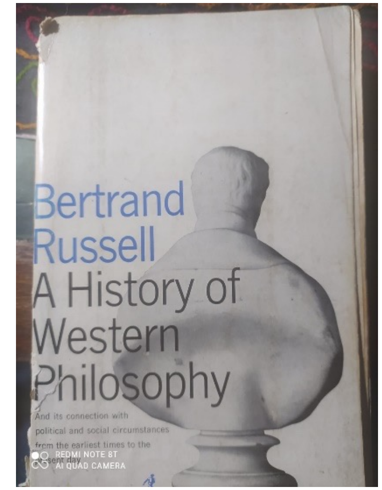
dipinto: Niccolò Barabino (1832 –1891)

Estratto da Lezione n. 4 su Archimede
Per il corso di Storia della Fisica A.A. 2022-2023
Titolo:
Da Archimede a Leonardo alla scoperta del filo (ideale) di arianna
Circa 1000anni di storia

Cosa E' REALE?



PRE SOCRATICI

Diogene Laerzio (III BC)

ITALICI

Epoca: 700-200 BC

IONICI

PITAGORA,Democrito, ARCHIMEDE,..

TALETE,Anassimandro,Eraclito… …………..**ARISTOTELE**

Razionalisti più in visa
Galileo
Newton
D'Alembert-Laplace
Boltzmann

Maxwell

Poincaré
Russell
Einstein

Empiristi più in vista
Mach
W. Ostwald

RAZIONALISMO(MATERIALISMO)

MECCANICA CLASSICA
Galileiana-Newtoniana

Termodinamica

Relatività generale
speciale
QUANTISTICA

EMPIRISMO(IDEALISMO)

Positivismo (Popper)

IL METODO ARCHIMEDEO

Alla scoperta del **Filo di Arianna**

IL SENSIBILE

RAZIONALISTICA (discorso su ciò che è reale):

Gli elementi (atomi) della teoria sono costruiti per astrazione e si procede alla loro composizione attraverso il ragionamento logico – matematico pervenendo a teoremi)

(Archimede-Pitagora-…..-Democrito-Leonardo Galileo- Newton –D'Alembert- Peano – Boltzmann- Marx-)

Fenomenologica (discorso su ciò che è misurabile o sensibile):

Esame critico dei dati empirici o fenomenici attraverso lo studio di correlazioni e loro riduzione in elementi semplici (non più riducibili)

ASTRAZIONE

Ricomposizione e costruzione del mondo fenomenico con modello FISICO coerente (cioè non in contraddizione con la teoria)

Spiegazione del sensibile-MISURABILE

SCIENZA:

-Umiltà

-Non ha paura dell'esperienza e spinge l'uomo a superare le paure

-certezza matematica

-ha come obiettivo la comprensione del mondo e tende a creare una tecnologia

-ripetibilità dei risultati a conferma della ipotesi

Pseudo-SCIENZA:

-Vive di certezze

-Ha paura dell'esperienza E rende l'uomo schiavo delle sue paure

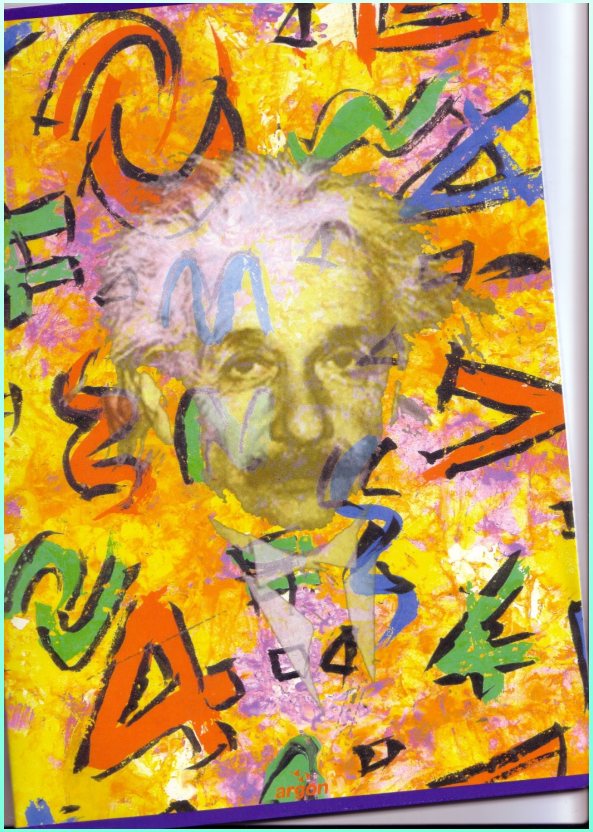
-evita la certezza matematica

-Usa la tecnologia senza capirne il vero significato

-scartare tutto ciò che contraddice l'ipotesi fatta

Osservazione di Albert Einstein (umiltà)

<<..Vous vous imaginez que je considère avec calme et satisfaction l’oeuvre de ma vie. Mais, vu de près, c’est complètement différent. Il n’y a pas un seul concept dont je sois convaincu qu’il demeurera, et je ne suis pas sûr en général d’avoir été sur la bonne piste .. >>



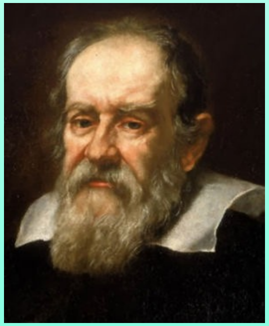
Cit. dal libro:

‘ Albert Einstein créateur et rebelle ’,

Sciences points, Banesh Hoffmann, pag. 276

Nessuna conoscenza, se pur eccellente e salutare, mi darà gioia se la apprenderò per me solo. Se mi si concedesse la sapienza con questa limitazione, di tenerla chiusa in me, rinunciando a diffonderla, la rifiuterei.

Lucio Anneo Seneca



Metodo Galileiano= Archimedeo=metodo scientifico:

"…..A me pare che quello degli effetti naturali che a <u>sensata esperienza</u> ci pone dinanzi agli occhi o <u>le necessarie dimostrazioni ci concludono</u>, non debba in conto alcuno esser revocato in dubbio."

***Lettera a Madama Cristina di Lorena*, in *Opere*, edizione nazionale, ristampa, Firenze, 1968, p. 317.**

Il Metodo Archimedeo-galileiano è applicabile alla mente (coscienza)?
Un punto di vista critico

> La nascita delle scienze fisiche moderne è stata resa possibile dalla messa a punto di un metodo che permetteva di esaminare il mondo fisico non in funzione del modo in cui esso appare ai nostri sensi – e cioè in funzione della percezione fisica della specie umana – bensì in quanto regno oggettivo che esiste indipendentemente dalle nostre menti. […] Il prezzo di tale progresso spettacolare è stata l'esclusione dell'apparenza soggettiva della realtà. […] E così quando la scienza applica i propri sforzi alla spiegazione della qualità soggettiva dell'esperienza, quest'ultima non ha più alcun luogo dove rifugiarsi. […] Ne consegue che la forma tradizionale di analisi scientifica […] non offre una soluzione praticabile nel caso della mente.[9]

Tratto da Thomas Nagel, Mente e Cosmo
Perché la concezione
Neodarwiniana della natura
È quasi certamente falsa.

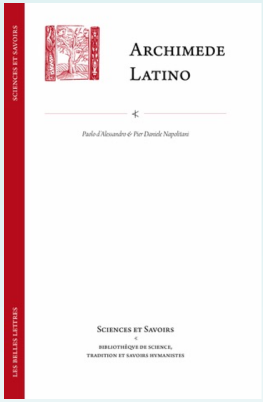
Scienza e Idee, collana diretta da Giulio Giorello , R. Cortina Editore, 2015

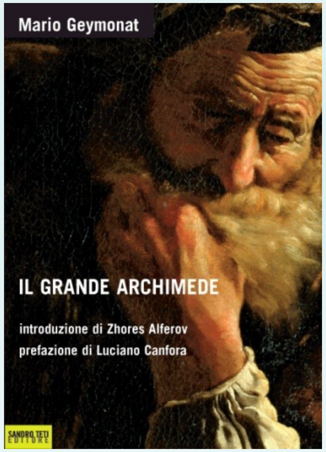
Introduzione (alcuni Cenni):

<< Su Archimede hanno scritto pagine memorabili storici,oratori, architetti, poeti sia greci sia latini, come <u>Polibio, Plutarco, Cicerone, Vitruvio, Virgilio. </u>La sua Fama ha continuato ad espandersi per tutto il medioevo. Nel Rinascimento la riscoperta, la traduzione e l'esame approfondito delle opere di Archimede hanno dato un generosissimo impulso alla fondazione e allo sviluppo dell'intera scienza moderna……………..

……<u>Archimede continuerà a essere un esempio per le nuove generazioni e a stimolare l'interesse per i complessi e difficili problemi della scienza</u>…..>>

(Zhores Alferov, tratto da Introduzione al libro : ''Il grande Archimede", Mario Geymonat, III ed. F.M.Alfani, 2008-)





La scienza di Archimede ha influenzato grandemente il pensiero di Leonardo e Galileo nella sua evoluzione dalle istanze medioevali alle idee nuove dell'era rinascimentale e moderna.

Archimede ha scoperto importanti principi sia fisici che matematici, inventando ingegnosi strumenti e macchine che I difensori di Siracusa usarono per difendere la propria città dagli attacchi dei romani. Siracusa cadde infine per dissidio interno e fame. Archimede morì nell'assedio: patriota

Fig. 3 Non ci è giunta dall'antichità nessuna immagine sicura di Archimede (un busto del Museo di Napoli, che si è creduto raffigurasse lo scienziato, si riferisce in realtà al re spartano Archidàmo III). Molti dubbi solleva un mosaico che rappresenta lo scienziato intento a tracciare delle linee in un recipiente posto sul tavolo, mentre un soldato romano sta per dargli la morte: appartenuto a Gerolamo Bonaparte, fratello di Napoleone, che lo credeva scavato a Ercolano, è probabilmente un falso ottocentesco modellato in Campania.

Assieme con Newton, Archimede è considerato oggi da molti il più grande matematico di tutti I tempi.

Lo storico Plutarco descrive il metodo di Archimede in geometria come formulato da un linguaggio che era essenziale, rigoroso e elegante, capace di applicazioni su vasta scala.

I suoi studi in statica e idrodinamica sono pietre miliari del progresso scientifico (leve,….principio Archimede)

Archimede fu profondamente e totalmente preso dalla scienza; mai si sottomise alle pressioni imposte dalla propaganda politica.

Egli è un simbolo dell'intelligenza creativa e la sua figura è patrimonio dell'umanità.

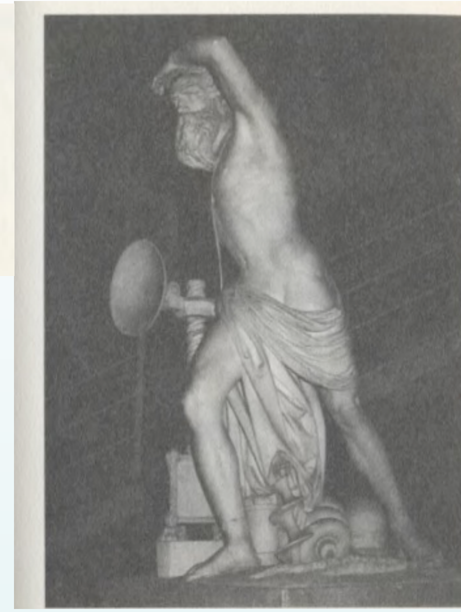
<u>Informazioni addizionali:</u>

Teone di Alessandria (nei commentari all'almagesto di Tolomeo) ha attribuito ad Archimede lavori di ottica. Le sue dichiarazioni sono state confermate da Apuleo, che enumera molti soggetti di ottica trattati da Archimede. Olimpiodoro cita Archimede in una nota sul concetto di rifrazione (vedasi anche Euclide nello scolio all'ottica)

Archimede è associato alla costruzione di un planetario che era attivo a Siracusa (si dice che il console marcello lo abbia trasportato a Roma dopo la presa di siracusa). Diversi scrittori arabi fanno riferimento ad Archimede per lo studio di orologi ad acqua.
Ancora, gli scrittori arabi citano Archimede per diversi lavori di geometria e planimetria: Sui cerchi che si toccano, sulle linee parallele, sui triangoli, sugli angoli retti, sui postulati della geometria, su una raccolta di dati e di definizioni, sull'eptagono inscritto in un cerchio (tutto documentato dalla scoperta di un trattato del matematico arabo Thabit b. Qurra sulla geometria).

LEGGENDA:

Fig. 22 *Archimede con in mano uno dei suoi "specchi ustori"*, scultura del 1870 di Giuseppe Villa, ora nell'androne del Liceo scientifico Orso Mario Corbino a Siracusa. Forse lo scienziato siracusano non utilizzò concretamente questi specchi, ma si limitò a progettarli, avendo scoperto che con gli specchi parabolici i raggi riflessi convergono su un unico punto, ciò che non avviene invece con gli specchi sferici.



Cicerone scopre la tomba di Archimede, dipinto del 1781 di Christian Wink.

ΑΡΧΙΜΗΔΟΥΣ

ΤΟΥ ΣΥΡΑΚΟΥΣΙΟΥ, ΤΑ ΜΕΧΡΙ
νῦν σωζόμενα, ἅπαντα.

ARCHIMEDIS SYRACVSANI
PHILOSOPHI AC GEOMETRAE EX-
cellentissimi Opera, quae quidem extant, omnia, multis iam seculis desi-
derata, atque à quàm paucissimis hactenus uisa, nuncque
primùm & Graecè & Latinè in lu-
cem edita.

Quorum Catalogum uersa pagina reperies.

Adiecta quoque sunt

EVTOCII ASCALONITAE
IN EOSDEM ARCHIMEDIS LI-
bros Commentaria, item Graecè & Latinè,
nunquam antea excusa.

*Cum Caes. Maiest. gratia & priuilegio
ad quinquennium.*

BASILEAE,
Ioannes Heruagius excudi fecit.
An. MDXLIIII.

Fig. 18 Frontespizio della prima edizione moderna di Archimede, pubblicata a Basilea nel 1544. Essa conteneva tutte le sue opere note fino a quel momento in greco con il commento tardo-antico di Eutocio e una traduzione completa in latino. Da quel momento i lettori di Archimede in tutta Europa poterono moltiplicarsi e formarono in pochi anni una comunità scientifica fortemente innovativa.

NON CONTENEVA IL ''METODO''

Il Palinsesto di Archimede. Libro di preghiera del XIII secolo contiene testi di lavori di Archimede cancellati che sono stati scritti molti secoli prima ancora.

La sfera ed il cilindro

Misura del cerchio

Le spirali

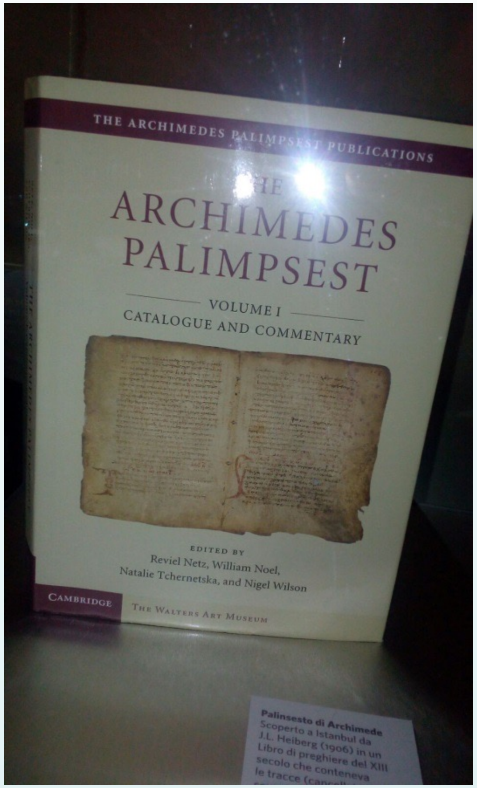
L'equilibrio dei piani

Galleggianti (testo greco)

Il metodo meccanico (lettera ad Eratostene)

Scoperto a Istanbul
Da Heiberg (1906)

Il manoscritto venne venduto all'asta a un collezionista privato, il 29 ottobre 1998. Il proprietario depositò il manoscritto al The Walters Art Museum di Baltimora, nel Maryland, pochi mesi dopo. Da quella data il manoscritto è stato oggetto di conservazione e di studio, al fine di leggere meglio i testi. Il progetto Palinsesto di Archimede, come viene chiamato, ha gettato nuova luce su Archimede e rivelato nuovi testi del mondo antico.



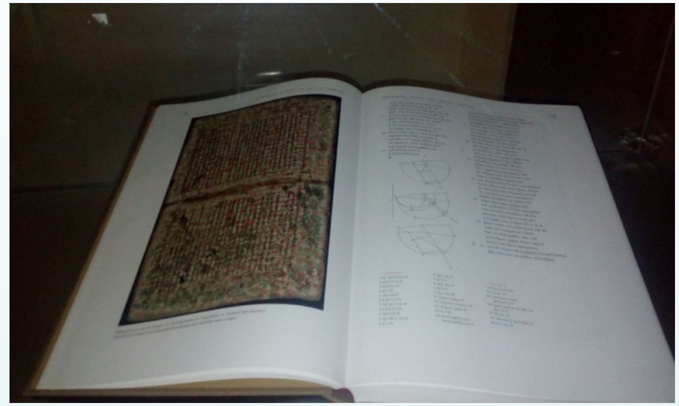
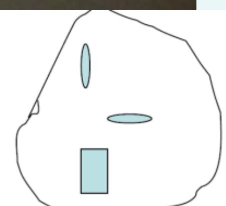


Tavola XIV Otto righe del palinsesto bizantino di Archimede, ora al Walters Art Museum di Baltimora, negli Stati Uniti: in alto, sotto luce naturale; in mezzo, a luce ultravioletta; in basso, in un'immagine artificiale fatta dal computer. Sotto i raggi ultravioletti il testo assorbe quella luce e la lettura diventa più agevole (o almeno meno disperata!), ma gli specialisti del Rochester Institute of Technology, nei pressi di New York, sono riusciti, con l'aiuto del computer, a produrre anche quello che essi chiamano "pseudocolore", e nell'immagine la scrittura antica si vede come magicamente in rosso (Image Taken by RIT and JHU. Copyright: *The owner of the Archimedes Palimpsest*).

I corpi di cui si occupa la teoria non sempre sono dei solidi ma spesso sono un ''misto'' di materia (pieno) e di vuoto per cui la massa contenuta in uno spazio è data dalla somma (nel senso della teoria delle grandezze) di tutte le masse e pertanto vale la relazione necessaria:



$$\Omega_{totale=pieno+vuot}$$

$$\Omega = \alpha \times \hat{\Omega} \; (volume\ del\ solido)$$

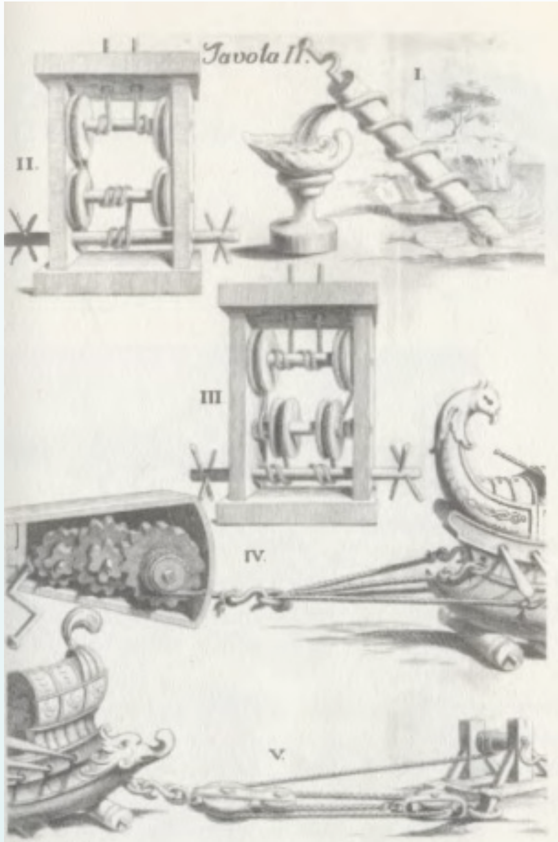
$$M\left(\alpha \times \hat{\Omega}\right) = \alpha \times M\left(\hat{\Omega}\right) = \frac{\Omega}{\hat{\Omega}} \times M\left(\hat{\Omega}\right) = \frac{M\left(\hat{\Omega}\right)}{\hat{\Omega}} \times \Omega = \rho_0 \times \Omega$$

$$m = \rho \times \Omega$$

''Quantitas materiae est mensura ejusdem orta ex illius densitate et magnitudine conjunctim '' (III edizione dei ''Principia'' ad opera di Le Seur et Jacquier)

(Newton)

g. 12 Archimede, posata in terra la corona di Gene, mette a confronto i pesi diversi di due masse uali di oro e d'argento (da una incisione al f. 85v lla prima edizione illustrata del *De architectura* Vitruvio, pubblicata nel 1511 da Fra' Giocondo Venezia). Nel passo di Vitruvio, riportato qui a 48, i due lingotti confrontati fra loro erano dello sso peso e non dello stesso volume.



(Fig. 19)

Fig. 19 Sistema di carrucole e pulegge (detto anche paranco) inventato da Archimede per spostare con un piccolo sforzo anche pesi molto grandi, come la nave Siracusana (nella ricostruzione che ne fa Gian Maria Mazzuchelli in una tavola della sua biografia di Archimede, Rizzardi, Brescia 1737).

Tavola VII La nave Siracusana vista da prua in un modello costruito nel 1980 in Sicilia da Guido Vallone. L'originale era lungo probabilmente 280 cubiti (circa 120 metri), aveva 40 rematori per ogni gruppo di remi, era fornita di 8 enormi torri e circondata da una palizzata e da numerose macchine da guerra. Il trattato di Archimede *Sui galleggianti* è stato in ogni caso il fondamento teorico dell'equilibrio statico dei corpi immersi in un liquido, e quindi anche delle navi giganti.

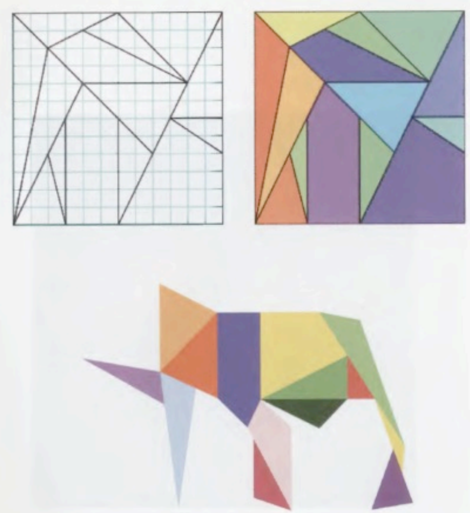


Tavola VI Le divisioni del quadrato di uno *stomachion,* il gioco-puzzle di Archimede, formato da 14 pezzi (figura A) che si potevano combinare in innumerevoli modi, ad esempio in una specie di elefante (figura B).

(Fig. 9)

Fig. 9 Lo sviluppo della spirale studiata da Archimede in un capitello ionico del Tempio di Portuno o della Fortuna Virile a Roma, costruito nel II secolo a.C. e giunto a noi quasi intatto.

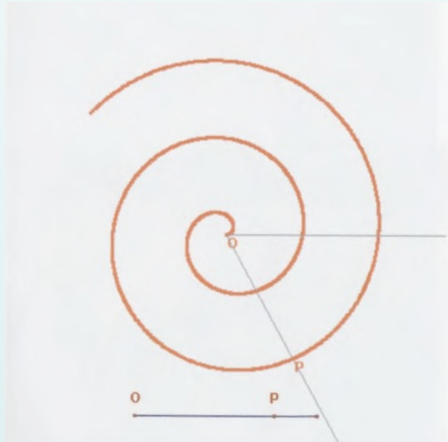


Tavola IV La spirale (antioraria come questa, oraria se ha direzione opposta) è una delle curve studiate con maggiore originalità dallo scienziato antico: la semiretta OP ruota attorno ad O, e il punto P si muove con moto uniforme su di essa.

Fig. 10 Spirale oraria, una delle curve studiate con maggiore originalità da Archimede.

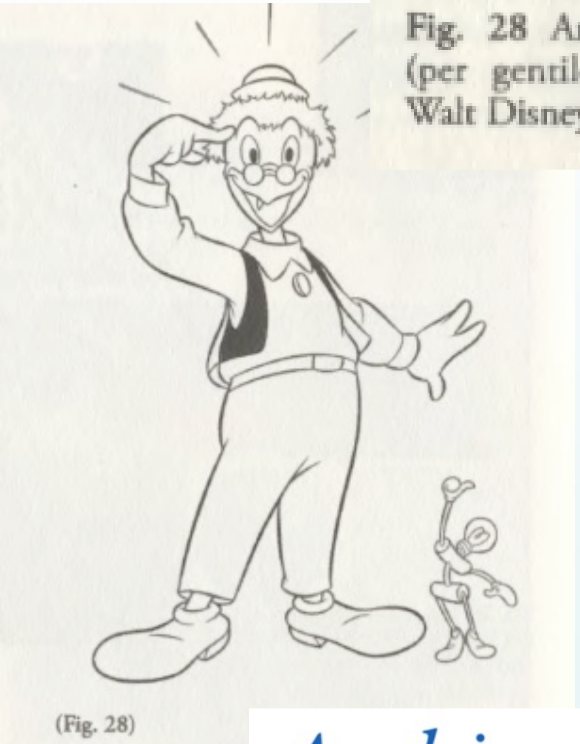
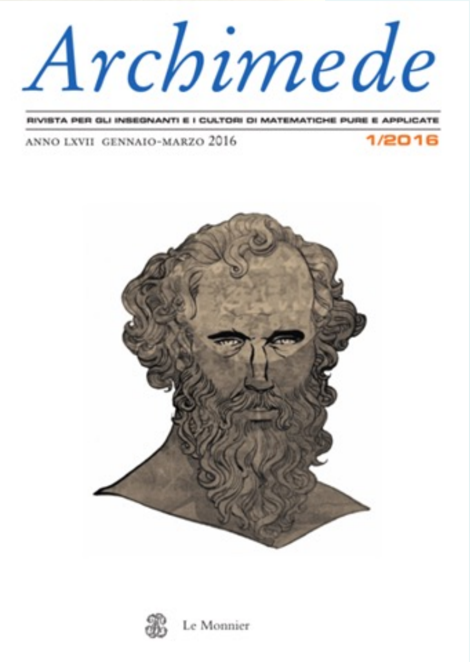


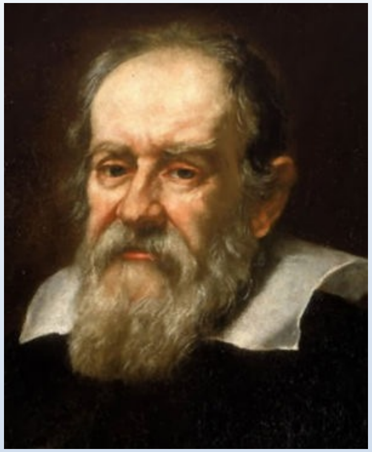
Fig. 28 Archimede Pitagorico (per gentile concessione della Walt Disney Company Italia).

Recto della medaglia Fields. Vi è inciso il volto di Archimede e la sua frase: Transire suum pectus mundoque potiri (Elevarsi al di sopra di se stessi e conquistare il mondo).

Rovescio: Congregati ex toto orbe mathematici ob scripta insignia tribuere (I matematici riuniti da tutto il mondo hanno attribuito [questa medaglia] per dei contributi eccezionali).



Un testimone unico



1564-1642

''La LEVA che solleva il mondo''

Tavola III "Datemi un punto d'appoggio e solleverò il mondo". Il principio della leva di Archimede illustrato in un particolare settecentesco del soffitto dello Stanzino delle Matematiche nella Galleria degli Uffizi a Firenze.

LA BILANCETTA

Sì come è assai noto a chi di leggere gli antichi scrittori cura si prende, avere Archimede trovato il furto dell'orefice nella corona d'oro di Ierone, così parmi esser stato sin ora ignoto il modo che sì grand'uomo usar dovesse in tale ritrovamento: atteso che il credere che procedesse, come da alcuni è scritto, co 'l mettere tal corona dentro a l'aqqua, avendovi prima posto altrettanto di oro purissimo e di argento separati, e che dalle differenze del far più o meno ricrescere o traboccare l'aqqua venisse in cognizione della mistione dell'oro con l'argento, di che tal corona era composta, par cosa, per così dirla, molto grossa e lontana dall'esquisitezza; e vie più parrà a quelli che le sottilissime invenzioni di sì divino uomo tra le memorie di lui aranno lette ed intese, dalle quali pur troppo chiaramente si comprende, quando tutti gli altri ingegni a quello di Archimede siano inferiori, e quanta poca speranza possa restare a qualsisia di mai poter ritrovare cose a quelle di esso simiglianti. Ben crederò io che, spargendosi la fama dell'aver Archimede ritrovato tal furto co 'l mezo dell'aqqua, fosse poi da qualche scrittore di quei tempi lasciata memoria di tal fatto; e che il medesimo, per aggiugner qualche cosa a quel poco che per fama avea inteso, dicesse Archimede essersi servito dell'aqqua nel modo che poi è stato dall'universal creduto. Ma il conoscer io che tal modo era in tutto fallace e privo di quella esattezza che si richiede nelle cose matematiche, mi ha più volte fatto pensare in qual maniera, co 'l mezo

cosa e' la scienza?

[...] forse stima che la filosofia **(scienza) 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 agli 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 mezi è impossibile a intenderne**

La testimonianza di Michel Serres (1930)

Consideriamo, attentamente, la ripresa del Rinascimento e l'instaurazione della scienza che preannuncia alla nostra. Quello che si distacca da Aristotele è, ancora una volta, il mondo archimedeo. I piani inclinati, la statica, un'idraulica, il pre-calcolo differenziale. E' proprio nell'Arenario che il mondo è eliocentrico, con l'appoggio di Aristarco…….Certo , Leonardo, Galilei, Torricelli e tutti fino a Descartes tagliano i ponti con il medioevo e la scolastica, ma Epicuro e anche Archimede costituiscono già un universo non aristotelico. No, la fisica e la meccanica NON nascono, ad un tratto, dal nulla o dalle sole sollecitazioni dei contemporanei, durante il rinascimento, esse rinascono, ecco tutto. Impiegeranno molto tempo per raggiungere la perfezione archimedea. I fondatori di fatto della scienza moderna,…., non dicono tanto di essere eredi di Copernico o di Galilei quanto di aver appreso il loro mestiere nell'opera di Archimede.

Tratto da M.S. ''Lucrezio e L'origine della Fisica''; sellerio ed. Palermo (2000)

OPERE di ARCHIMEDE (a noi pervenute-2016):

Sulla Sfera e il cilindro : libri due

Misura del cerchio : (tre proposizioni)

Sui conoidi : paraboloide – iperboloide - ellissoide

Sulle Spirali: Spirale di Archimede

Sull'equilibrio dei piani: Libri due. (leva-baricentri) – Baricentro segmento Parabola

Arenario: numerazione (vedi recente : un mondo di sabbia-G.Boscarino)

Quadratura parabola

Sui galleggianti: libri due- Principio di Archimede-Paraboloide gallegiante

Stomachion: divisione del quadrato in 14 parti commensurabili

Sul metodo meccanico: metodo indivisibili (lettera ad Eratostene + teoremi)

Libro dei lemmi (figure ottenute per mezzo di intersezioni di cerchi)

Problema dei Buoi (numero di buoi –bianchi-pezzaati-neri-fulvi- note relazioni)

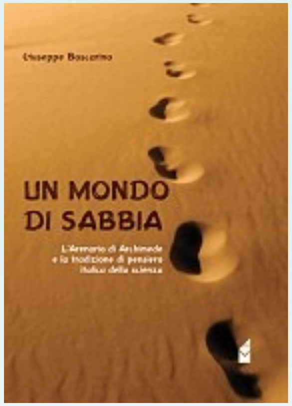
Il Sistema di ARCHIMEDE è un **SISTEMA MECCANICO COMPLETO**

- Teoria matematica degli Elementi
- Una Teora geometrica della Tangente
- Una geometria delle Figure di Rivoluzione
- Una teoria delle Spirali (Cinematica-moti)
- Un calcolo Infinitesimale
- Una meccanica dell’Equilibrio (statica estendibile agli urti tra corpi)
- Un’Idrostatica

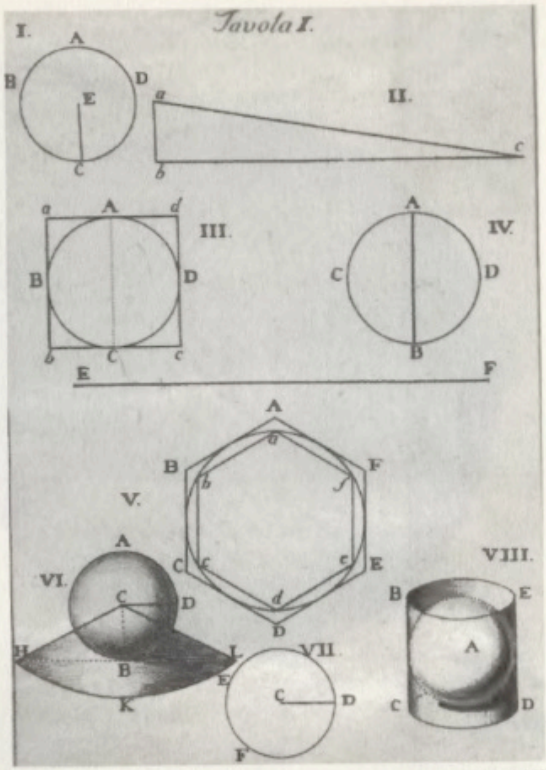
Nel breve trattato intitolato *Arenario* (in greco *Psammites*) Archimede si ripromette di contare i granelli di sabbia contenuti in una sfera che abbia come centro il Sole e come superficie il cielo delle stelle fisse. Per ottenere questo risultato egli doveva trovare un sistema di numerazione capace di esprimere numeri estremamente grandi, in qualche modo equivalente al nostro metodo posizionale o addirittura all'attuale notazione esponenziale [fig. 18]. In tal modo Archimede dimostrò la possibilità di scrivere numeri altissimi, anche se comunque minori dell'infinito,

L' *Arenario* è un raro esempio di lavoro interdisciplinare che include in un tutto unitario la matematica, l'astronomia, la fisica e la filosofia.

L'idea di un sistema eliocentrico è ivi contenuta: Aristarco da Samo (310 a.C. - 230 a.C.)



Si legga(per specialisti):
G. Boscarino, ''Un Mondo di sabbia'': L'arenario di Archimede….
ed. altro Mondo, 2010

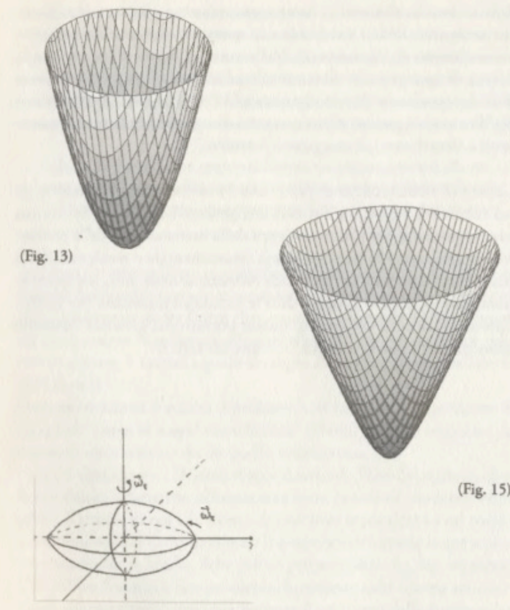


(Fig. 17)

Fig. 17 Una tavola delle *Notizie istoriche e critiche intorno alla vita, alle invenzioni ed agli scritti di Archimede Siracusano* di Gian Maria Mazzuchelli (Rizzardi, Brescia 1737). Nelle figure in alto (I e II) è rappresentata l'equivalenza fra il cerchio e il triangolo rettangolo che ha per altezza il suo raggio e per base la circonferenza; nelle figure in basso si mostra che la sfera è equivalente al cono che ha per base la superficie della sfera e per altezza il suo raggio (VI), e che la sfera inscritta in un cilindro, che ha per base il suo circolo massimo e per altezza il suo diametro, ha volume e superficie di due terzi quelli del cilindro (VIII).

$$Sup_{sfera} = 4 \times Sup_{cerchio(\max)}$$

$$3,14084507 < \pi < 3,14288571142$$



(Fig. 13)

(Fig. 15)

(Fig. 14)

Fig. 13 Un conoide rettangolo, ottenuto mediante la rotazione di una parabola
Fig. 14 Un conoide ottusangolo, ottenuto mediante la rotazione di una iperbole
Fig. 15 Sferoide di rotazione intorno all'asse z

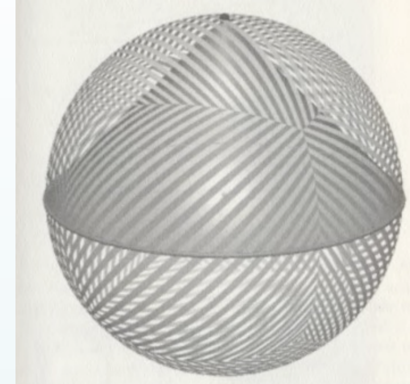


Fig. 16 Il volume di una sfera è quattro volte il volume del cono che ha per base il cerchio massimo e per altezza il raggio della sfera.

Come osserva Reviel Netz,
La superficie della sfera è un oggetto a due dimensioni che si trova immerso nello spazio tridimensionale…. Il fatto che sia uguale ad un semplice oggetto bidimensionale…… è una sorta di riduzione della curvatura ….Il mondo che ne risulta è in un certo senso meno curvo. !!!!!)

R.Netz, Archimede, in Storia delle Scienze, Ist. della Enciclopedia Italiana, vol 1. ,pag. 781

Dei tredici libri sopravvissuti alle insidie del tempo e all'incuria dell'uomo ben quattro furono dedicati da Archimede alla statica (vedi: E.J.Dijsksterhuis- ''*Archimedes*", 1956).
Essi trattano dell'equilibrio dei corpi piani e di idrostatica (galleggiamento). Avvertiamo che il termine ''*libro*" usato più si addice , più propriamente, al termine di articolo o nota scientifica, in uso nel linguaggio moderno.

Essi sono organizzati secondo lo schema ''*euclideo*", ripreso poi dallo schema dei ''*Principia*" di Newton, con struttura espositiva preceduta da assiomatica e seguita da dimostrazione.
Nel libro primo, ''*sull'equilibrio di figure piane*", vengono posti sette assiomi e da questi vengono ricavate quindici proposizioni (teoremi) seguendo il metodo ipotetico deduttivo e di riduzione all'assurdo.

Il metodo di ''esaustione" di Archimede (oggi ampiamente documentato grazie anche al recupero del ''*palinsesto di Archimede*"), come oggi si fa in molte dimostrazioni di analisi matematica, teoria delle proposizioni, geometria, ecc…, procede con la negazione della tesi per poi mostrare la sua incompatibilità con le premesse (assiomi).

Sull’equilibrio dei piani:

NOTA BENE:

I due libri ‘’sull’equilibrio dei piani (o delle figure piane)” NON contengono tutti gli scritti di Archimede sull’argomento di Statica ed Equilibrio.” Molti altri titoli di opere a noi NON pervenute sono menzionati, ma non è possibile decidere sull’argomento con sicurezza per mancanza di fonti.

Il LIBRI I (quello a cui oggi facciamo riferimento) è probabilmente un estratto di un lavoro molto più vasto, ELEMENTI DI MECCANICA, che lo stesso Archimede cita come titolo di una sua opera.

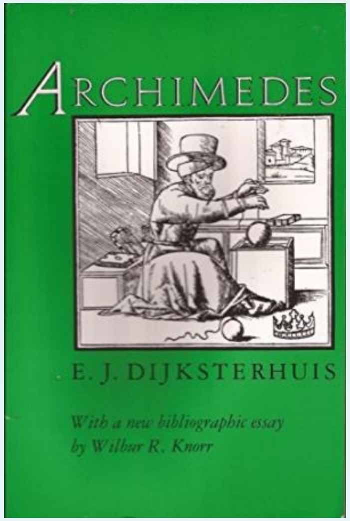
Prima ancora della comparsa dell'opera sulla statica di Archimede (287-212 a.c.) ci sono stati altri lavori in cui concetti di statica sono stati discussi, introdotti ed utilizzati anche con grande perizia.
il più antico trattato sulla ''*meccanica*" a noi pervenuto in forma compiuta è detto ''*Mechanica*'' ed è usualmente attribuito (ma non universalmente) ad Aristotele (384-322 a.c.). Chi scrive è comunque convinto che già nella scuola ''*Italica*'', pitagorica, siano da ricercare le radici della statica (e non solo), come modernamente intesa. Ci sono evidenze di lavori importanti condotti , ad esempio, da Archita di Taranto (400-365 a.c.), benché di questo grande scienziato si siano perse tutte le opere, a parte qualche frammento sparso e qualche riferimento dossografico di difficile comprensione.

Il più vicino all'approccio archimedeo è quello contenuto nel libro '' *Libro sulla Bilancia*'', attribuito ad Euclide (300 a.c.), e anche in questo caso, l'attribuzione non è avvenuta in modo unanime. In questo libro si parte da due assiomi e si procede con una tecnica dimostrativa simile a quella adottata negli ''Elementi''(geometria). Ricordiamo solo il primo assioma (libero adattamento) che è molto simile al primo assioma adottato da Archimede

''Se alle estremità di un asse di densità uniforme (pensata lineare) vengono sospesi, rispettivamente alle opposte estremità, due pesi uguali, e l'asse viene sospesa nel suo punto di mezzo, allora l'asse si dispone parallelamente alla superficie piana orizzontale."
Dai due assiomi Euclide deriva quattro teoremi che danno la dimostrazione della legge dell'equilibrio dei pesi sospesi alle estremità di un'asta.

Sull'equilibrio delle figure piane
O
CENTRI DI GRAVITÀ DEI PIANI
Libro I.

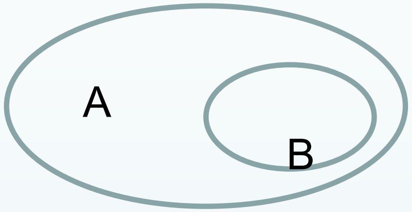
"Il trattato sull'equilibrio dei piani occupa un posto a parte nel lavoro di Archimede. Infatti, mentre tutti i suoi trattati di matematica sono costruiti su fondamenta stabiliti già tempo prima, in questo lavoro di fisica-matematica si preoccupa per primo dei fondamenti della meccanica. Lascia il dominio della matematica pura per quello delle scienze naturali considerate dal punto di vista matematico: egli espone certi postulati su cui si basa la teoria dell'equilibrio, ed è quindi il primo a stabilire la stretta interrelazione tra la matematica e la meccanica, che diventerà di vasta portata per la fisica così come per matematica"



Tradotto dal trattato di (**E.J.Dijksterhuis-1956)**

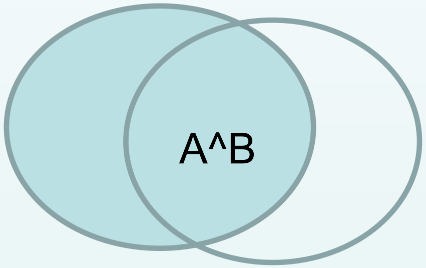
CONCETTI o IDEE di LOGICA MATEMATICA USATE DA ARCHIMEDE:

$A \supset B$ ‘ Da A segue B – DA A SEGUE B- ”



$A \supseteq B$ A IMPLICA B e VICEVERSA

$A \wedge B$ Vale A e B



$E_{=}$ ‘’EQULIBRIO’

$E_{>}$ $E_{<}$ ‘’NON EQUILIBRIO PENDE o INCLINA verso >, o VERSO < ’

$x \in A$ L’individuo X è un elemento della classe A

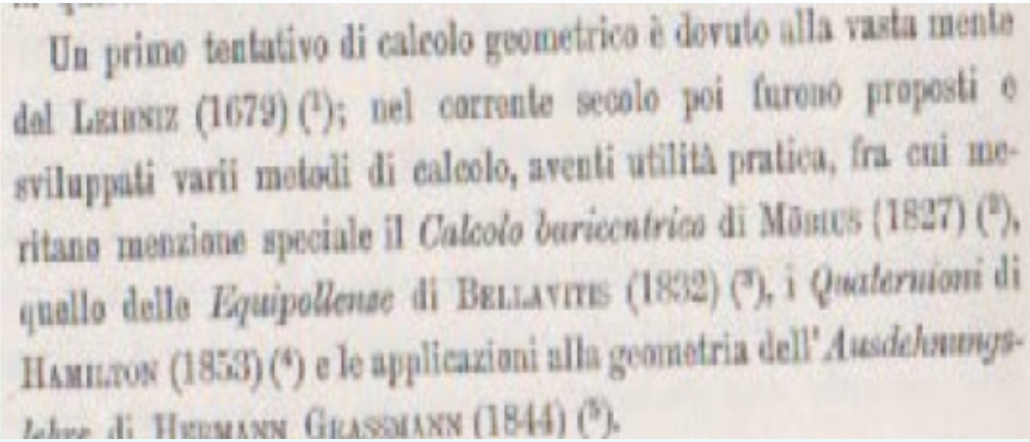
$$l' idea\ di\ UGUALE \cdots indicata\ con =$$

$$1.)\ x = x$$

$$2.)\ x = y \supset y = x$$

$$3.)\ (x = y) \wedge (y = z) \supset x = z$$

I simboli della logica usati sono quelli introdotti dal logico-matematico G.Peano



Un primo tentativo di calcolo geometrico è dovuto alla vasta mente dal Leibniz (1679) (1); nel corrente secolo poi furono proposti e sviluppati varii metodi di calcolo, aventi utilità pratica, fra cui meritano menzione speciale il *Calcolo baricentrico* di Möbius (1827) (2), quello delle *Equipollenze* di Bellavitis (1832) (3), i *Quaternioni* di Hamilton (1853) (4) e le applicazioni alla geometria dell'*Ausdehnungslehre* di Hermann Grassmann (1844) (5).

CALCOLO GEOMETRICO

secondo l'Ausdehnungslehre di H. Grassmann

PRECEDUTO DALLE

OPERAZIONI DELLA LOGICA DEDUTTIVA

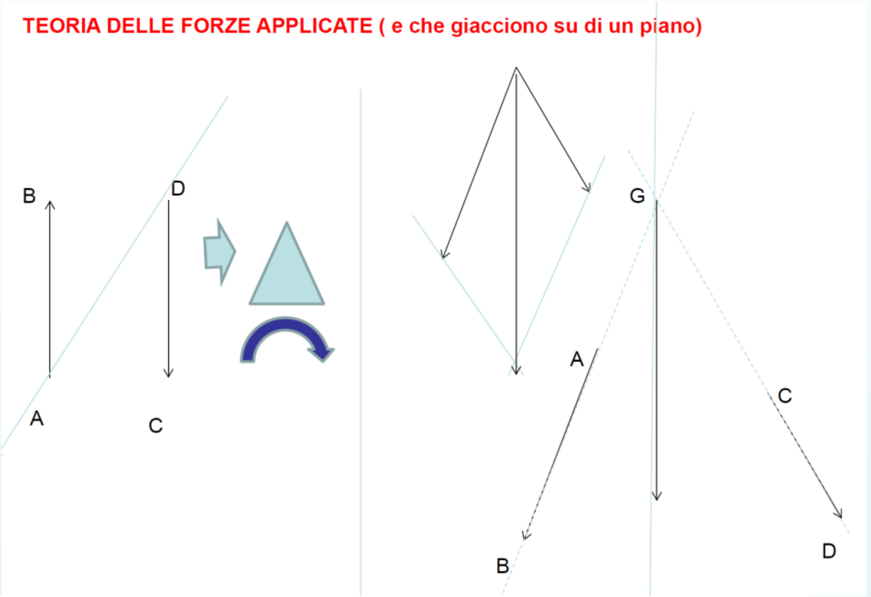
PER

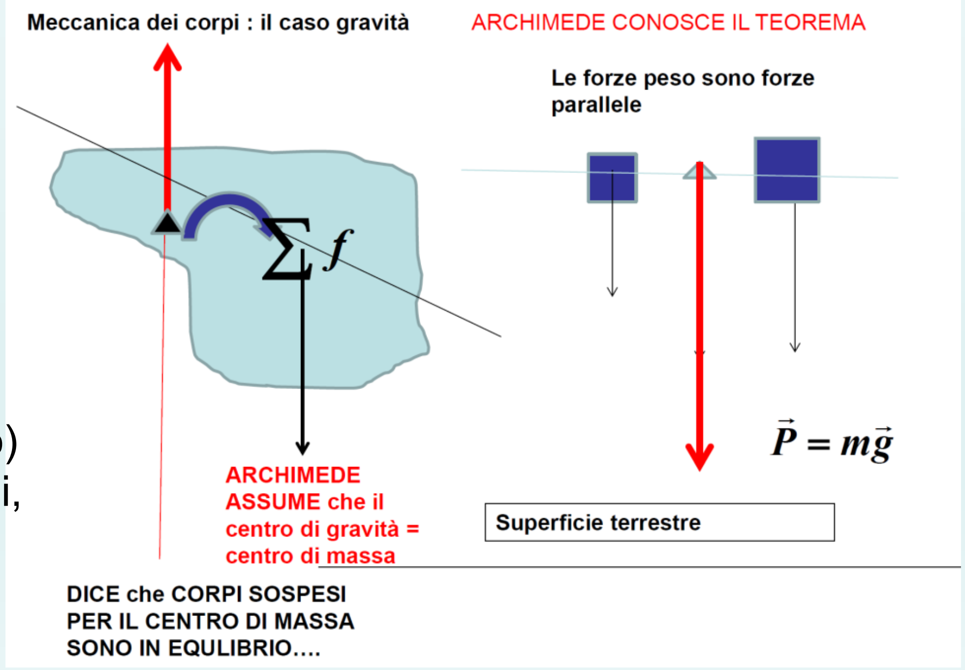
GIUSEPPE PEANO

PROFESSORE NELLA R. ACCADEMIA MILITARE

INCARICATO NELLA R. UNIVERSITÀ DI TORINO

1858-1932





Calcolo Vettoriale classico (sistema minimo)

Nella forma completa (operatori differenziali,

$$\nabla, \nabla\bullet, \nabla\times$$

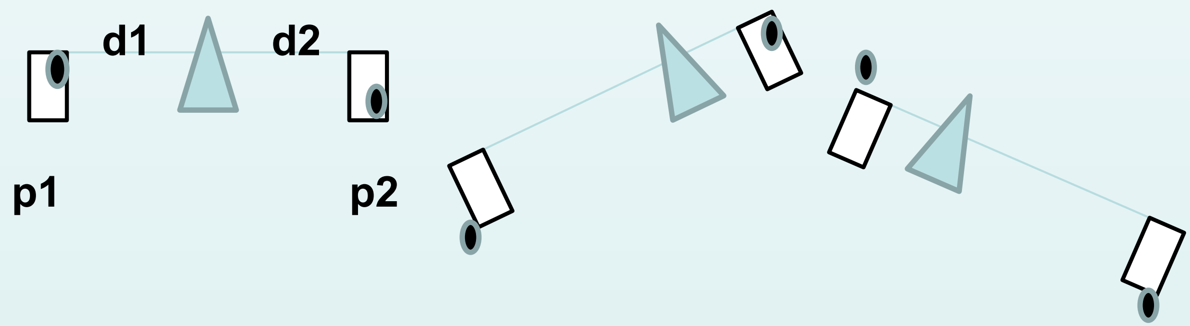
ON THE EQUILIBRIUM OF PLANES, Book I.
English version from E.J.Dijsksterhuis-1956

contenuto:
n.7 postulati
Molti teoremi (proposizioni)

Nel seguito discuto solo
n. 7 proposizioni, tra cui il famoso teorema, noto come principio della leva (proposizione VI e VII)

POSTULATO

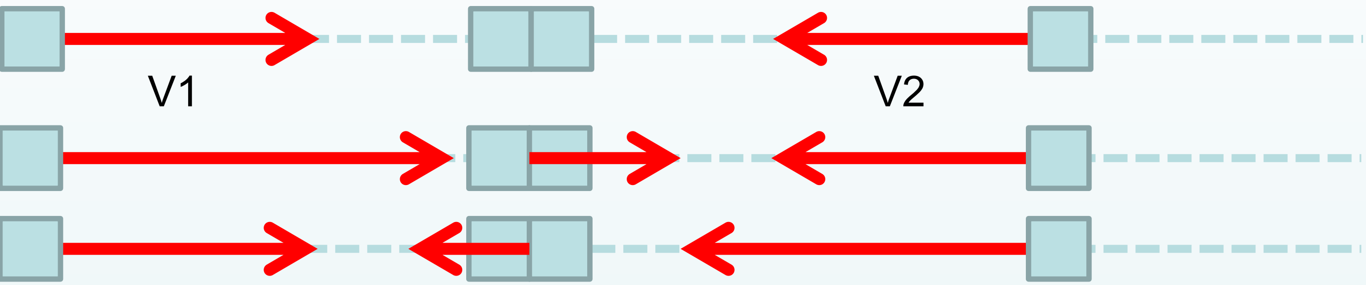
1. **Uguali pesi (sospesi da bande opposte) a distanze uguali sono in equilibrio, e sospesi a distanze non uguali non sono in equilibrio, ma si ha inclinazione verso il peso che è alla distanza maggiore.**



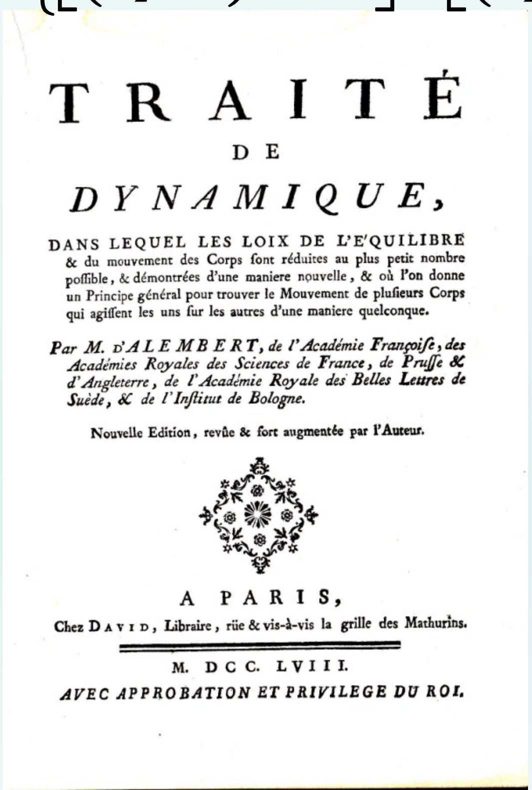
$$\left\{\frac{p_1}{p_2}=1\right\}\supset\left\{\left[\left[\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supseteq E_=\right]\wedge\left[\left(\frac{d_1}{d_2}>1\right)\supseteq E_>\right]\wedge\left[\left(\frac{d_1}{d_2}<1\right)\supseteq E_<\right]\right]\right\}$$

Prima formalizzazione (a me nota) : S.Notarrigo '' Archimede e la fisica'' , Mondotre -1988- cooperativa ''Laboratorio'' anno II-Num. 4-5 (1988) –Siracusa

Importanza della Formalizzazione (applicazione agli urti corpi anelastici):



$$\left\{\frac{m_1}{m_2}=1\right\}\supset\left\{\left[\left(\frac{v_1}{v_2}=1\right)\supseteq E_{=}\right]\wedge\left[\left(\frac{v_1}{v_2}>1\right)\supseteq E_{>}\right]\wedge\left[\left(\frac{v_1}{v_2}<1\right)\supseteq E_{<}\right]\right\}$$



TRAITÉ

DE

DYNAMIQUE,

DANS LEQUEL LES LOIX DE L'E'QUILIBRE & du mouvement des Corps ſont réduites au plus petit nombre poſſible, & démontrées d'une maniere nouvelle, & où l'on donne un Principe général pour trouver le Mouvement de pluſieurs Corps qui agiſſent les uns ſur les autres d'une maniere quelconque.

Par M. D'ALEMBERT, de l'Académie Françoiſe, des Académies Royales des Sciences de France, de Pruſſe & d'Angleterre, de l'Académie Royale des Belles Lettres de Suède, & de l'Inſtitut de Bologne.

Nouvelle Edition, revûe & fort augmentée par l'Auteur.

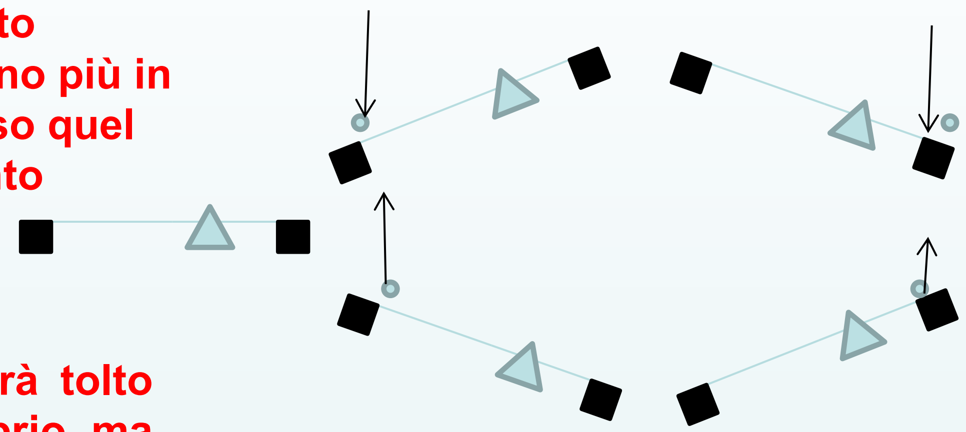
A PARIS,

Chez DAVID, Libraire, rüe & vis-à-vis la grille des Mathurins.

M. DCC. LVIII.

AVEC APPROBATION ET PRIVILEGE DU ROI.

II. Se pesi sospesi a determinate distanze sono in equilibrio, allora se è aggiunto qualcosa a uno dei pesi, essi non sono più in equilibrio, ma si ha inclinazione verso quel peso per cui qualcosa è stato aggiunto



III. similmente che, se qualcosa sarà tolto da uno dei pesi, non si ha più equilibrio, ma si ha inclinazione per quel peso dal quale nulla è stato tolto.-

VI –Se pesi sospesi a certe distanze sono in equilibrio , allora altre grandezze a quelle uguali sono in equilibrio se sospesi alla stessa distanza.

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=\alpha\right)\supset E_{=}\right]\supset$$

$$\left[\left(\left(\frac{p_1}{p_2}\right)>a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=\alpha\right)\supset E_{>}\right]\wedge\left[\left(\left(\frac{p_1}{p_2}\right)<a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=\alpha\right)\supset E_{<}\right]\wedge\left[\left(\left(\frac{q_1}{q_2}\right)^{*}=a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=\alpha\right)\supset E_{=}\right]$$

Prop. I) pesi che sono in equilibrio sospesi a distanze uguali sono uguali

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\wedge E_{=}\right]\supset\left(\frac{p_1}{p_2}=a=1\right)$$

Proof: infatti, se essi fossero non uguali, levando dal più grande il peso in eccesso rispetto al minore, l'equilibrio verrebbe disturbato per il post.III, ma a causa del postulato I essi dovrebbero risultare in equilibrio.

Proof. : poniamo
a>1 ,
Dal post.. III segue…)

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=a>1\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_{=}\right]\supset\left[\left(\left(\frac{p_1}{p_2}\right)=1<a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_{<}\right]$$

IN CONTRASTO CON POST. I

Prop. II) Pesi non uguali sospesi a distanze uguali non stanno in equilibrio, ma si avrà inclinazione dalla parte ove è sospeso il peso maggiore.

$$\left[\frac{d_1}{d_2}=1\right]\supset\left[\left(\frac{p_1}{p_2}>1\right)\supset E_>\right]\wedge\left[\left(\frac{p_1}{p_2}<1\right)\supset E_<\right]$$

proof: Se dal peso che è più grande si leva l'eccedenza rispetto al peso minore, allora si avrà equilibrio (post. 1). Se allora si ripristina la situazione originale, si deve ottenere l'inclinazione dalla parte in cui e' sospeso il peso maggiore.

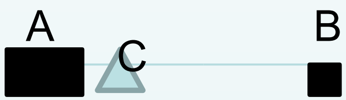
proof.: let be
α=1 e a=1

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=1\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_=\right]\supset\left[\left(\left(\frac{p_1}{p_2}\right)>1\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_>\right]\wedge\left[\left(\left(\frac{p_1}{p_2}\right)<1\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_<\right]$$

Prop.III-Pesi non uguali possono essere in equilibrio solo a distanze non uguali, il piu' grande dei pesi essendo sospeso alla minore distanza (dal punto di sospensione)

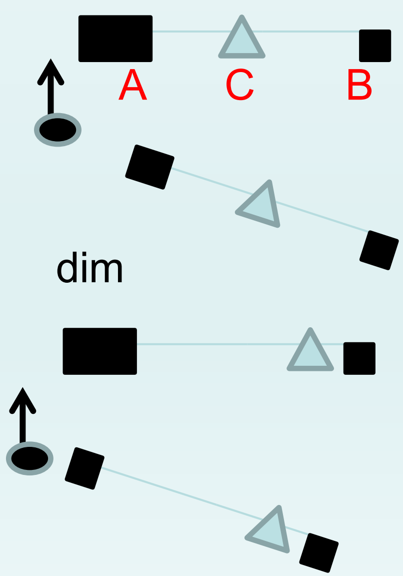
$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}>1\right)\wedge E_= \supset \left(\frac{d_1}{d_2}<1\right)\right]$$

In Fig.1 , sia il peso A > peso B
Si deve provare che dist(AC) < dist(CB)



Proof:

Se il peso A-B e' tolto da A, allora si deve avere inclinazione verso B(post. III). Ma questo è assurdo se fosse AC=BC (Post I). Ma anche se AC > CB (post I). L'unica possibilità è che AC<CB



Dim. if a>1, α=1

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=a>1\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_=\right]\supset$$

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=1<a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supset E_<\right]$$

Absurdum. by post.I

α>1

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=a>1\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=\alpha>1\right)\supset E_=\right]\supset$$

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}=1<a\right)\wedge\left(\frac{d_1}{d_2}=\alpha>1\right)\supset E_<\right]$$

Abs. by post.I

Exercise: For the reader (let be proof) :

$$\left[\left(\frac{p_1}{p_2}<1\right)\wedge E_= \supset \left(\frac{d_1}{d_2}>1\right)\right]$$

VOCABOLARIO

f : Corpo (figura geometrica piana con massa)

$\phi(f) = f$: Figura geometrica del corpo

$\cong$: Sovrapposizione con coincidenza

$\sum f = m_f B$: Baricentro del corpo o punto massa

$f \cup g$: Corpo (pensato) composto dai due corpi

$A \perp B$: Punto di mezzo

$f = g$: I corpi hanno la stessa massa : $m_f = m_g$

$[f, P]$: Corpo sospeso in P

$\{[f, P] \supseteq E_=\} \supseteq \sum f \cong P$ Sospendendo il corpo nel baricentro si ha equilibrio

$\approx$: Simile

$\in$: E' un = appartiene

$\therefore$: Similmente posto

IV- Se due figure (sovrapposte) coincidono anche i baricentri dei corpi coincidono

$$[\phi(f) \cong \phi(g)] \supset [\sum f \cong \sum g]$$

V- Se due figure sono simili anche i baricentri dei corpi sono similmente posti

$$[\phi(f) \approx \phi(g)] \supset [\sum f \therefore \sum g]$$

VII- Se una figura è convessa il baricentro del corpo appartiene alla figura

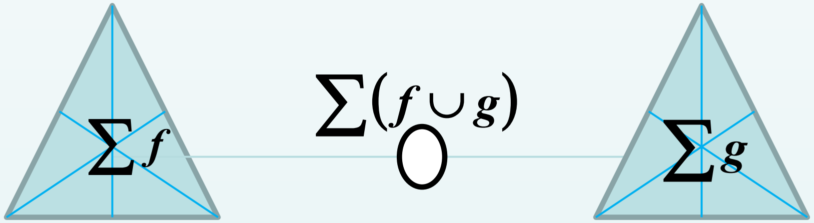
$$[\phi(f) \in C] \supset [\sum f \in \phi(f)]$$

Prop. IV

Se due corpi (figure materiali) hanno la stessa massa e non hanno lo stesso baricentro allora il corpo composto ha il baricentro nel punto di mezzo della retta che congiunge i baricentri delle due figure

$$\{(f=g)\wedge[\sum f\neq\sum g]\}\supset\{\sum(f\cup g)\cong[\sum f\perp\sum g]\}$$

$$\{(f=g)\wedge[\sum f\neq\sum g]\}\supset\{\sum(f\cup g)\cong[\sum f\perp\sum g]\}$$



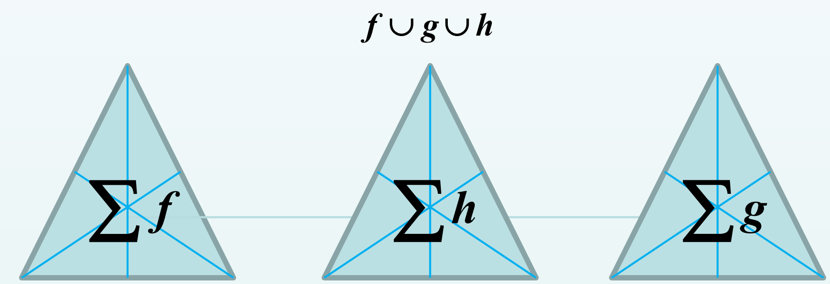
$$[\sum f\perp\sum g]\equiv P\supseteq\left\{\frac{d(\sum f,P)}{d(\sum g,P)}=\frac{d_1}{d_2}=1\right\}\wedge\{\sum f\neq\sum g\}$$

$$\left\{\frac{p_1}{p_2}=1\right\}\supset\left\{\left(\frac{d_1}{d_2}=1\right)\supseteq E_=\right\}$$

Valida per il postulato I

Prop. V

Se tre corpi hanno masse uguali e i loro baricentri stanno sulla stessa linea retta, e se le distanze tra i loro baricentri sono uguali, il baricentro del corpo composto coincide con il baricentro del corpo che sta in mezzo.



$$\left\{(f=g)\wedge(g=h)\wedge\left[\frac{d\left(\sum f,\sum g\right)}{d\left(\sum h,\sum g\right)}=1\right]\right\}\supset$$

$$\left\{\sum(f\cup g\cup h)\cong\sum g\right\}\cong\left\{\sum f\perp\sum h\right\}$$

Le proposizioni IV e V si estendono al caso di una intera famiglia di oggetti:

$$f,g,h,l,m,\ldots\ldots$$

Prop. VI

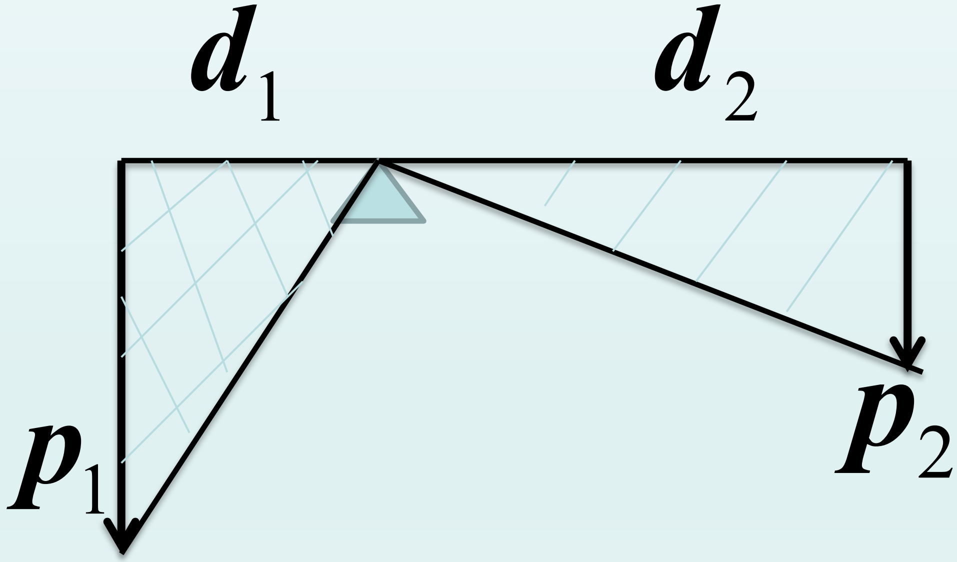
Corpi di massa commensurabile (rapporto razionale) sono in equilibrio se sospese a distanze inversamente proporzionali alle loro masse.

Prop. VII

Corpi di massa NON commensurabile (rapporto irrazionale) sono in equilibrio se sospese a distanze inversamente proporzionali alle loro masse.

$$p_1 : p_2 = d_2 : d_1$$

$$p_1 \bullet d_1 = p_2 \bullet d_2$$

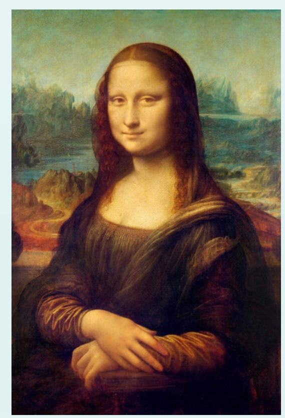


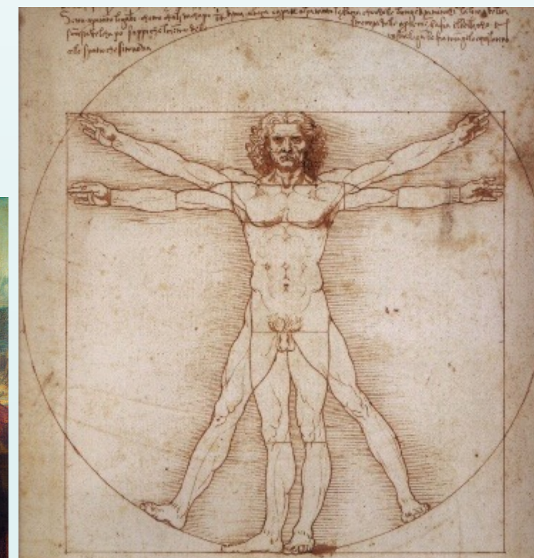
La conservazione della quantità di moto in Leonardo da Vinci (*)

Angelo Pagano

INFN – Sezione di Catania
Dipartimento di Fisica ed astronomia ‘’Ettore Majorana» –Univ. Di Catania
Accademia degli Zelanti e dei Dafnici di Acireale

15 aprile 1452- Vinci (Italia)
2 maggio 1519- Amboise
(Francia)





(*) per la redazione della seguente nota mi sono avvalso liberamente di note redatte in fogli manoscritti e a me inviati dal Chi.mo Prof. Erasmo RECAMI.

Piano del programma (vasto):

1) Motivi per occuparsi di Leonardo (Fisico)
2) Importanza del metodo sperimentale in Leonardo
    2a) Equilibrio su di un piano inclinato
    2b) Esperimenti sull'attrito
3) La fisica al tempo di Leonardo
4) Problema del significato dei termini in Leonardo
5) Legge di Inerzia
6) Caduta dei gravi : $v \propto \Delta t$ (velocità di caduta proporzionale al tempo)
7) Principio della conservazione della Q.M. (quantità di moto)
8) Conclusioni

Motivi Storici

L'analisi dell' opera scientifica di Leonardo (L.), pur apparentemente tanto sviluppata, presenta tuttavia una serie di gravi problemi aperti, dovuti a vari motivi. Ad esempio,

1) <u>L. scrisse una grande quantità di appunti per sé senza quasi mai ordinarli in vista della pubblicazione;</u>

2) i suddetti appunti non sono generalmente datati: cioè, non è facile seguire il corso dell'evoluzione del pensiero di L.;

3) Gran parte dell'opera di L. è stata dispersa in singoli fogli;

4) moltissimi manoscritti sono andati perduti.

Tenendo conto del fatto che i manoscritti scientifici di L., essendo spesso appunti personali, sono a volte di difficile interpretazione e altre volte --naturalmente-- in contraddizione tra loro, si può dire che una sicura ricostruzione del pensiero scientifico di L. potrà essere fatta solo quando si sarà trovato (e applicato) un metodo per datare gli scritti di L. (sullo stesso foglio, tra l'altro, ci sono annotazioni di tempi differenti) così da seguire il variare delle sue concezioni, dal falso al vero o, magari, dal vero al falso.

OSSERVAZIONE DI CARATTERE GENERALE:

Le parti di carattere scientifico degli scritti lasciateci da pensatori più o meno antichi ci sono perlopiù note solo attraverso le traduzioni in linguaggio moderno dei letterati, che non rendono minimamente il significato, perché per tradurre – come ben noto - bisogna prima capire. Persino nel caso di un autore abbastanza recente come L. ci si trova davanti a commenti totalmente errati che sviliscono il pensiero originale. E non parliamo degli autori greci, o più antichi ancora.

Per restare a L., citiamo che un autore [4], – sviato dalla natura degli appunti personali di L. – è giunto ad accusare il nostro di essere tanto ignorante da non conoscere neppure la propria lingua, dimenticando così che L., dopo una educazione aristocratica, sempre frequentò le corti più colte del suo tempo:

Truesdell chiama L. << uneducated and nearly illitterate>> (probabilmente punto dal fatto che L. combatteva la cultura puramente “libresca” e <<le scienze che principiavano e finivano nella mente>>)

Non possiamo dunque essere d’accordo con le incomprensioni di autori quali il Truesdell [5] o J.M. Randall [6], i quali accusano in verità gli studiosi italiani di campanilismo o di esaltazioni ingiustificate nell’esame degli scritti di uomini di scienza del passato come L. e, pure, perfino Galileo, salvo poi comportarsi in quel modo verso gli “antenati” di lingua anglosassone.

[4] C. Truesdell: “ Essays in the history of mechanics “ , Springer, Berlin (1968).
[5] Op. cit in nota 4, p. 33.
[6] J.M. Randall: “ le radici del pensiero scientifico”, a cura di P.P. Wiener & A. Noland , Feltrinelli, Milano (1979).

Il metodo sperimentale in Leonardo(cenni)

Premettiamo che l'uso della lingua di Dante, invece della lingua latina, pure negli scritti scientifici -- uso dovuto in massima parte al significato di appunti personali dei manoscritti leonardeschi-- è anche indice del desiderio di L. di abbandonare la tradizione (centrata soprattutto sul commento di opere altrui) per avvicinarsi con nuova freschezza alla realtà:

"La sapienza è figliola della isperienza. Fuggi i precetti di quelli speculatori che le loro ragioni non son confermate dalla isperienza."

<u>In ciò L. precorse, soprattutto, Galileo</u>.

Non siamo d'accordo, pertanto, con gli autori che attribuiscono questa caratteristica leonardiana alla ignoranza della lingua latina [5]. Del resto questa pretesa ignoranza si scontra con l'evidenza storica, ben documentata, della costante lettura da parte di L. dei testi (in traduzione latina) di Archimede [7], che egli studiò con profondo interesse e, probabilmente, prese a modello per lo studio delle sue opere fisiche ed ingegneristiche.

[7] P. d'Alessandro e P.D. Napolitani: ''Archimede Latino", Sciences et Savoir, Vol. 1, ISBN:978-2-251-22001-7, Les Belles Lettres, Paris (2012).

Il moderno metodo sperimentale, che comporta una proporzionata interazione tra teoria ed esperimento, si può considerare nato dalla sintesi di due tendenze del rinascimento :

1) lo sviluppo di una pratica sperimentale tra gli artigiani, i costruttori di strumenti, e soprattutto gli artisti e ingegneri italiani;

2) lo sviluppo di una "teoria metodologica" tra gli studiosi, ad esempio, dell'università di Padova. Sintesi questa che si compirà pienamente solo nel XVII secolo soprattutto con Galileo.

Ma L. si approssimò notevolmente al moderno metodo sperimentale per la sua fede nel valore dell'esperimento:

"ma prima farò alcuna esperienza, avanti che io più oltre proceda, perché mia intenzione è allegare prima l'esperienza, e poi con la ragione dimostrare perché tale esperienza è costretta in tal modo ad operare"

I risultati che egli raggiungerà sull'attrito o sull'equilibrio lungo un piano inclinato o sulla caduta di un grave, sono il frutto di ricerche ed esperienze sistematiche seguendo quella norma che è fondamentale nella scienza moderna e che egli così efficacemente esprime:

“ E questa esperienza si faccia più volte, acciò che qualche accidente non impedissi o falsassi tale prova, che la esperienza fossi falsa, e ch’ella Ingannassi o no il suo speculatore’’ (Cod. M.57r) .

Tra l’altro, L. sottolinea il secondo polo del metodo dichiarando, come noto:

“ nissuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, s’essa non passa per le matematiche dimostrazioni,….”(Cod. Urbinate I)
e ancora:

“nessuna certezza è dove non si può applicare una delle scienze matematiche, ove che non sono unite con esse matematiche” (Cod. G. 96v)

Accenneremo esplicitamente agli studi di L. sull'equilibrio lungo il piano inclinato e sull'attrito, per fornire due esempi dell'effettiva attività sperimentale svolta da L. [8]

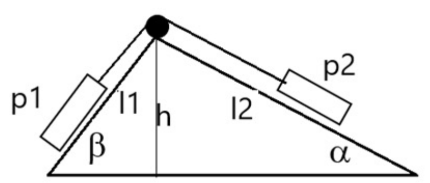
La condizione di equilibrio di un grave su un piano inclinato era stata ottenuta da Giordano Nemorario, studioso medievale, della cui vita si conosce ben poco ma le cui opere ebbero una risonanza piuttosto ampia per tutto il medioevo: e verosimilmente L. prima o poi ne viene a conoscenza. E' probabile che L. abbia trattato l'argomento prima di venire a conoscenza della soluzione di Giordano.
Comunque vi è una importante differenza tra L. e Giordano nella espressione finale dell'inclinazione del piano inclinato.
Infatti, mentre Giordano N. (vedi Fig. 1) si era limitato a trovare la relazione:

$$(1) \qquad p1:p2=l1:l2$$

L. associa le inclinazioni dei due piani inclinati ai seni dei rispettivi angoli α e β (come diremo in linguaggio moderno) , con ragionamenti formali che portano alla relazione:

$$(2) \quad p1:p2= \ h/l2 : \ h/l1$$

[8] R. Marcolongo : " La Meccanica di L. da Vinci", volume degli atti della R. Acc. Sc. Fis e Mat. , (2) 19, No. 2 , p .52 , S.I.E.M, Napoli (1932).



p1 : p2 = (h/l2) : (h/l1) (Leonardo)

p1: p2 = l1 :l2 (Giordano N.)

Figura 1.

sottolineiamo a questo punto l'interessante verifica sperimentale della relazione (2) che L. compie nel man. H 81v, dove, quanto alla fig.2 , scrisse :

" tale sarà alla bilancia il peso ab quale è il peso cd".

In ciò L. precorre la celebre interpretazione di Stevino.

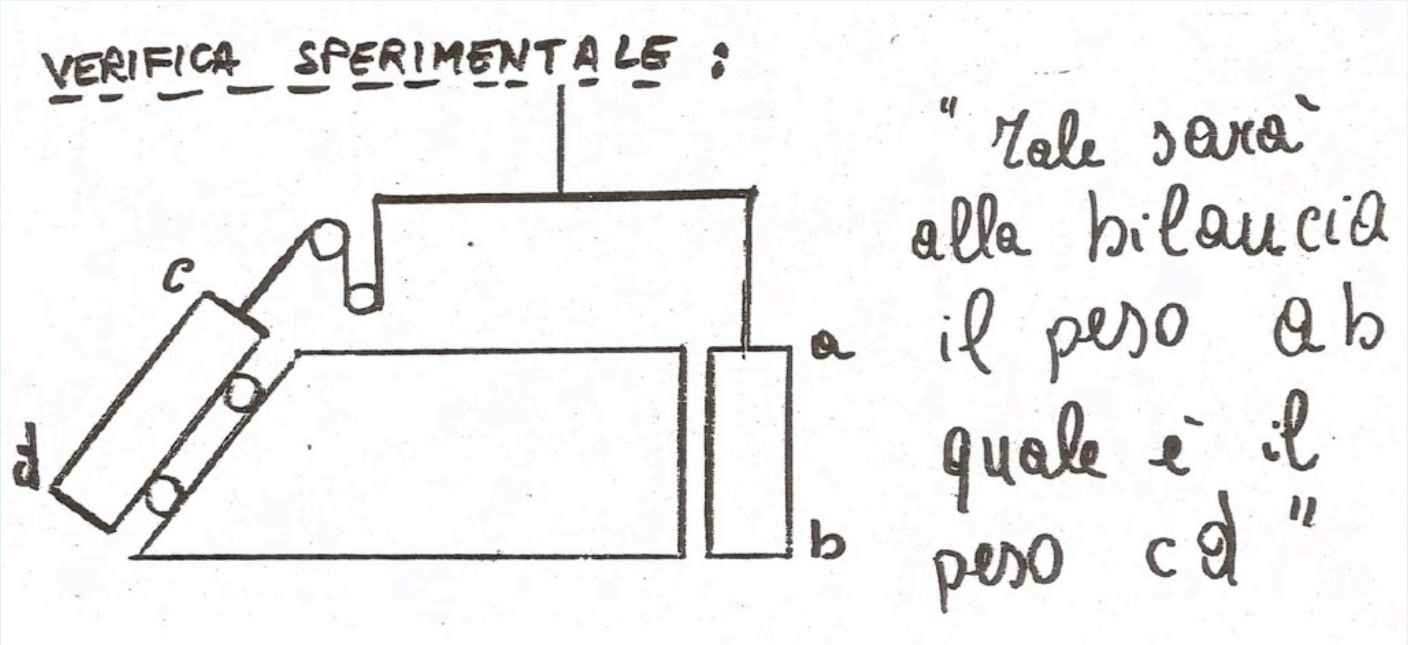


Figura 2.

Passando al secondo esempio, è noto che L. esperimentò lungamente intorno alle proprietà dell'attrito [9]; L. compie molte osservazioni corrette, e determina precisamente, trattando degli effetti dell'attrito radente sui piani inclinati, per il coefficiente di attrito, il valore medio di ¼. Ad esempio, riferendosi alla figura n.3 , L. afferma [10] che quanto meno il piano è inclinato rispetto all'orizzonte, tanto più aumenta Q_2 e diminuisce Q_1 ; L. afferma inoltre che il grave è disposto a scendere lungo il piano inclinato quando la inclinazione è tale che la pendenza eguaglia il coefficiente di attrito (Fig.3) , ovvero quando:

$P = f\,Q_2 + Q_1$ (forza ascendente necessaria a trascinare il peso Q lungo il piano = attrito radente+ componente peso lungo piano)

Quando la componente del peso lungo il piano uguaglia l'attrito, si ha equilibrio (sul piano): $Q_1 = f\,Q_2$ (f per L. è uguale a ¼, valore questo che, visti i materiali con i quali operava L., costituisce una approssimazione realistica.)

[9] cfr. ad es: le riproduzioni degli strumenti usati da L. esposte presso il
Milano.

[10] vedi ad esempio , G. Canestrini : "attrito e trazione nella meccanica
Stat. Tipogr. del Genio Civile, Roma (1939).

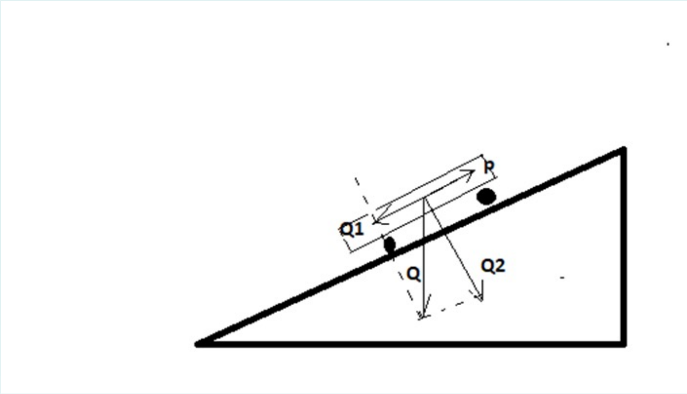


Figura 3

La nostra conclusione è pertanto opposta a quella riportata in ref. [7] dal Truesdell : “ Lack of Latin not only shielded Leonardo from the Platonic blight but also kept him from fìrst-hand knowledge of the mathematics and mechanics of the schoolmen”. In particolare la “prova” che egli adduce a sostegno della sua tesi

: “Although Leonardo' s remarks on the principles of motion are closer to Western science than are the views of the literary humanists, they seem to be mere garblings of university commonplaces, perhaps picked up in conversation. Indeed, they remind me of the views of modem poets on quantum theory and nuclear fission. Advance in basic mechanics had to wait for such scholars as Cardano and Galileo, who studied systematically and exhaustively before asserting independence” (sottolineatura nostra).

La seguente frase di Leonardo [16]:

“ Nissuna umana investigazione si può dimandare vera scienza, s'essa non passa per le matematiche dimostrazioni.» ” (Atlante 147 v.a)

Si può considerare il manifesto scientifico di Leonardo che anticipa l’interpretazione moderna del concetto di scienza. Basta pensare che perfino in tempi recentissimi (e non sospetti) anche Einstein enunciava nelle sue note biografiche il medesimo concetto:

“ una volta in possesso di condizioni formali abbastanza stringenti, non c’è bisogno di una grande conoscenza dei fatti per costruire una teoria…” [17]

[16] vedi ad esempio anche: Leonardo: “Trattato sulla pittura”, Newton Compton, p. 3 (1996).

[17] A. Einstein: Note autobiografiche in “A. Einstein: scienziato e filosofo’’ , a cura di A. Schilpp , Einaudi, Torino, (1958) ; vedi anche E. Recami, “civiltà delle macchine”, 26 (3-6), p.110 (1978) .

CONSERVAZIONE DELLA QUANTITA' DI MOTO .

A questo punto vogliamo sottolineare una importante novita' che contraddice una poco accurata affermazione del Randall [8] quando afferma: “ There is not discoverable, in LEONARDO's Codici, a single theoretical scientific idea that is essentially new, or that was unknown in the organized scientific schools ofitaly in his day.”

Ci sembra che, finora, non sia mai stato messo in evidenza che L. enunciò anche la CONSERVAZIONE DELLA QUANTITA' DI MOTO .

Egli scrisse esplicitamente, infatti, due frasi (Arundel Codice 263, 83) che dobbiamo riportare a sostegno della nostra tesi. La prima tratta dell’urto tra due masse uguali, in particolare la condizione in cui la massa m1 in moto urta la massa m2 in quiete (m1=m2) , supponendo che l’urto sia quasi elastico:

“…allora in tale percussione l’objecto percorso lascia nel suo sito il mobile che’ l percosse , e lui seguita il rimanente del moto che restava al primo mobile

Qui implicitamente L. sembra indicare la possibilità di una anelasticità nell’urto con perdita di energia cinetica (concetto non esplicitato da L. nel commentare la sua proposizione) ed in ciò mostrando piena coscienza del fatto che la conservazione della quantità di moto e conservazione dell’energia sono due concetti indipendenti. La prima scaturisce dall’uguaglianza dell’azione e reazione (III principio della dinamica di Newton), mentre la seconda è principio di conservazione autonomo.

E la seconda frase che completa la prima:

“ (omissis) una potenza deve cacciare 100 braccia una cosa vinta da lei, e quel nel suo obbedire trova intoppo: hai ordinato che la potenzia del colpo ricausi nuovo movimento, il quale per diversi balzi, recuperi la intera somma del suo debito viaggio. E se tu misurerai la via fatta da detti balzi, tu troverai essere tale lunghezza, qual sarebbe a trarre, con la medesima forza, una simil cosa libera per l’aria.”

Che suggerisce la conservazione della quantità di moto in direzione parallela al piano sul quale si ha rimbalzo, supponendo evidentemente trascurabile, nel breve tratto, l’attrito con l’aria.

conclusioni

In questa breve nota abbiamo visto che L., attraverso il metodo sperimentale e le matematiche dimostrazioni, mostra di possedere gli elementi essenziali di quel vasto programma scientifico che culminerà con Galileo prima e con Newton dopo all'edificio teorico della meccanica classica, modernamente intesa; e, in particolare, aveva già chiaro il principio della conservazione della Quantità di Moto.

Bibliografia

[1] Vedi : A. Agostini: “la prospettiva e le ombre nelle opere di L. da Vinci” , Domus Galileiane, Pisa (1959).

[2] Vedi : “l’uomo e la natura” di L. da Vinci, a cura di M. De Micheli ,Univ. Econ. I classici Feltrinelli, Milano (2018).

[3] Museo della Scienza e della Tecnica, Via S. Vittore, Milano

[4] C. Truesdell: “ Essays in the history of mechanics “ , Springer, Berlin (1968).

[6] J.M. Randall: “ le radici del pensiero scientifico”, a cura di P.P. Wiener & A. Noland , Feltrinelli, Milano (1979).

[7] P. D’Alessandro e P.D. Napolitani: ‘’Archimede Latino”, Sciences et Savoir, Vol. 1, ISBN:978-2-251-22001-7, Les Belles Lettres, Paris (2012).

[8] R. Marcolongo : ’’ La Meccanica di L. da Vinci”, volume degli atti della R. Acc. Sc. Fis e Mat. , (2) 19, No. 2 , p .52 , S.I.E.M, Napoli (1932).

[[10] vedi: G. Canestrini : “attrito e trazione nella meccanica di Leonardo”, Annali dei lavori pubblici, Fasc. n. 2, Stat. Tipogr. del Genio Civile, Roma (1939).

[12] Leonardo: “Trattato sulla pittura”, Newton Compton, p. 3 (1996).

[13] A. Einstein: Note autobiografiche in “A. Einstein: scienziato e filosofo’’ , a cura di A. Schilpp , Einaudi, Torino, (1958) ;