

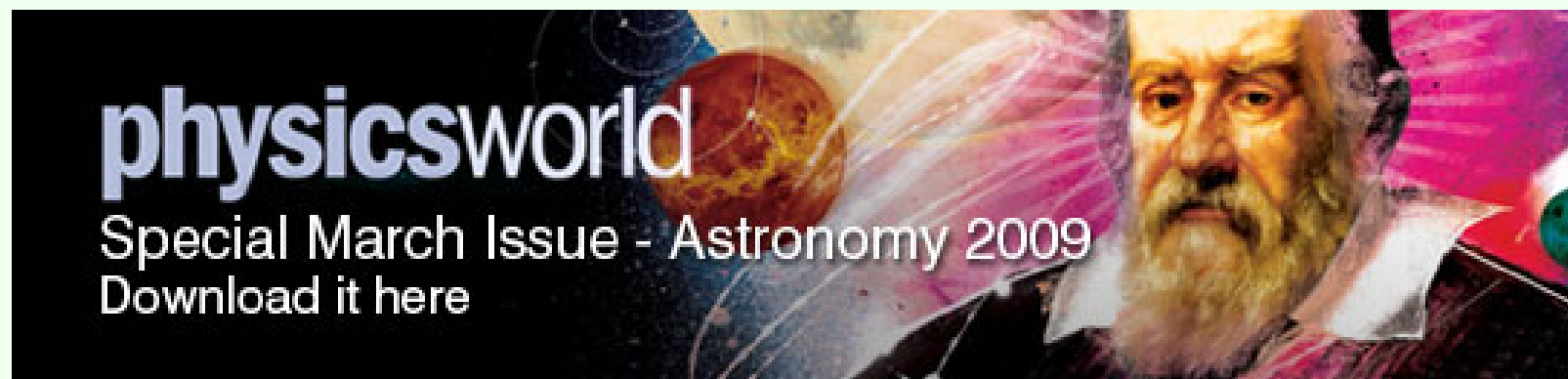
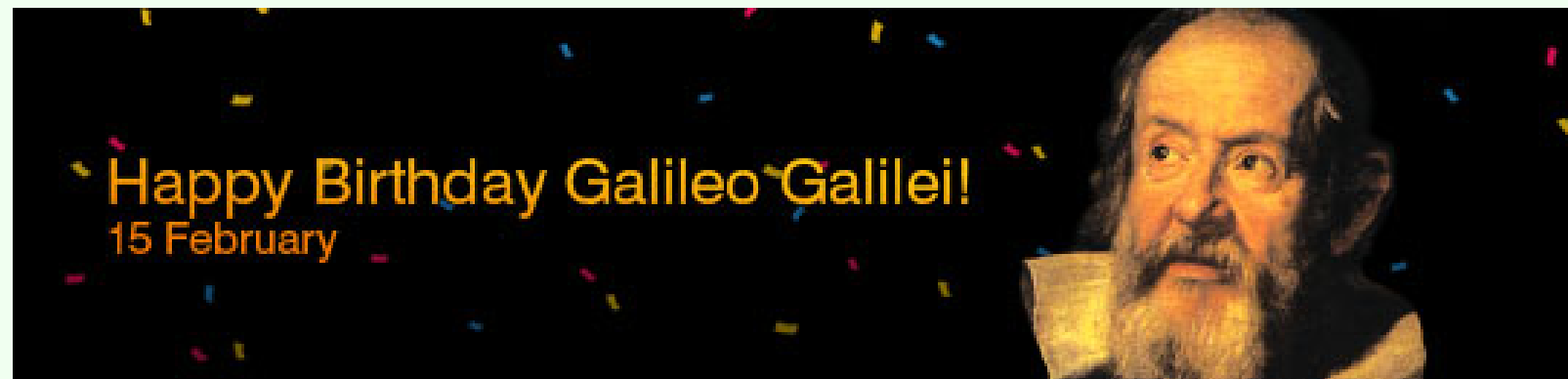
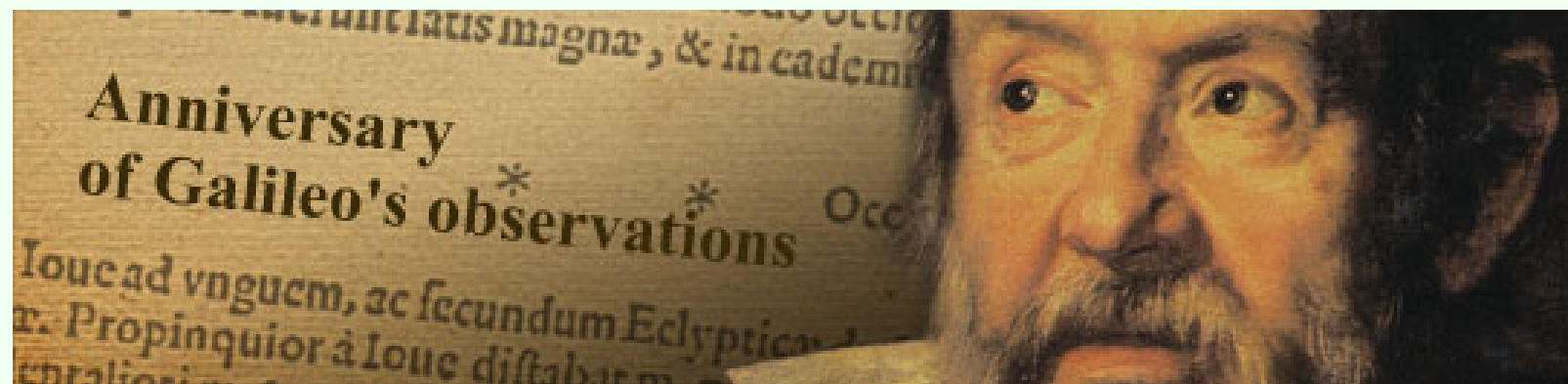
L' er e d i t à d i G a l i l e o

*... e di chi vide
sotto l'etereo padiglion rotarsi
più mondi, e il Sole irradiarli immoto,
onde all'Anglo che tanta ala vi stese
sgombrò primo le vie del firmamento*

Perché “eredità”?

Uso questa parola per dire più cose:

- che cosa ci ha lasciato Galileo?
- in che modo ha influito sugli uomini venuti dopo di Lui?
- perché tutto il mondo lo ricorda a 4 secoli di distanza?



The International Year of Astronomy 2009 (IYA2009) is a global celebration of astronomy and its contributions to society and culture and marks the 400th anniversary of the first use of an astronomical telescope by Galileo Galilei.

AIA2009 celebrará los avances fundamentales iniciados por Galileo hace 400 años al usar el telescopio por vez primera, en 1609, para observaciones astronómicas.

fiami.ch

THE LIVES OF GALILEO

A journey through the history of astronomy

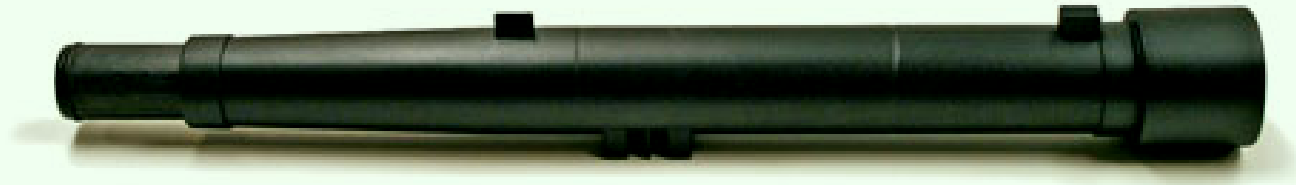


The Lives of Galileo, a journey through the history of Astronomy

The official IYA2009 cosmic comic book by Fiami



Galileoscope in production:
The IYA2009 telescope is now available!



Galileoscopes will be distributed to 20 high schools and an amateur telescope to an institute of high education in Rwanda

春分 星空之旅



地點 — 中正紀念堂 民主大道

時間 — 2009年3月21日(六)
7:00PM~9:30PM

表演 — 人聲樂團揭開序幕「站在巨人的肩膀上」

— 星空下的樂音「行星組曲」

— 多媒體舞台劇「仰觀蒼穹四百年 - 伽利略的一生」

重現伽利略使用望遠鏡仰望星空的創舉
重現四百年前比薩斜塔上壯觀的落體實驗
重現伽利略接受宗教法庭審判的悲慘過程



指導單位：教育部、國科會、文建會

主辦單位：中華民國天文學會、台灣大學天文物理研究所

協辦單位：台北天文館、南臺天文教育園區、資訊單位：台灣電子文教基金會

演出單位：動見球劇場、神祕天授人變樂團、台大交響樂團、台大合唱團、台灣科技大學

Perché “eredità”?

Uso questa parola per dire più cose:

- che cosa ci ha lasciato Galileo?
- in che modo ha influito sugli uomini venuti dopo di Lui?
- perché tutto il mondo lo ricorda a 4 secoli di distanza?

Possiamo dividere il lascito di Galileo in tre parti:

- 1) le grandi scoperte astronomiche
- 2) idee e scoperte in fisica (moto dei gravi, principio. di relatività)
- 3) il cosiddetto “metodo galileiano” (*sensate esperienze e certe dimostrazioni*)

Galileo e il cannocchiale

G. nel 1609 si trova a Padova (l'anno successivo tornerà a Firenze).

Viene a sapere che in Olanda un occhialaio ha costruito un “occhiale” che permette d'ingrandire le cose lontane.

Riesce a procurarsene un esemplare, lo studia e ne costruisce altri, progressivamente migliori.

(G. era capace di fabbricare da sé delle ottime lenti, ma le sue conoscenze di ottica erano scarse, a differenza di Keplero.)

Il cannocchiale di G. era *galileiano*, ossia con una lente convergente (obbiiettivo) e una divergente (oculare). Il migliore ingrandiva 30 volte.

G. presenta il cannocchiale — come sua invenzione — al Senato di Venezia, che lo accoglie con grande interesse, per la sua utilità in mare.

Gli viene rinnovato il contratto di docente presso l'Università di Padova, con stipendio raddoppiato (da 500 a 1000 fiorini).

G. costruisce diversi esemplari di cannocchiale, che manda in dono ad amici e scienziati in Europa.

Le prime osservazioni astronomiche

Comincia a guardare il cielo alla fine del 1609, e scopre tante cose nuove. Sente quindi il bisogno di renderle subito note (anche per assicurarsi la priorità).

Nasce così il *Sidereus Nuncius* (in latino) che contiene le osservazioni (in particolare dei satelliti di Giove) fino al 2 marzo 1610.

S I D E R E V S N V N C I V S

MAGNA, LONGEQVE ADMIRABILIA
Spectacula pandens, suspiciendaque proponens
vnicuique, præsertim verò

PHILOSOPHIS, atq; ASTRONOMIS, quæ à

G A L I L E O G A L I L E O
P A T R I T I O F L O R E N T I N O

Patauini Gymnasij Publico Mathematico

P E R S P I C I L L I

*Nuper à se reperti beneficio sunt obseruata in LVNÆ FACIE, FIXIS IN-
NUMERIS, LACTEO CIRCULO, STELLIS NEBVLOSIS,*

Apprime verò in

Q V A T V O R P L A N E T I S

Circa IOVIS Stellam disparibus interuallis, atque periodis, celeri-
tate mirabili circumuolutis; quos, nemini in hanc vsque
diem cognitos, nouissimè Author depræ-
hendit primus; atque

M E D I C E A S I D E R A
N V N C V P A N D O S D E C R E V I T .



VENETIIS, Apud Thomam Baglionum. M D C X.

Superiorum Permissu, & Privilegio.

Le grandi scoperte astronomiche: la Luna

Le prime osservazioni descritte nel *Sidereus Nuncius* riguardano la Luna.

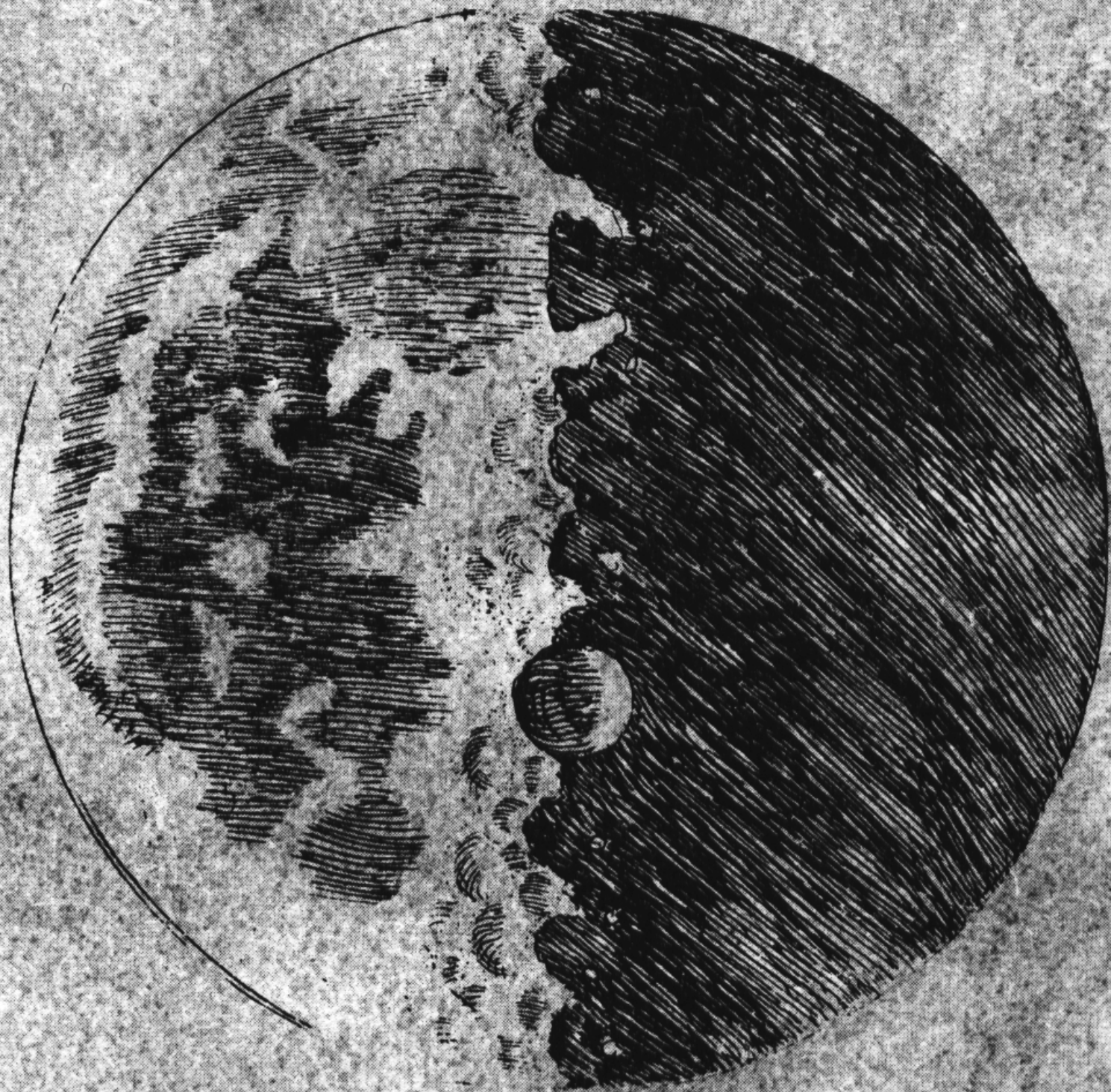
G. vede che il nostro satellite è cosparso di monti, crateri, valli, pianure: *proprio come la Terra*.

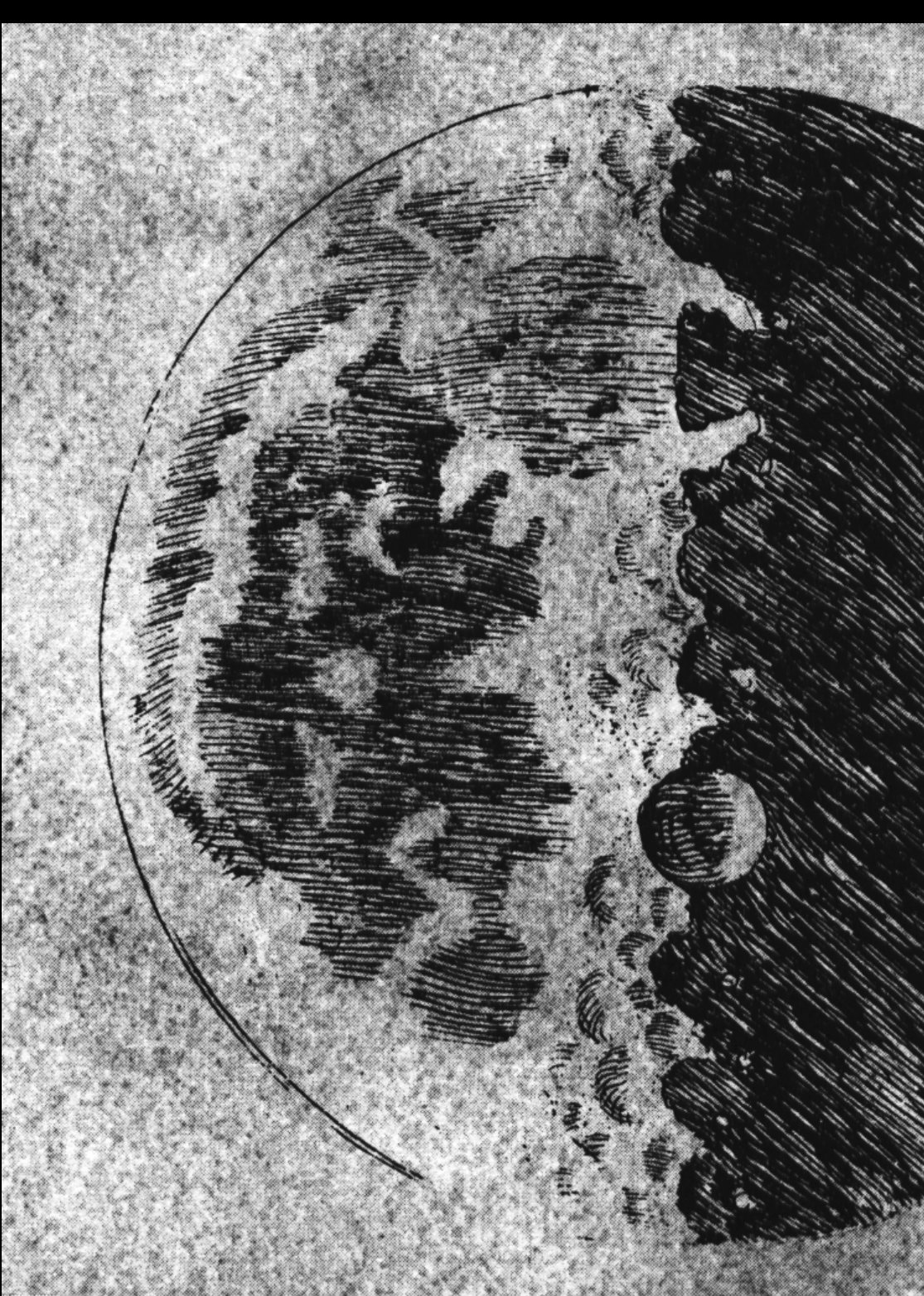
È forse difficile cogliere oggi il valore rivoluzionario di una simile affermazione.

Ma a quel tempo prevaleva, come verità indiscutibile, la distinzione aristotelica tra mondo *celeste* e mondo *sublunare*: il primo comprendeva tutti i corpi celesti, dalla Luna in su: pianeti, Sole, stelle.

Il secondo includeva la Terra e l'atmosfera.

I corpi celesti erano *perfetti* di sostanza e di forma (sferica); eterni e indistruttibili. Il mondo terrestre era invece il regno dell'*imperfezione*, dell'irregolarità, della corruttibilità.





G. describe, con parole efficacissime, come ha visto il Sole sorgere, illuminando prima le cime dei monti e poi pian piano i fondi dei crateri:

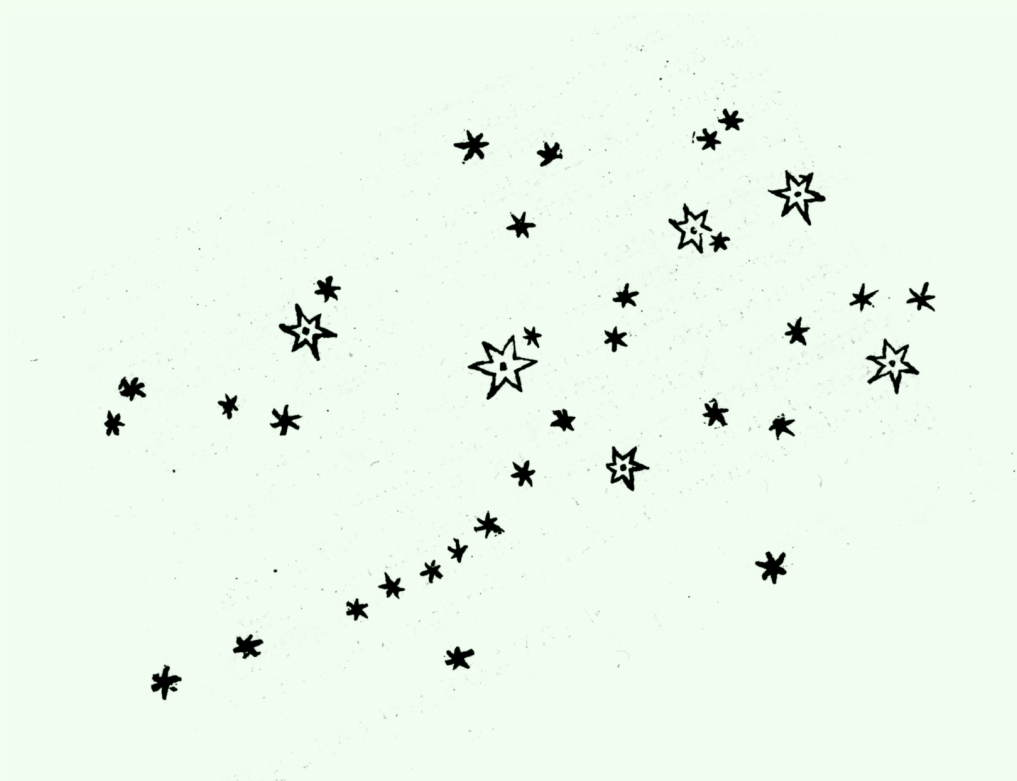
... nella parte luminosa penetra un grande seno oscuro, collocato verso il corno inferiore, il qual seno avendo io a lungo osservato e scorto del tutto oscuro, finalmente dopo circa due ore cominciò a spuntare, poco sotto il mezzo della sinuosità, una sorta di vertice luminoso; questo a poco a poco crescendo prendeva figura triangolare e rimaneva del tutto staccato e separato dalla faccia luminosa; poco dopo attorno a quello cominciarono a luccicare tre piccole punte, fino a che, volgendo già la Luna al tramonto, la figura triangolare, estesa e fatta più ampia, si univa alla rimanente parte luminosa e grande come un grande promontorio, ancora circondata dai tre punti ricordati, si diffondeva nel seno tenebroso.



Le grandi scoperte astronomiche: la moltitudine delle stelle

G. osserva diverse regioni del cielo e scopre l'estrema numerosità delle stelle. Mostra due esempi:

... Nel secondo esempio disegnammo le sei stelle del Toro dette PLEIADI (dico sei, perché la settima non appare quasi mai), racchiuse nel cielo entro strettissimi limiti, cui altre invisibili (più di quaranta) sono vicine; di queste nessuna si allontana più d'un semigrado da una delle sei maggiori. Ne disegnammo soltanto trentasei: e, come per Orione, conservammo le loro distanze, le grandezze, e la distinzione tra vecchie e nuove.



La Via Lattea è fatta di stelle

Ciò che in terzo luogo abbiamo osservato è l'essenza, ovvero la materia, della stessa Via Lattea, che con l'aiuto del cannocchiale può essere resa del tutto evidente: sì che dalla visione diretta verranno risolte tutte le controversie che travagliarono per tanti secoli i filosofi, e saremo così liberati da queste discussioni verbose.

È infatti la Galassia null'altro che una congerie d'innumerevoli stelle raccolte insieme; e in qualunque regione di essa si diriga il cannocchiale, sempre si mostra un'ingente quantità di stelle, molte delle quali sono abbastanza grandi e luminose; ma la moltitudine di quelle più deboli è assolutamente insondabile.

Le grandi scoperte astronomiche: i satelliti di Giove

Veniamo ora alla scoperta più importante descritta nel *Sidereus Nuncius*:
intorno a Giove ruotano delle “lune”.

Seguiamo il racconto di G.:

Il giorno sette gennaio, dunque, dell'anno milleseicentodieci, a un'ora di notte, mentre col cannocchiale osservavo gli astri mi si presentò Giove.

Poiché mi ero preparato uno strumento eccellente, vidi [...] che intorno gli stavano tre stelle piccole ma luminosissime; e quantunque le credessi del numero delle fisse, mi destarono una certa meraviglia, perché apparivano disposte esattamente secondo una linea retta e parallela all'eclittica, e più splendidi delle altre di grandezza uguale alla loro.

Fra loro e rispetto a Giove erano in questo ordine:

Ori.

*

*



*

Occ.

cioè due stelle erano a oriente, una a occidente. La più orientale e l'occidentale apparivano un po' maggiori dell'altra: non mi curai minimamente della loro distanza da Giove, perché, come ho detto, le avevo credute fisse.

Quando, non so da qual destino condotto, mi rivolsi di nuovo alla medesima indagine il giorno otto, vidi una disposizione ben diversa: le tre stelle infatti erano tutte a occidente rispetto a Giove, e più vicine tra loro che la notte antecedente e separate da eguali intervalli, come mostra il disegno seguente:

Ori.



Occ.

A questo punto, non pensando assolutamente allo spostamento delle stelle, cominciai a chiedermi in qual modo Giove si potesse trovare più ad oriente delle dette stelle fisse, quando il giorno prima era ad occidente rispetto a due di esse. [...] Per questo con gran desiderio aspettai la notte successiva: ma la mia speranza fu resa vana, perché il cielo fu tutto coperto di nubi.”

Ma il giorno dieci le stelle mi apparvero in questa posizione rispetto a Giove:



cioè ve n'erano due soltanto, ed entrambe orientali: la terza, come supposti, era nascosta sotto Giove. Erano come prima sulla stessa retta con Giove, e poste esattamente secondo la linea dello Zodiaco.

Quando vidi questo, certo che in alcun modo potevano attribuirsi a Giove simili spostamenti, [...] mutando la perplessità in meraviglia, compresi che l'apparente mutazione non era di Giove ma delle stelle da me scoperte...

Perché sono così importanti i satelliti di Giove?

La risposta ce la dà lo stesso G.:

Stabilii dunque e conclusi fuor d'ogni dubbio che in cielo v'erano stelle vaganti attorno a Giove, come Venere e Mercurio attorno al Sole ...

Insomma, i “pianeti medicei” sono un forte argomento a favore del *sistema copernicano*.

Altre scoperte astronomiche

Nel luglio 1610 G. invia a Keplero un misterioso anagramma:

SMAISMARMILMEPOETALEUMIBUNENUGTAURIAS

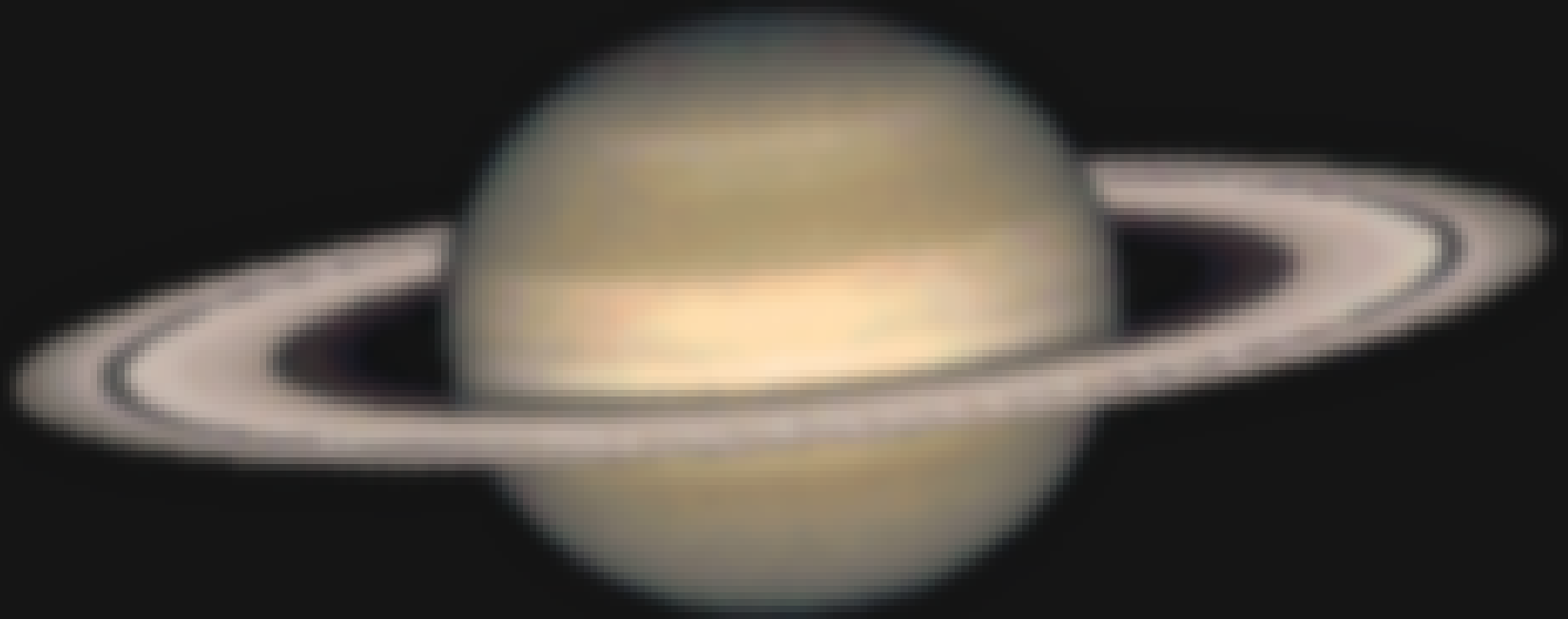
di cui dà la soluzione nel novembre, in una lettera a Giuliano de' Medici, ambasciatore a Praga presso l'imperatore Rodolfo II di Absburgo:

altissimum planetam tergeminum observavi

Questo è, che Saturno, con mia grandissima ammirazione, ho osservato essere non una stella sola, ma tre insieme, le quali quasi si toccano; sono tra di loro totalmente immobili, e costituite in questa guisa oOo.

Cerchiamo di capire...

Ecco che cosa avrebbe visto G. se avesse avuto un piccolo strumento moderno:



E quello che probabilmente avrà visto col suo cannocchiale:



A settembre scrive a Keplero una frase enigmatica:

Haec immatura a me iam frustra leguntur o.y.

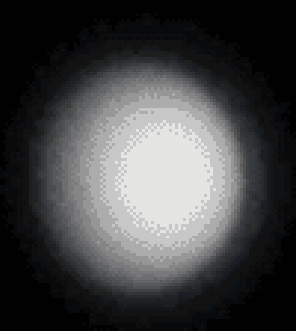
che si può tradurre : “Queste cose premature da me sono lette invano o.y.”
In realtà è un anagramma, che lo stesso Galileo traduce in un'altra lettera sempre inviata a Keplero nel dicembre dello stesso anno.

Scrivo Galileo:

Cynthiae figuras aemulatur mater amorum

ossia “la madre degli amori [Venere] imita le forme di Cinzia [la Luna]”.

Si tratta dunque della scoperta delle **fasi di Venere**: la prova che il pianeta gira attorno al Sole.



UT 2005-06-11 03:58

94.4%

Le grandi scoperte astronomiche: le macchie solari

Osservando il Sole, G. vede delle “macchie”, che si spostano sulla superficie e cambiano forma.

Si accende la discussione sulla natura di quegli oggetti, che altri astronomi ritengono lontani dal Sole, che per sua natura non può ammettere impurità e difetti.

G. invece è convinto, da tutti i dettagli di ciò che ha visto, che le macchie siano proprio sulla superficie del Sole, e che questo ruoti su se stesso impiegando quasi un mese.

Ecco la posizione di G.:

Ma che le non possin esser nel corpo solare, non mi par con intera necessità dimostrato; perché il dire, come egli mette nella prima ragione, non esser credibile che nel corpo solare siano macchie oscure, essendo egli lucidissimo, non conclude: perché in tanto doviamo noi dargli titolo di purissimo e lucidissimo, in quanto non sono in lui state vedute tenebre o impurità alcuna; ma quando ci si mostrasse in parte impuro e macchiato, perché non doveremmo noi chiamarlo e macolato e non puro?

I nomi e gli attributi si devono accomodare all'essenza delle cose, e non l'essenza a i nomi; perché prima furon le cose, e poi i nomi.

Idee e scoperte in fisica

È lo stesso programma di ricerca sul sistema copernicano che porta G. a studiare il moto dei gravi, e a scoprire le leggi che sono ancora legate al suo nome:

- a)* il moto uniformemente accelerato di caduta
- b)* il principio d'inerzia
- c)* l'indipendenza del moto orizzontale da quello verticale nel moto dei proiettili
- d)* il principio di relatività.

Il moto uniformemente accelerato

È noto a tutti, ma occorre ricordare tre punti:

1) Qui trova la sua prima applicazione l'impiego dello *strumento mate-ma-tico* in fisica (ne riparleremo).

Infatti G. è il primo a cercare la legge quantitativa del moto, espressa in forma matematica:

come cresce la velocità di un grave durante la caduta?

Trova la risposta per via sperimentale (piano inclinato):

la velocità cresce porporzionalmente al tempo

e poi ne deduce numerose conseguenze, come l'isocronismo del pendolo.

2) G. capisce che bisogna semplificare il problema fisico, liberandolo dalle *cause di disturbo*, e include l'aria fra queste, contro l'opinione degli aristotelici.

La stessa cosa farà col *principio d'inerzia*: un corpo conserva il suo moto rettilineo uniforme *rimossi gli impedimenti esterni*.

3) G. scopre il carattere *universale* della legge di caduta:

tutti i corpi cadono con la stessa accelerazione

(il famoso esperimento, forse non reale, della Torre Pendente).

Il principio d'inerzia

Era già stato forse intuito da Leonardo e da altri, mentre la fisica aristotelica e medievale aveva sviluppato l'idea che un corpo possieda un “impeto” che si va man mano perdendo, e che quindi per sostenere un moto occorra una forza. (Cosa vera in presenza di attrito, ma non se si “rimuovono gli impedimenti”).)

Nei *Massimi Sistemi* G. (in veste di Salviati) fa arrivare Simplicio per via *maieutica* al corretto enunciato, relativamente al moto su piano orizzontale.

Il moto dei proiettili

È studiato qualitativamente nei *Dialogo* e poi in forma matematica nei *Discorsi*.

Vediamo due esempi dal *Dialogo*:

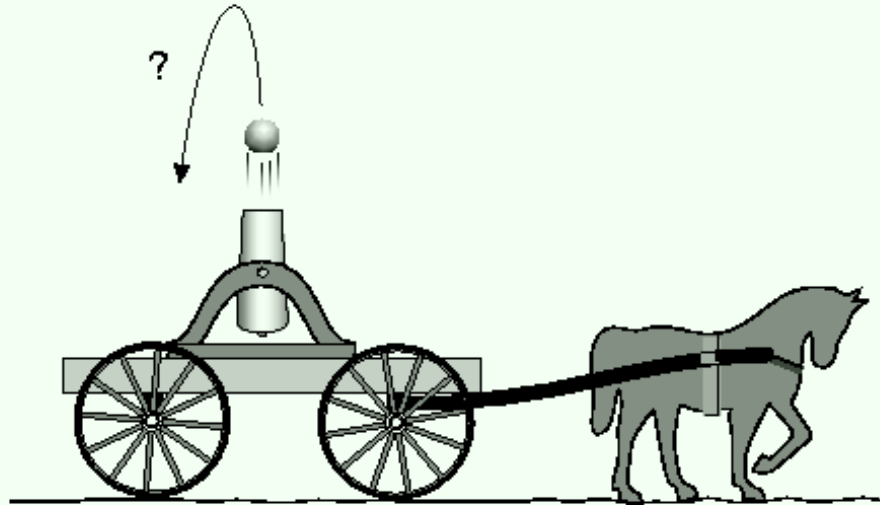
- il cannone montato sul carro in corsa
- il sasso che cade dalla cima dell'albero di una nave.

Il cannone montato sul carro in corsa

Si monta un cannone su un carro, con la canna verticale.

Quando il carro è fermo, la palla sparata ricade all'incirca nella bocca del cannone.

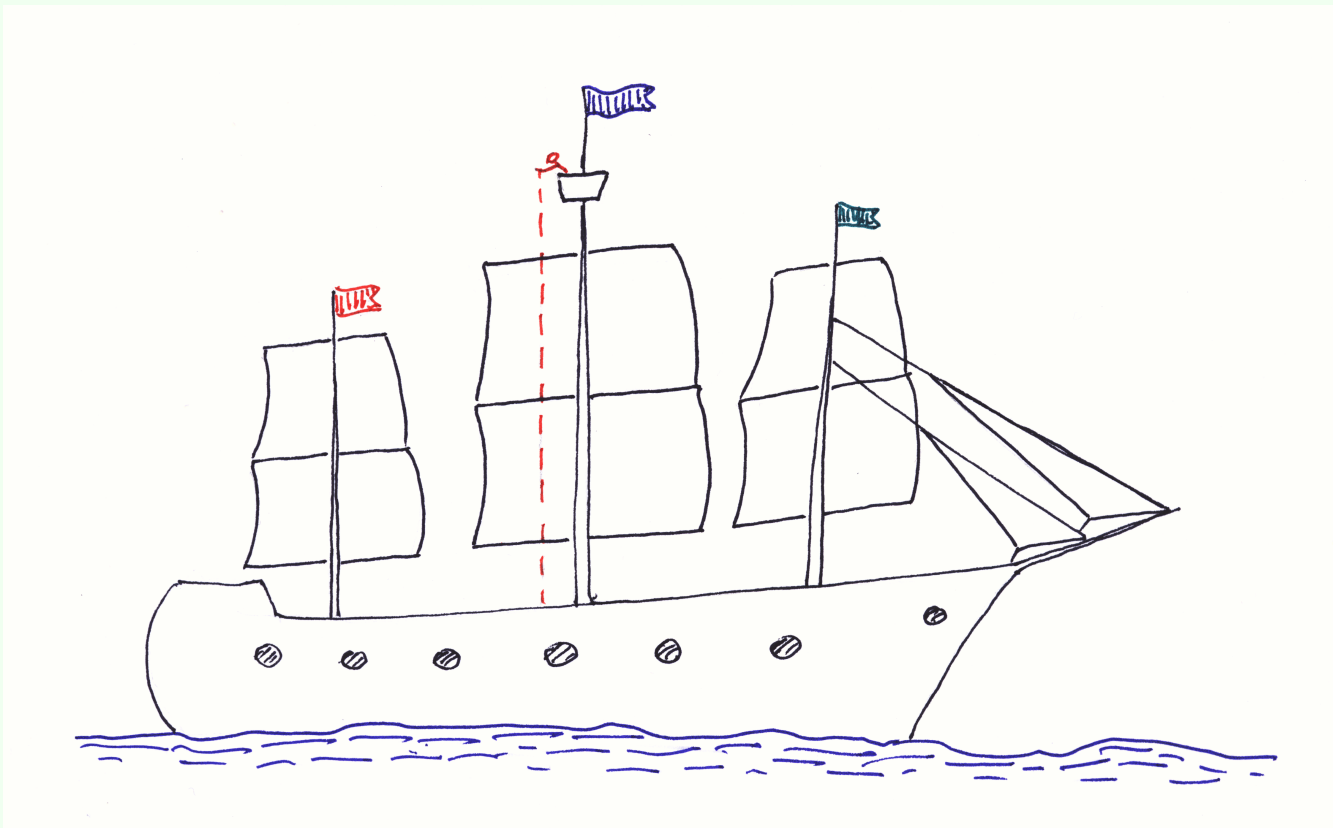
Quando il carro corre succede lo stesso, eppure mentre la palla è in volo il carro si è spostato di un buon tratto in avanti.



Il sasso che cade dalla cima dell'albero di una nave

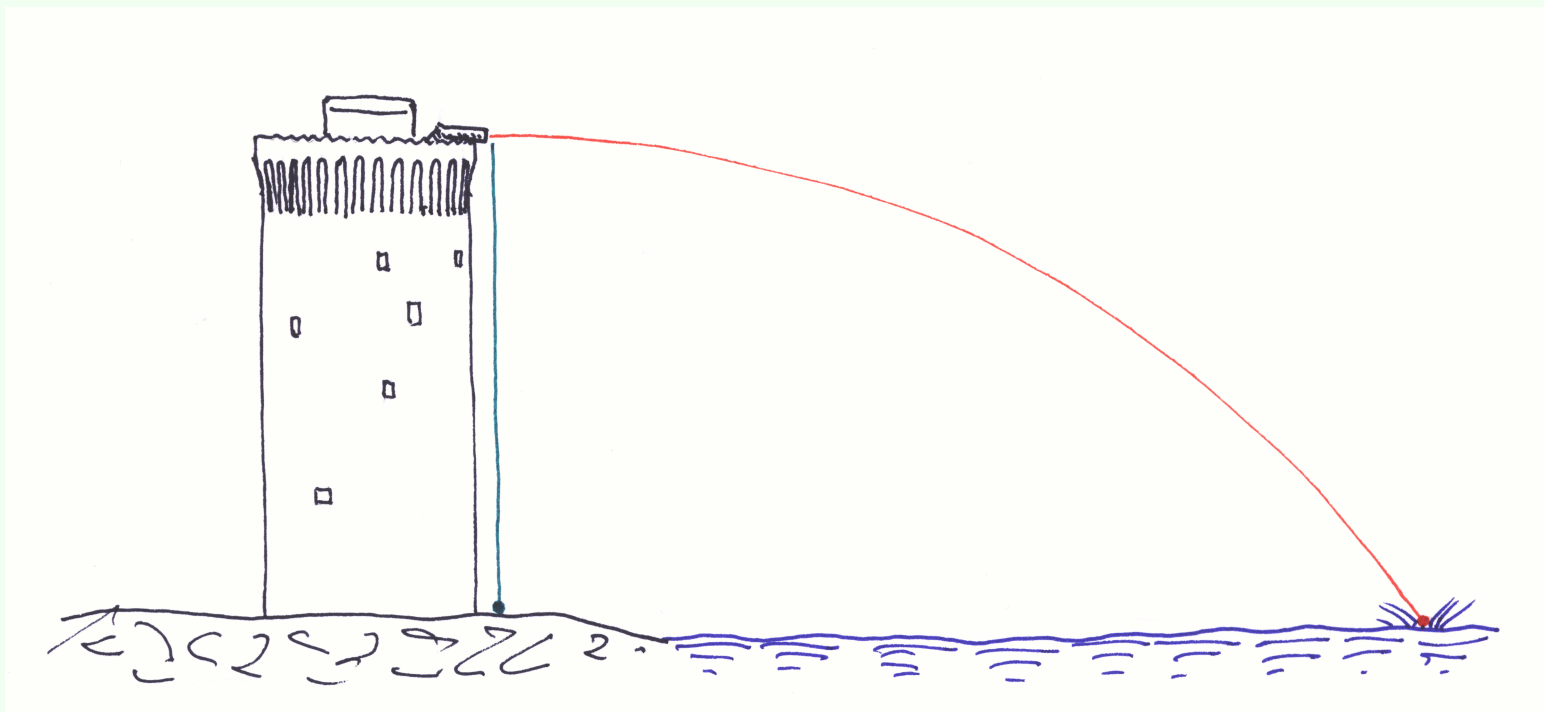
Se si lascia cadere un sasso dalla cima di un albero, mentre la nave corre sul mare, dove cadrà il sasso?

Galileo afferma che cade *al piede dell'albero*, sebbene la nave, mentre il sasso è in aria, abbia corso in avanti un buon tratto.



La traiettoria parabolica

Qualche anno dopo, nei *Discorsi*, Galileo assume che il moto orizzontale di un proiettile e quello verticale non s'influenzano, e ne deduce matematicamente la traiettoria parabolica.



Dimostra anche che *il tempo di caduta è lo stesso* di quello in verticale.

Gli esperimenti dell'Accademia del Cimento

Non tutti, neppure tra gli allievi e seguaci di Galileo, erano convinti delle sue tesi...

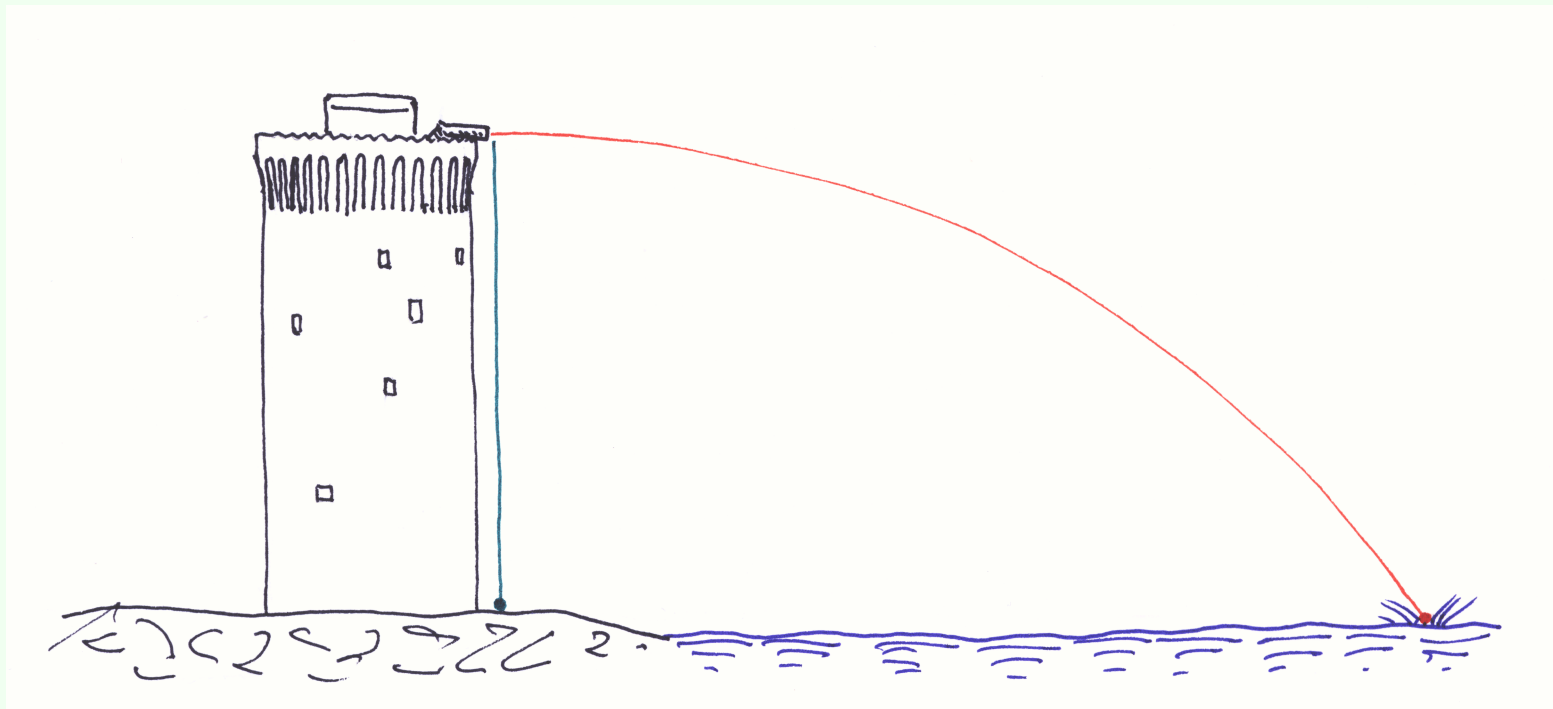
Da qui gli esperimenti condotti dagli Accademici del Cimento, quando Galileo era già morto da 16 anni (1658).

Questa opinione avendo noi voluto mettere al cimento dell'esperienza ...

Da una torre della Fortezza vecchia di Livorno, alta 50 braccia sul mare, lanciarono una palla in mare con una colubrina puntata orizzontale.

Con un semplice dispositivo fecero in modo che allo stesso tempo un'altra palla cadesse verticalmente ai piedi della torre.

Osservarono che la prima toccava l'acqua circa allo stesso istante in cui la seconda toccava terra, sebbene la prima avesse fatto due terzi di miglio.



In realtà la figura non è in scala; la scala giusta sarebbe questa:



Lo stesso risultato ottennero con un cannone più grosso; ma con uno ancora più grosso notarono che la palla verticale arrivava nettamente prima.

Discussero il perché. Avanzarono diverse ipotesi, ma non ne vennero a capo...

Il principio di relatività

Se il sasso o la palla di cannone conservano la velocità orizzontale della mano o del cannone, allora per chi stia sulla nave o sul carro *tutto va come se nave e carro fossero fermi*:

esperimenti in un sistema di riferimento in moto uniforme si svolgono come se quel moto non ci fosse.

G. enuncia — o meglio descrive — il principio di relatività nei *Dialogo sui Massimi Sistemi*, in un brano che è sicuramente il suo più famoso, ed è stato tradotto in molte lingue:

Riserratevi con qualche amico nella maggiore stanza che sia sotto coverta di alcun gran navilio, e quivi fate d'aver mosche, farfalle e simili animalletti volanti; siavi anco un gran vaso d'acqua, e dentrovi de' pescetti; sospendasi anco in alto qualche secchiello, che a goccia a goccia vadia versando dell'acqua in un altro vaso di angusta bocca, che sia posto a basso: e stando ferma la nave, osservate diligentemente come [...] voi, gettando all'amico alcuna cosa, non più gagliardamente la dovrete gettare verso quella parte che verso questa, quando le lontananze sieno eguali; e saltando voi, come si dice, a pié giunti, eguali spazii passerete verso tutte le parti.

Osservate che avrete diligentemente tutte queste cose, benché niun dubbio ci sia che mentre il vassello sta fermo non debbano succeder così, fate muover la nave con quanta si voglia velocità; ché (pur che il moto sia 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: voi saltando passerete nel tavolato i medesimi spazii che prima, né, perché la nave si muova velocissimamente, farete maggior salti verso la poppa che verso la prua, benché nel tempo che voi state in aria, il tavolato sottopostovi scorra verso la parte contraria al vostro salto; [...]

Un commento “made in USA”

Un testo americano d'introduzione alla relatività, dopo aver riportato per intero il brano di G., così commenta in nota:

‡Galileo Galilei, *Dialogue Concerning the Two Chief World Systems—Ptolemaic and Copernican*, first published February 1632; the translation quoted here is by Stillman Drake (University of California Press, Berkeley, 1962), pages 186ff. Galileo's writings, along with those of Dante, by reason of their strength and aptness, are treasures of human thought, studied today in Italy by secondary school students as part of a great literary heritage.

“Gli scritti di Galileo, come quelli di Dante, a motivo della loro forza e intelligenza sono tesori del pensiero umano, studiati oggi in Italia dagli studenti delle scuole secondarie come parte di una grande eredità letteraria.”

Una piccola verifica moderna

Alcuni anni fa, i ragazzi di una terza del Liceo Sc. “Vallisneri” di Lucca si sono divertiti a realizzare questa proposta.

Non avevano una nave, ma hanno preso un treno.

Avevano una telecamera, hanno scelto un tratto rettilineo della ferrovia, e hanno ripetuto alcune delle prove suggerite da Galileo: saltare, far cadere l'acqua in un bicchiere, lanciarsi una palla...

Ma che c'entra il sistema copernicano?

C'entra per tutta una serie di obiezioni che i tolemaici facevano al moto della Terra:

Un sasso, lasciato cadere da una torre, resterebbe indietro se la Terra si muovesse.

L'aria verrebbe trascinata via.

Gli uccelli non potrebbero restare in volo...

Seguiamo bene la logica di G.: dato che vale il principio di relatività, anche se la Terra si muove non accadrà niente di tutto questo.

Il che *non dimostra* che la Terra si muove, ma smonta le obiezioni.

Galileo e Einstein

Ci sono due linee di pensiero che collegano questi due uomini, vissuti a tre secoli di distanza.

Il principio di relatività:

Einstein lo prende pari pari da Galileo, con la sola differenza (fondamentale) che afferma esplicitamente la validità del principio **per qualsiasi fenomeno fisico**.

La legge universale del moto dei gravi:

Einstein prende questa scoperta come punto di partenza della sua “relatività generale”, ossia della teoria relativistica della gravitazione.

La ragione del carattere universale del moto dei gravi sta in questo: che quel moto dipende dalla **curvatura dello spazio-tempo**.

Il cosiddetto “metodo galileiano”

Il tema è vastissimo, e ha dato spunto a innumerevoli scritti e discussioni, ma qui dobbiamo sintetizzare al massimo.

In sostanza:

- *stare ai fatti piuttosto che ai discorsi*
- *sperimentare e misurare*
- *usare lo strumento matematico.*

Stare ai fatti

... il medesimo Aristotile antepone (come più volte s'è detto) l'esperienze sensate a tutti i discorsi.

Non afferm'egli [Aristotele] che quello che l'esperienza e il senso ci dimostra, si deve anteporre ad ogni discorso, ancorché ne paresse assai ben fondato?

Noi possiamo molto meglio di Aristotile discorrer delle cose del cielo, perché [...] noi, mercé del telescopio, ce lo siamo fatto vicino trenta e quaranta volte più che vicino non era ad Aristotile, sì che possiamo scorgere in esso cento cose che egli non potette vedere, e tra le altre queste macchie nel Sole, che assolutamente ad esso furono invisibili: adunque del cielo e del Sole più sicuramente possiamo noi trattare che Aristotile.

Però, signor Simplicio, venite pure con le ragioni e con le dimostrazioni, vostre o di Aristotile, e non con testi e nude autorità, perché i discorsi nostri hanno a essere intorno al mondo sensibile, e non sopra un mondo di carta.

Sperimentare e misurare

Un solo esempio dai *Discorsi*: l'esperimento del piano inclinato.

Circa dunque all'esperienze, non ha tralasciato l'Autor di farne; e per assicurarsi che l'accelerazione de i gravi naturalmente descendenti segua nella proporzione sopradetta, molte volte mi son ritrovato io a farne la prova nel seguente modo, in sua compagnia.

Segue la descrizione del famosissimo esperimento della pallina che rotola nel canaletto inclinato, in cui G. misura spazi percorsi e tempi impiegati, e confronta i risultati con la legge del moto uniformemente accelerato.

Lo strumento matematico

C'è un'interminabile discussione sul “platonismo” di G., originata da un altro famosissimo brano (del “Saggiatore”):

La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo), ma non si può intendere se prima non s'impara a intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, ed altre figure geometriche, senza i quali mezzi è impossibile a intenderne umanamente parola; senza questi è un aggirarsi vanamente per un oscuro laberinto.

Platonismo vorrebbe dire che si dà prevalenza agli oggetti matematici, in quanto primari, più esatti, più puri; mentre gli oggetti materiali ne sarebbero delle copie imperfette.

Ma è ben difficile attribuire a G. un tal modo di pensare: lo mostrano numerosi esempi, in parte già visti.

Per le macchie solari:

Prima furon le cose, e poi i nomi.

Ed eccone un altro, a proposito dell'asserita (dagli aristotelici) perfezione della sfera, usata per contrastare l'idea che possano esserci monti sulla Luna:

Et prima, che la figura sferica sia più o meno perfetta delle altre, non veggo io che si possa assolutamente asserire, ma solo con qualche rispetto: come, per esempio, per un corpo che si habbia a poter raggiare per tutte le bande, la figura sferica è perfettissima; et però gl'occhi et i capi degl'ossi delle cosce sono stati fatti dalla natura perfettamente sferici: all'incontro, per un corpo che dovesse consistere stabile et immobile, tal figura saria sopra ogn'altra imperfettissima; e chi nella fabbrica delle mura glie si servisse di pietre sferiche, faria pessimamente, et perfettissime sono le angolari.

Che se assolutamente la figura sferica fusse più perfetta delle altre, et che a i corpi più eccellenti si dovessero le figure più perfette, doveva il cuore, e non gl'occhi, esser perfettamente sferico; et il fegato, membro tanto principale, doveva egli haver dello sferico, più tosto che alcune altre parti del corpo vilissime.

(Lettera a Gallanzone Gallanzoni, 16 luglio 1611)

Oppure, circa la fonte delle conoscenze, leggiamo l'inizio dei *Discorsi*:

Largo campo di filosofare a gl'intelletti specolativi parmi che porga la frequente pratica del famoso arsenale di voi, Signori Veneziani, ed in particolare in quella parte che meccanica si domanda; atteso che quivi ogni sorte di strumento e di machina vien continuamente posta da numero grande d'artefici, tra i quali, e per l'osservazioni fatte dai loro antecessori, e per quelle che di propria avvertenza vanno continuamente per se stessi facendo, è forza che ve ne siano de i peritissimi e di finissimo discorso.

La metafora del libro

Per capire da dove viene, basta leggere il brano che precede:

Parmi, oltre a ciò, di scorgere nel Sarsi ferma credenza, che nel filosofare sia necessario appoggiarsi all'opinioni di qualche celebre autore, sì che la mente nostra, quando non si maritasse col discorso d'un altro, ne dovesse in tutto rimanere sterile ed infeconda; e forse stima che la filosofia sia un libro e una fantasia d'un uomo, come l'Iliade e l'Orlando furioso, libri ne' quali la meno importante cosa è che quello che vi è scritto sia vero.

Signor Sarsi, la cosa non istà così. La filosofia è scritta in questo grandissimo libro che continuamente ci sta aperto innanzi a gli occhi (io dico l'universo) ...

È dunque un invito a osservare e a sperimentare, usando lo strumento matematico per capire ciò che si vede.

La matematica come igiene del discorso

Sempre nel *Saggiatore*, poco più avanti:

... per uno che voglia persuader cosa, se non falsa, almeno assai dub-bio-sa, di gran vantaggio è il potersi servire d'argomenti probabili, di con-ghietture, d'esempi, di verisimili ed anco di sofismi, fortificandosi appresso e ben trincerandosi con testi chiari, con autorità d'altri filosofi, di naturalisti, di rettorici e d'istorici: ma quel ridursi alla severità di geo-metriche dimostrazioni è troppo pericoloso cimento per chi non le sa ben maneggiare; imperocché, sì come ex parte rei non si dà mezo tra il vero e 'l falso, così nelle dimostrazioni necessarie o indubitabilmente si conclude o inescusabilmente si paralogiza, senza lasciarsi campo di poter con limi-tazioni, con distinzioni, con istorcimenti di parole o con altre girandole sostenersi più in piede, ma è forza in brevi parole ed al primo assalto re-stare o Cesare o niente.

Insomma:

- solo con la matematica è possibile capire la realtà naturale
- la matematica mette al sicuro da trucchi, da giochi di parole: chi ha ragione ha ragione e basta.

Chi sono gli eredi di Galileo?

In primo luogo è ovvio pensare agli astrofisici; ma non solo perché hanno ampliato enormemente la conoscenza del mondo celeste iniziata da G.

Soprattutto perché hanno esteso all'intero Universo l'idea del “navilio”.

Quando infatti studiamo struttura ed evoluzione di stelle e galassie, non facciamo che applicare a corpi lontanissimi, che si muovono rispetto a noi con velocità di centinaia di km/s, le leggi fisiche che abbiamo stabilito lavorando nei nostri laboratori.

**Le stelle, le galassie sono il corrispondente moderno
del “navilio” galileiano.**

Chi sono gli eredi di Galileo?

In secondo luogo tutti i fisici e più in generale tutti gli scienziati, che hanno fatto proprio il *metodo*: stare ai fatti, interrogare la Natura sperimentando.

In terzo luogo dovremmo esserlo tutti noi, seguendo il suo precetto che le cose vengono prima dei nomi, che non si deve dar credito a chi è solo bravo a parlare, che meritano rispetto tutti coloro — a qualsiasi livello — che esercitano il loro mestiere con competenza e intelligenza.

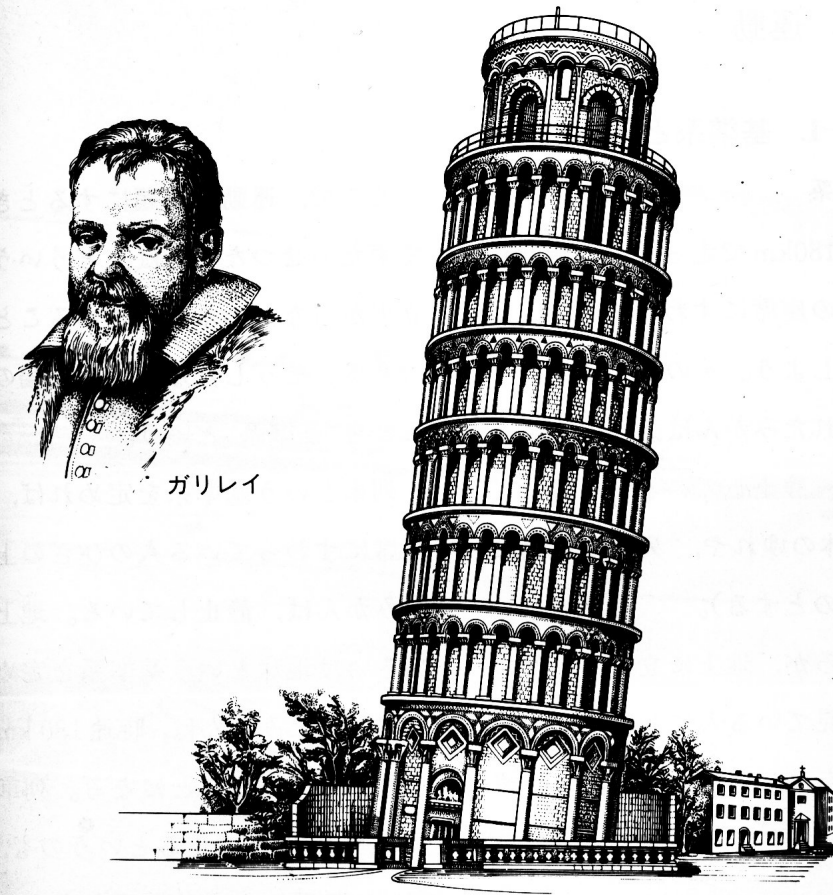


図1 ガリレイとピサの斜塔 物体の運動に関する学問の基礎は、イタリアのガリレイによって築かれたといわれている。重さの異なる2つの球を、斜塔の上から落とし、それらが同時に地面に着くことをためしたという話は、どうやら伝説にすぎない。

ここでは、そうしたギリシアの 的な考え方を学習しよう。

学者たちの疑問を受けつぎながら、 また、それに関連して、仕事や
ものの運動という側面から自然現 エネルギーについても、基礎的な
象をとらえるにはどうしたらよい ことがらを学んでいくことにしよ
かという点について、現在の基本 う。