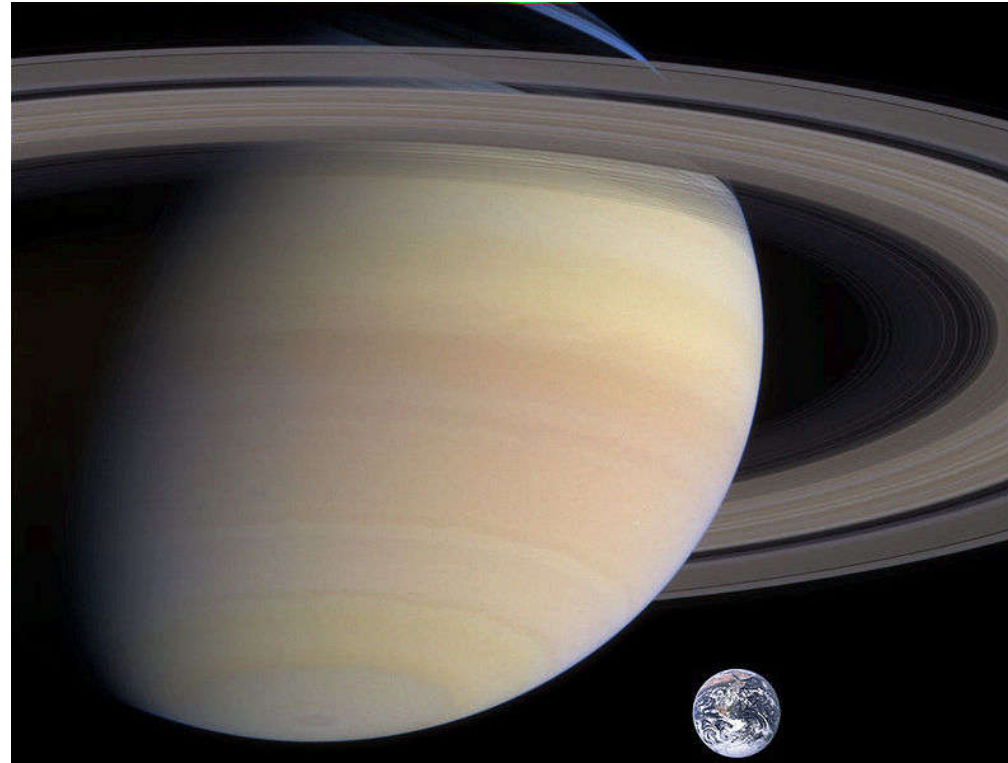
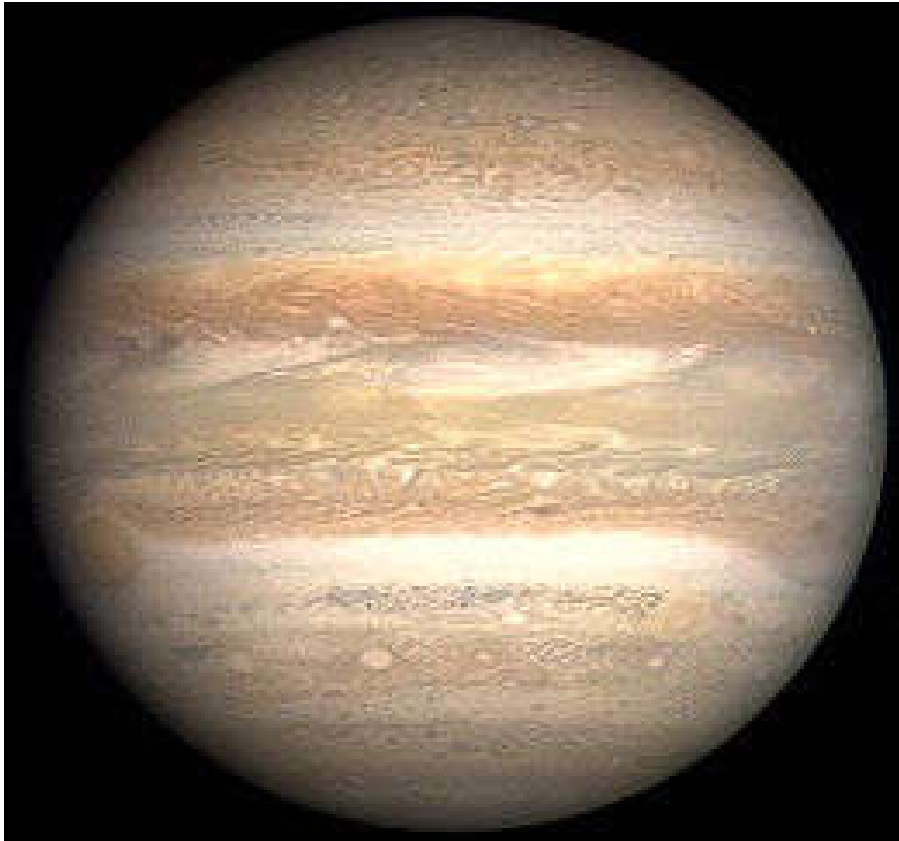
Più grande del Mercurio, fatto di ghiaccio (H_2O) e rocce (silicati) molto antichi (4 mld di anni) .

Calisto: massacrato dalla pioggia di meteoriti



Il terzo per grandezza satellite nel Sistema Solare.
Non è da escludere la presenza dell'oceano di acqua nel sottosuolo,
(e della vita?)

Saturno, un altro gigante, protettore

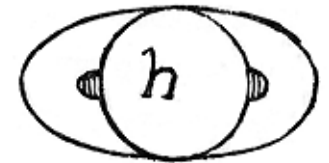


9 volte più grande della Terra, ma 'solo' 95 più massiccio

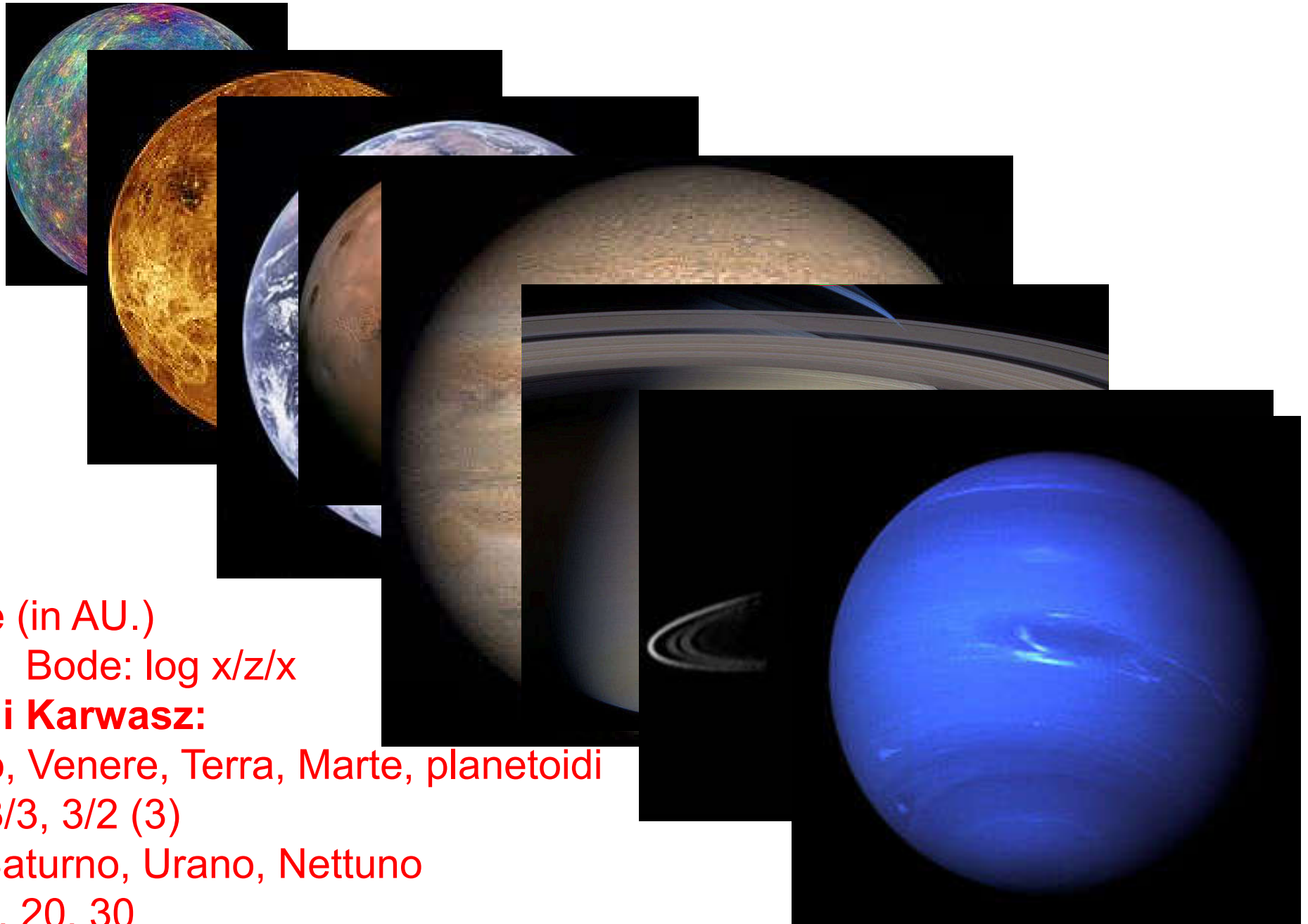
Densità media $0,7 \text{ g/ cm}^3$. Caldo all'interno $> 11.700 \text{ }^\circ\text{C}$

Dista 10 AU dal Sole

Notato da Galileo, come un pianeta con un capello («Il Saggiatore»)



Nettuno, visto probabilmente da Galileo, è un pianeta 'calcolato' da matematici



Distanze (in AU.)

Legge di Bode: $\log x/z/x$

Legge di Karwasz:

Mercurio, Venere, Terra, Marte, planetoidi

$3/8, 3/4, 3/3, 3/2$ (3)

Giove, Saturno, Urano, Nettuno

(3) 5, 10, 20, 30

Galileo: isocronismo del pendolo

Belli orologi medioevali, non erano tanto precisi



<https://www.barcelo.com/guia-turismo/en/czech-republic/praga/things-to-do/astronomical-clock-prague/>

<https://www.gdansk.pl/download/2019-11/138309.jpg>

Bisognava aspettare il grande Galileo


- Lui, probabilmente annoiandosi alla lezione universitaria a Pisa, (non si laureò mai, ma qualche anno dopo tornò a Pisa da professore universitario di matematica) notò che il grande candelabro appeso al soffitto, oscillava lentamente.



Misurando con il proprio battito cardiaco, si accorse che il periodo di queste oscillazioni **non dipende dalla loro ampiezza**. Così, fu inventata la moderna 'pendola'.

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}}$$

Possiamo riconoscere un moto «assoluto»?



A periodic table of elements is shown, with several elements highlighted in red and blue. The highlighted elements include: K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Se, Br, Kr, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Tc, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Xe, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Im, Yb, Lu, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt, Au, Hg, Tl, Pb, Bi, Po, At, Rn, Fr, Ra, Ac, Th, Pa, U, Np, Pu, Am, Cm, Bk, Cf, Es, Fm, Md, No, Lr.



Principio di relatività

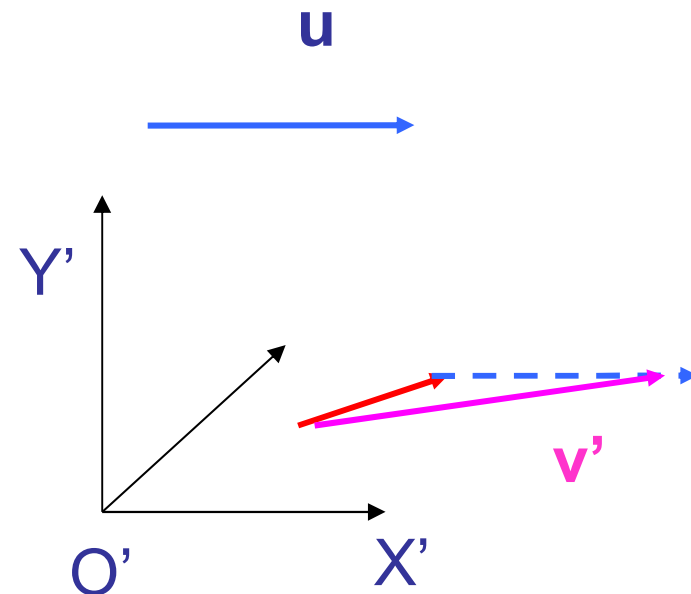
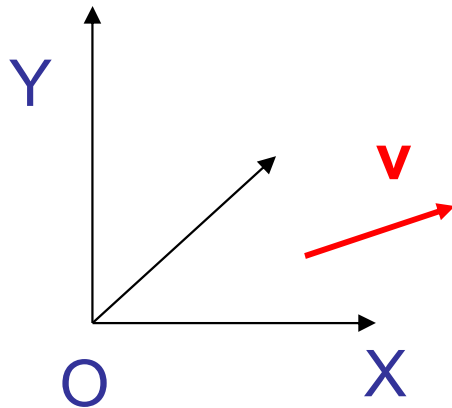
- «Rinserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animaletti volanti: siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; suspendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vada versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca che sia posto a basso; e stando ferma la nave, osservate diligentemente come quelli animaletti volanti con pari velocità vanno verso tutte le parti della stanza. [..]
- Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia mentre il vascello sta fermo non debbano succedere così: fate muovere la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur di moto uniforme e non fluttuante in qua e in là) voi non riconoscerete una minima mutazione in tutti li nominati effetti; né da alcuno di quelli potrete comprendere se la nave cammina, o pure sta ferma.»

Dialoghi sopra due massimi sistemi del mondo

«Ci allontaniamo dal porto, terre e città retrocedendo» (*Eneide*, III, 72)

Trasformazioni di Galileo

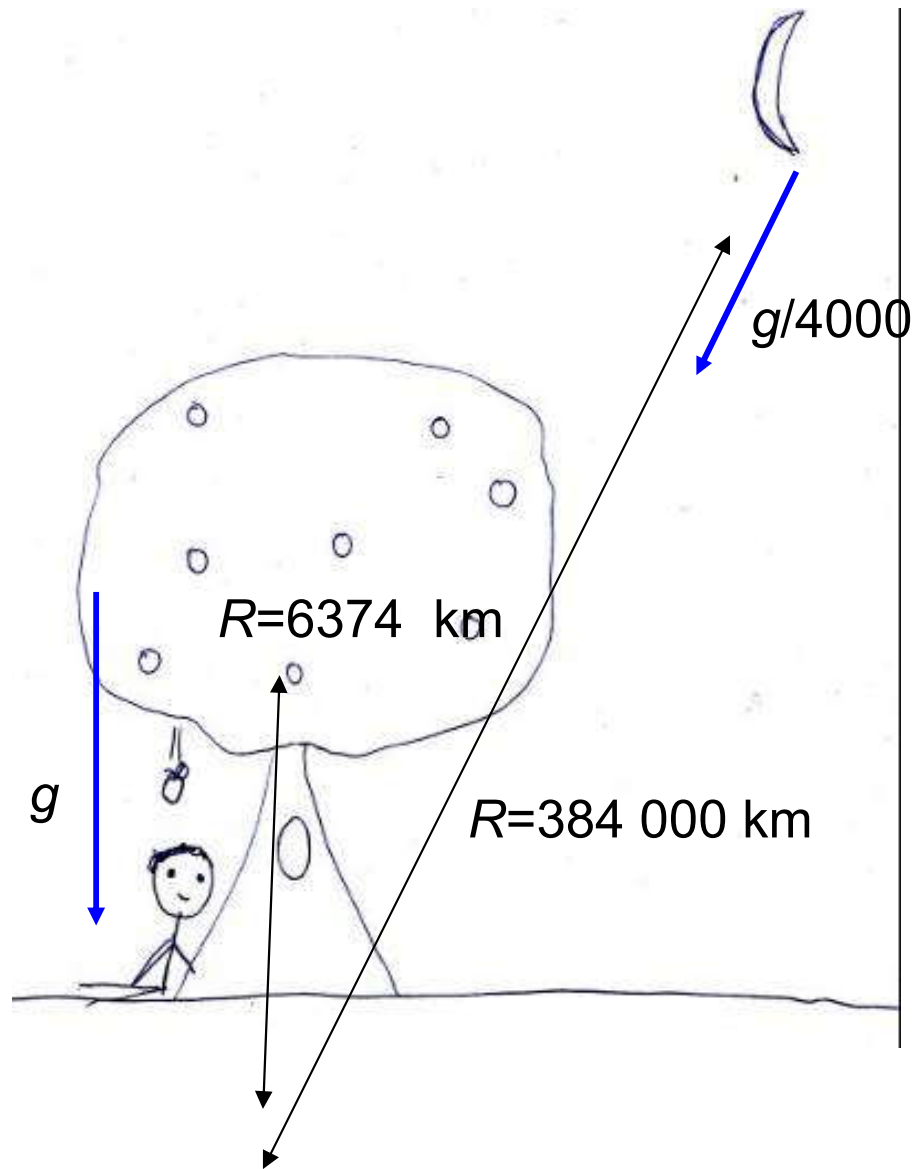
$$\mathbf{v}' = \mathbf{v} + \mathbf{u}$$



Einstein:

Tutti gli osservatori che si muovono con la costante velocità sono equivalenti

Newton: la Luna cade in continuazione verso la Terra



All objects (on Earth) fall
with the same *acceleration* g

Moon is more distant
so it falls with $g/4000$
(one orbit in 28 days)



Congratulations to 김예진 & 고다현



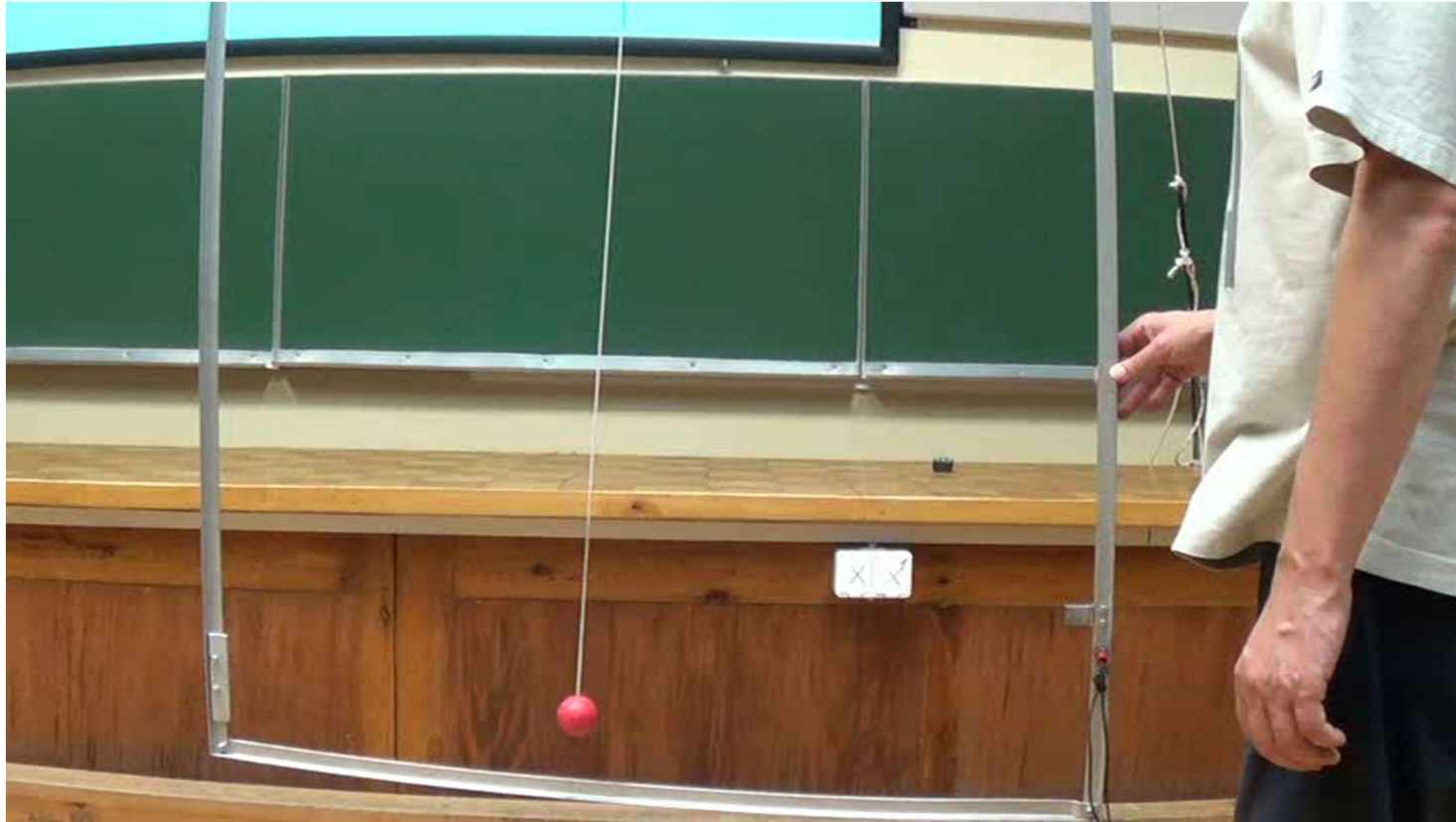
Congratulations to 김예진 & 고다현

You are right!

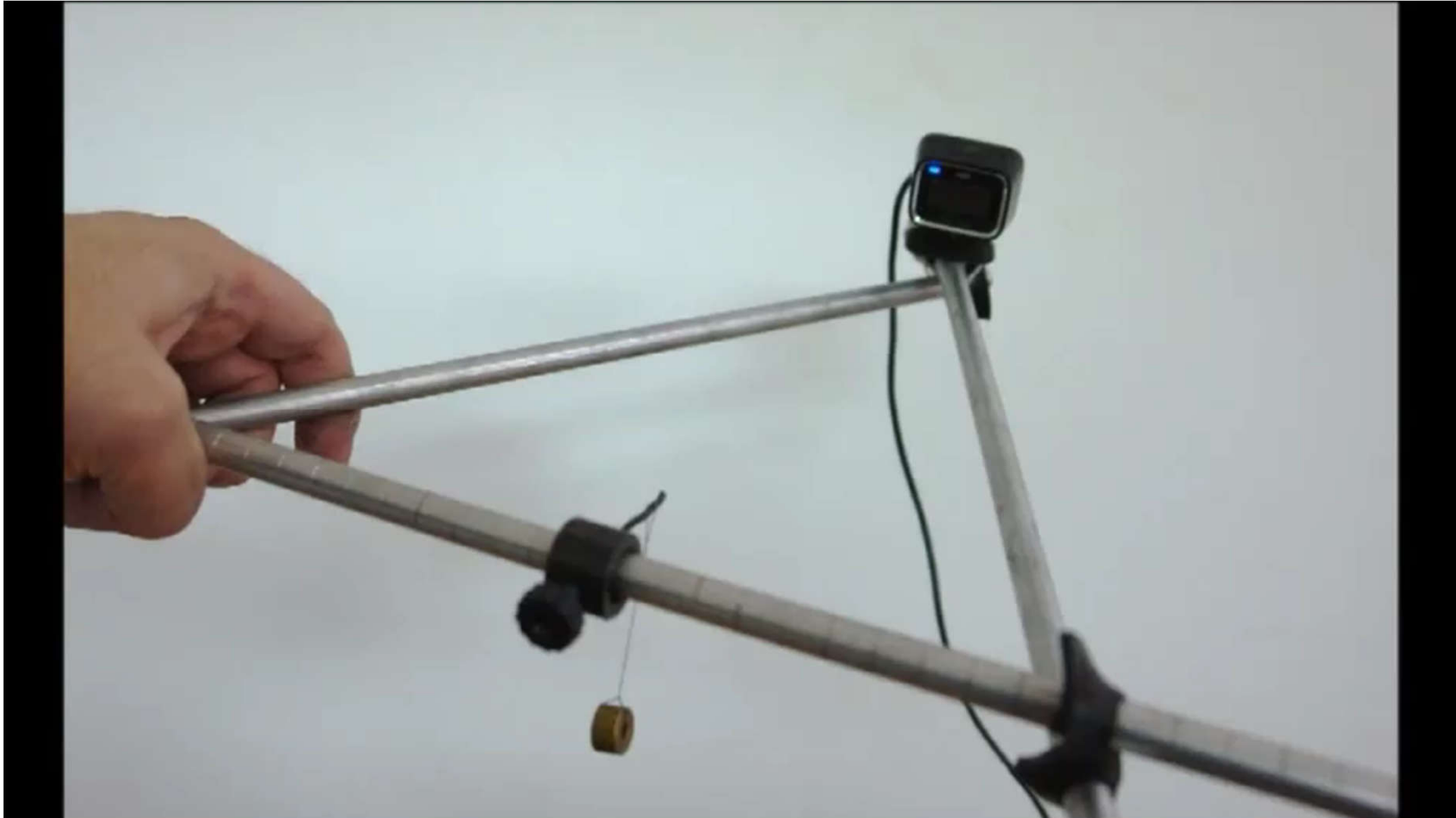
[Czytaj dalej](#)

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/591

Il sistema di riferimento (immobile)

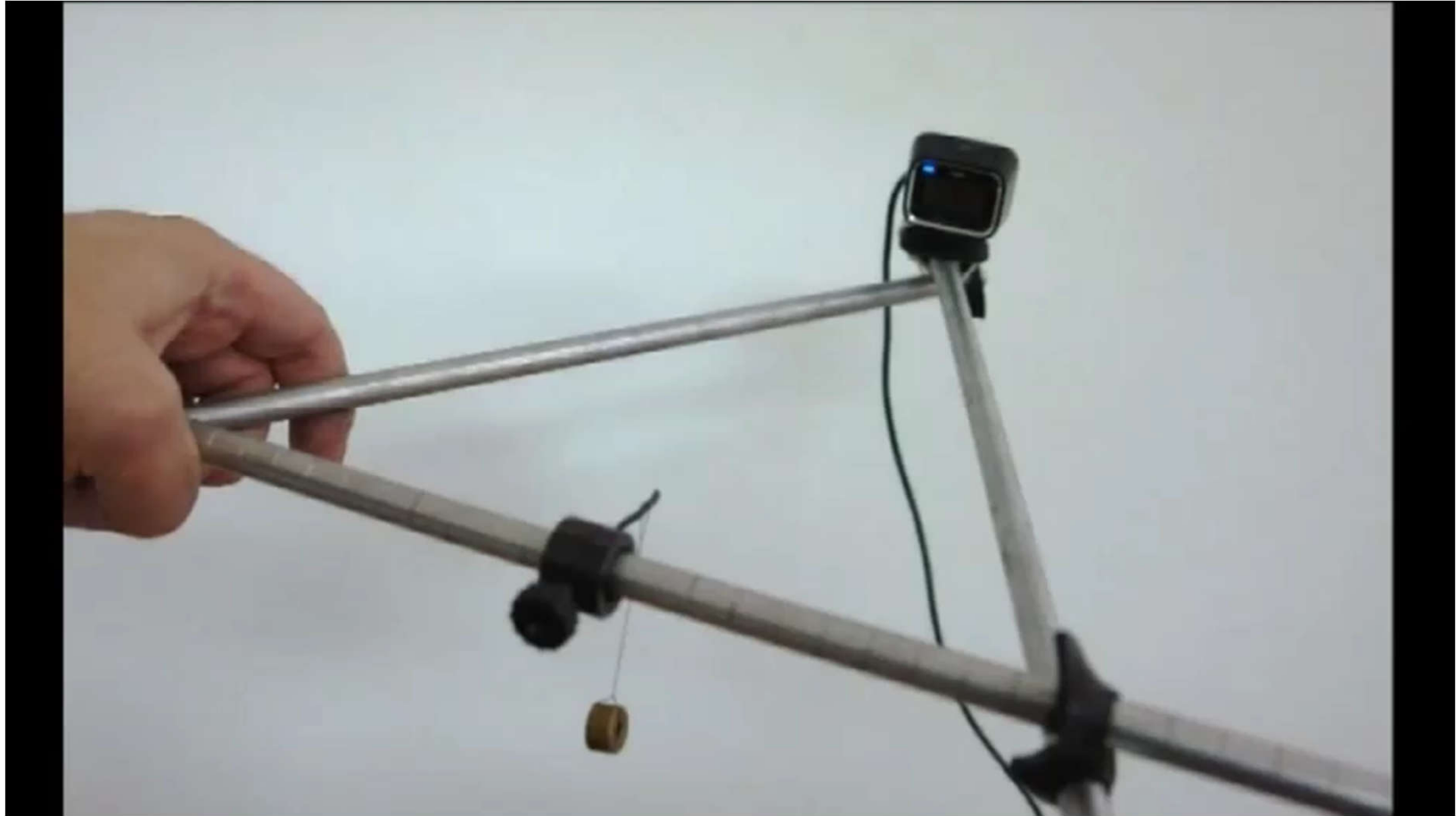


Il sistema di riferimento (in caduta libera)



Idea & foto mgr K. Sluzewski

Il sistema di riferimento (in caduta libera)



«Con la fede di Galileo la terra e il
Cielo si sono accordati»*



Grzegorz Karwasz
Divisione della Didattica di Fisica
Università di Nicolao Copernico
Toruń, Polonia

*G. Karwasz, Torun, 26/10/2022

Scrittura Sacra e la natura

«Stante, dunque, che la Scrittura in molti luoghi è non solamente capace, ma necessariamente bisognosa d'esposizioni diverse dall'apparente significato delle parole, mi par che nelle dispute naturali ella dovrebbe esser riserbata nell'ultimo luogo: perché, procedendo di pari dal Verbo divino la Scrittura Sacra e la **natura**, quella come dettatura dello Spirito Santo, e questa **come osservantissima esecutrice de gli ordini di Dio**; ed essendo, di più, convenuto nelle Scritture, per accomodarsi all'intendimento dell'universale, dir molte cose diverse, in aspetto e quanto al significato delle parole, dal vero assoluto; ma, all'incontro, essendo la natura inesorabile e immutabile e nulla curante che le sue recondite ragioni e modi d'operare sieno o non sieno esposti alla capacità de gli uomini, per lo che ella non trasgredisce mai i termini delle leggi imposteli;

Galileo Galilei: Lettera a Benedetto Castelli (1613)

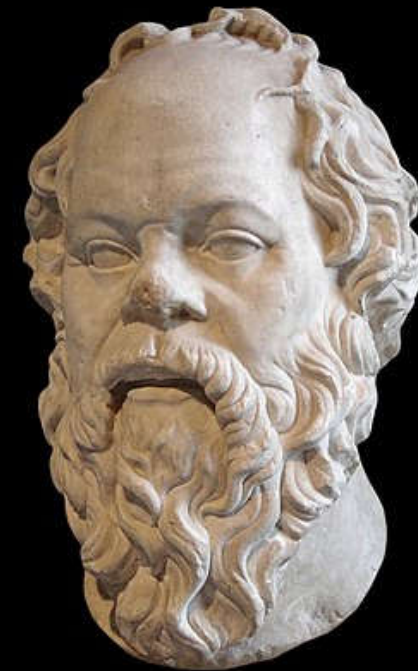
«natura, come osservantissima esecutrice de gli ordini di Dio»

; pare che quello de gli effetti naturali che o la sensata esperienza ci pone innanzi a gli occhi o le necessarie dimostrazioni ci concludono, non debba in conto alcuno esser revocato in dubbio per luoghi della Scrittura ch'avesser nelle parole diverso sembiante, poi che non ogni detto della Scrittura è legato a obblighi così severi com'ogni effetto di natura. Anzi, se per questo solo rispetto, d'accomodarsi alla capacità de' popoli rozzi e indisciplinati, non s'è astenuta la Scrittura d'adombrare de' suoi principalissimi dogmi, attribuendo sino all'istesso Dio condizioni lontanissime e contrarie alla sua essenza, chi vorrà asseverantemente sostenere che ella, posto da banda cotal rispetto, nel parlare anco incidentemente di Terra o di Sole o d'altra creatura, abbia eletto di contenersi con tutto rigore dentro a i limitati e ristretti significati delle parole?

I limiti del nostro sapere

La Terra, per quanto sia grande la sfera, nient'è rispetto alla grandezza del cielo, di cui limiti non sappiamo, e probabilmente saper neanche *non possiamo* ...

Nicolaus Copernicus, *De revolutionibus*, Norimberga, 1543



So, che non so niente
(Socrate 470-399 a.C)