

Il modello meccanico dei corpi solidi della fisica di Democrito

Angelo Pagano

INFN-Sezione di Catania e Dipartimento di Fisica e Astronomia

Università di Catania

Associazione culturale Salvatore Notarrigo

MONDOTRE - La Scuola Italica



XXXI Convegno Nazionale di Storia della Fisica e
dell'Astronomia Società Italiana degli Storici della Fisica e
dell'Astronomia (S.I.S.F.A.) 6 - 8 settembre 2011
Salone Teresiano della Biblioteca Universitaria di Pavia



Democrito

Nascita: ~ 460 BC in Abdera, Tracia

Morte: ~ 370 BC in Abdera

Fonti per le testimonianze:

“ I presocratici ”, Testimonianze e frammenti, Vol. I, Vol.II BUL, 1981

H. Diels e W. Kranz

“Vita dei Filosofi”, Diogene Laerzio,

De Rerum Natura, Lucrezio, BUR Classici, trad. Ivano Dionigi-ed.2001

Epicuro “opere , frammenti, testimonianze”, UL 1989

Di Democrito, non rimangono opere complete (solo qualche frammento sparso) malgrado che la sua produzione sia in campo “scientifico” che “morale” sia stata vastissima,

“non esisteva campo del sapere nel quale la riflessione di Democrito non sia stata allo stesso tempo originale e decisiva” (storia della filosofia L. G.)

Aristotele : ”In generale nessuno rivolse la sua meditazione ad alcun problema al di là dell’aspetto superficiale delle cose, tranne Democrito. Questi sembra essersi occupato di tutti i problemi e si distingue già per la guisa di procedere”.

Lo Zeller (1814-1908) così si esprime:<< Superior to all earlier and contemporary philosophers in wealth of knowledge, and to most in acuteness and logical correctness of thinking>>, citazione riportata a pag. 64 nel libro di Bertrand Russell, A History of Western Philosophy, Simon and Schuster, New York , 1945.

Semplicemente ignobile è stato l'atteggiamento di Platone che non cita mai Democrito nelle sue opere (nemmeno quando pretende di confutarne le argomentazioni)

Aristosseno nei Commentari storici narra che Platone voleva dar fuoco a tutte le opere di Democrito, quante aveva potuto procurarsene E si capisce: Platone che fa menzione di quasi tutti i filosofi, non ricorda mai il nome di Democrito sapendo che si sarebbe cimentato con il migliore dei filosofi.

Si contano circa 100 opere distinte (in tetralogie) :

Libri matematici: Sulla tangente al cerchio e alla sfera-Sulla geometria-Questioni geometriche-numeri-.....

Libri Fisici: Grande Cosmologia-Piccola Cosmologia – Cosmografia -sui Pianeti(*) – Sulla Natura-Delle sensazioni-....

Libri Etici: Pitagora-.....

Libri Musici: Dei ritmi e dell'armonia-....

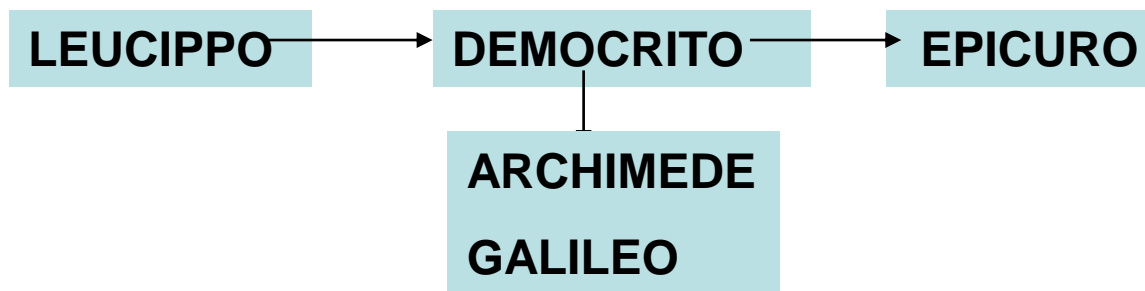
Libri tecnici: Prognosi.....Sulla Febbre e sulla tosse di malattia

Libri non classificati:

Questioni astronomiche - questioni atmosferiche-.....questioni intorno alla calamita-

...

Diogene Laerzio lo pone tra gli Italici: scuola pitagorica (Parmenide,Archimede) che si contrappone tra il 700 b.c. e il 200 b.c alla scuola degli ionici (Talete,....Eraclito, Anassagora.....)



Si legge : << E parrebbe che Democrito avesse tratto da Pitagora tutte le proprie dottrine e che ne fosse stato anche scolaro, se la cronologia non fosse ostacolo. Che in ogni modo però egli sia stato alla scuola di qualcuno dei Pitagorici, ci è attestato da Glauco di Reggio, vissuto nella stessa epoca di Democrito. E anche Apollodoro di Cizio dice che frequentò Filolao.>>; Diels e Kranz, vol.II op. cit. n.1, pag. 665

POSIZIONE EPISTEMOLOGICA:

(Aristotele) si afferma che vi sono due modi di conoscenza, cioè mediante i sensi e mediante l'intelletto: e chiama genuina la conoscenza mediante intelletto, riconoscendo a questa (sola) la credibilità nel giudicare il vero, mentre all'altra dà il nome di oscura, negandole la sicurezza nel conoscere il vero

E stabilisce tre "criteri di giudizio":

- i) I dati fenomenici, per la comprensione delle cose invisibili**
- ii) Il concetto, per la ricerca scientifica**
- iii) Le Passioni, per quel che si deve desiderare o fuggire**

Simplicio:



Modello atomico

*Democrito ritiene che la materia di ciò che è indistruttibile consiste in piccole sostanze(enti o Atomi), infinite in numero; suppone che queste siano contenute in altro spazio, infinito in grandezza; chiama lo spazio con il nome di vuoto.... **Agli enti dà anche il nome di solidi.** Egli reputa gli enti così piccoli da sfuggire ai nostri sensi..... da questi enti, che giudica elementari, fa derivare per aggregazione e combinazione i volumi percettibili che chiamiamo corpi. Gli enti si muovono nel vuoto incessantemente e, nel muoversi si incontrano e si legano. A causa della loro disequaglianza e delle altre differenze ricordate, nel muoversi si incontrano e si legano in un collegamento tale che li obbliga a venire in contatto e a restare contigui, ma non produce però con essi una natura unica. **Del fatto che gli enti rimangano in contatto tra di loro per un certo tempo, egli dà la causa ai collegamenti e alle capacità di adesione degli atomi: alcuni di questi, infatti sono irregolari, altri uncinati, altri concavi, altri convessi, altri differenti in innumerevoli altri modi.....”***

Teoria di ciò che è reale è costruita attraverso una logica "dicotomica" secondo i canoni pitagorici. Si presuppone la teoria delle grandezze o enti misurabili.

$$\mathbf{g} \in \mathbf{G} \Rightarrow \{ \forall \mathbf{q} \in \mathbf{R} .: (\mathbf{q} \times \mathbf{g}) \in \mathbf{G} \}$$

$$\vee = \mathbf{E} \cup \overline{\mathbf{E}}$$

$$\wedge = \mathbf{E} \cap \overline{\mathbf{E}}$$

$$\mathbf{E} = \mathbf{M} \cup \overline{\mathbf{M}} .: (\overline{\mathbf{M}} \equiv \text{Vuoto})$$

$$\wedge = \mathbf{M} \cap \overline{\mathbf{M}}$$

E= esteso, spazio geometrico

M= pieno, solido, impenetrabile

$$\Omega = \alpha \times \hat{\Omega}$$

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

Aristotele:

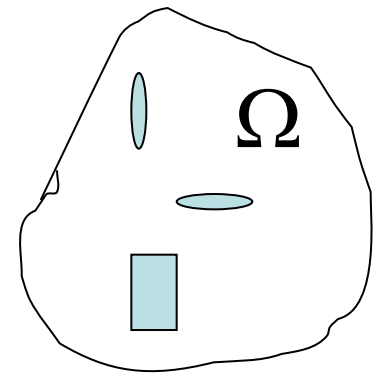
“Quelli che affermano che gli elementi primi sono solidi hanno più ragione di dire che, di essi, quello più grande è anche più pesante. Nei composti invece,”

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:

$$\mathbf{m} = \rho \times \Omega$$

$$\rho = \rho_0 \frac{\Omega_{\text{pieno}}}{\Omega}$$

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



(Newton)

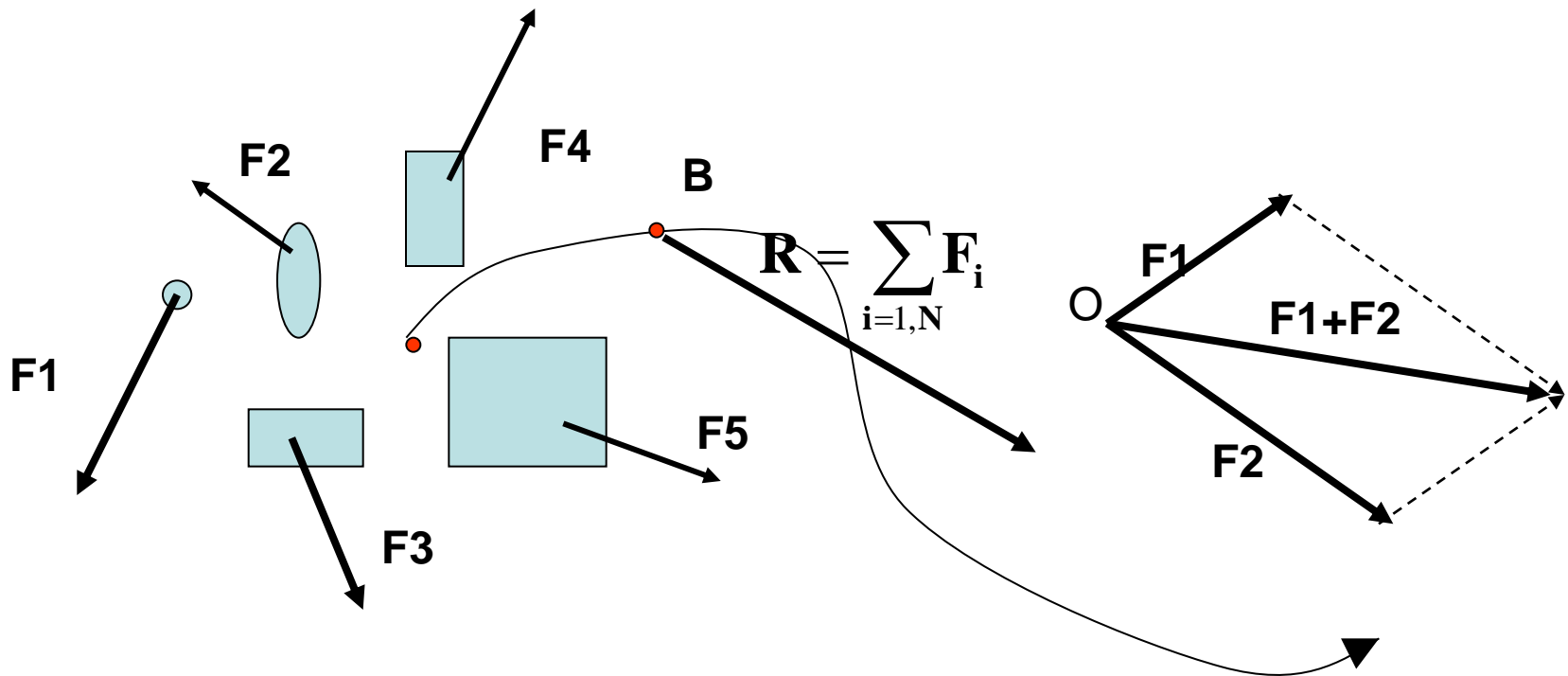
La dinamica viene regolata da leggi del moto e da teoremi (meccanica razionale)

Gli assiomi del moto possono essere chiamati modernamente:

- a) Principio di Inerzia o prima legge della dinamica “ ...egli reputa dunque che gli atomi si tengano attaccati gli uni agli altri e rimangano in contatto solo fino a quando, col sopraggiungere di qualche azione esterna, una necessità più forte non li scuota violentemente e li disperga in varie direzioni..”
- b) Seconda legge della dinamica “ ..e, per loro natura immobili, si muovano per impulso esterno...”
- c) Terza legge (bisogna interpretarla)” ..ciò che agisce e ciò che patisce sono la stessa e medesima cosa...non è possibile che cose diverse ed eterogenee subiscano l’azione l’un l’altra...”

dimostra il teorema del moto del baricentro per i corpi : “..dimostrava che esiste una sola specie di movimento, quello per impulso esterno ”

• = Baricentro



DETERMINISMO (assoluto):

Democrito, lasciate da parte le cause finali, riconduce alla necessità meccanica tutte le operazioni della natura.

(Aristotele)

Tutto avviene per necessità: essa è fato, giustizia, provvidenza e produttrice del mondo.

Molto simile al “determinismo” Laplaciano

<<.... La régularité que l'astronomie nous montre dans le mouvement des comètes a lieu, sans aucun doute, dans tous les phénomènes. La courbe décrite par une simple molécule d'air ou de vapeurs est réglée d'une manière aussi certaine que les orbites planétaires : il n'y a de différences entre elles que celles qu'y met notre ignorance.Nous devons donc envisager l'état présent de l'univers comme l'effet de son état antérieur, et comme la cause de celui qui va suivre. Une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée, et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'univers et ceux du plus léger atome : rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir comme le passé serait présent à ses yeux>>, **S.P.Laplace *Essai Philosophique sur les probabilités*, 1819**

Modello Cosmologico:

“Suppose l’universo infinito perché esso non è stato prodotto dall’opera di alcun artefice; e lo dice immutabile (cioè isotropo ed omogeneo);

<< Le cause dei corpi che attualmente nascono e si dissolvono non hanno avuto alcun principio, ma via via da tempo infinito tutte assolutamente le cose passate presenti e future sono governate dalla necessità.Le distanze tra i mondi sono disuguali, sicché in una parte ci sono più mondi, in un’altra meno, alcuni sono in via di accrescimento, altri al culmine del loro sviluppo, altri ancora in via di disfacimento, e in una parte nascono mondi, in un’altra ne scompaiono.alcuni mondi sono privi di esseri viventi e di piante e di ogni umidità.....

.....**Un mondo si sviluppa sino a quando non può ricevere nessun incremento dall’esterno.>>** (principio di termodinamica)

Collegamento con il secondo principio della termodinamica

Le diversità dei corpi “composti” sono idealmente infinite ed emergono secondo tre livelli di diversità intrinseche :

Diversità di numero di atomi

Diversità di forma degli atomi

Diversità di ordine o disposizione

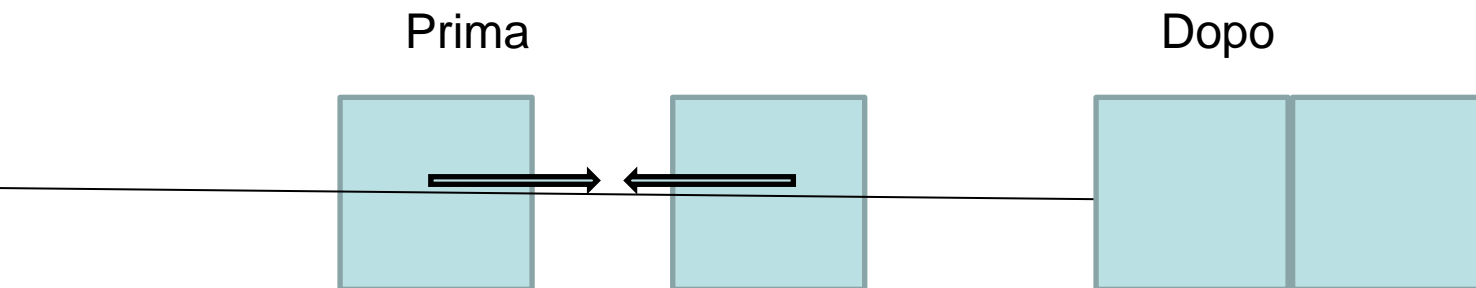
Caratteristiche Fisiche degli atomi o corpi primi o semi (Lucrezio) sono:

Il moto di traslazione uniforme del baricentro

Il moto vario (roto-traslatorio) di corpo rigido

L'impenetrabilità della materia

Le uniche interazioni ammissibili sono **URTI con componente ANELASTICA:**



In particolare:

L'interazione a distanza (ad es. legge gravitazionale, coulombiana, magnetica,..)

Oppure una mediazione dell'interazione attraverso il "campo"

SONO ESCLUSE DAL CAMPO "ELEMENTALE"

Le forze definibili operativamente sono "qualità sensibili" e pertanto "apparenti"
Anche se perfettamente misurabili e controllabili

Le forze (o i campi) sono effetti , cioè dati fenomenici che vanno spiegati a partire dalla realtà atomica (invisibile) la cui essenza sono gli urti tra i solidi

La differenza tra Democrito ed Epicuro consiste in questo:

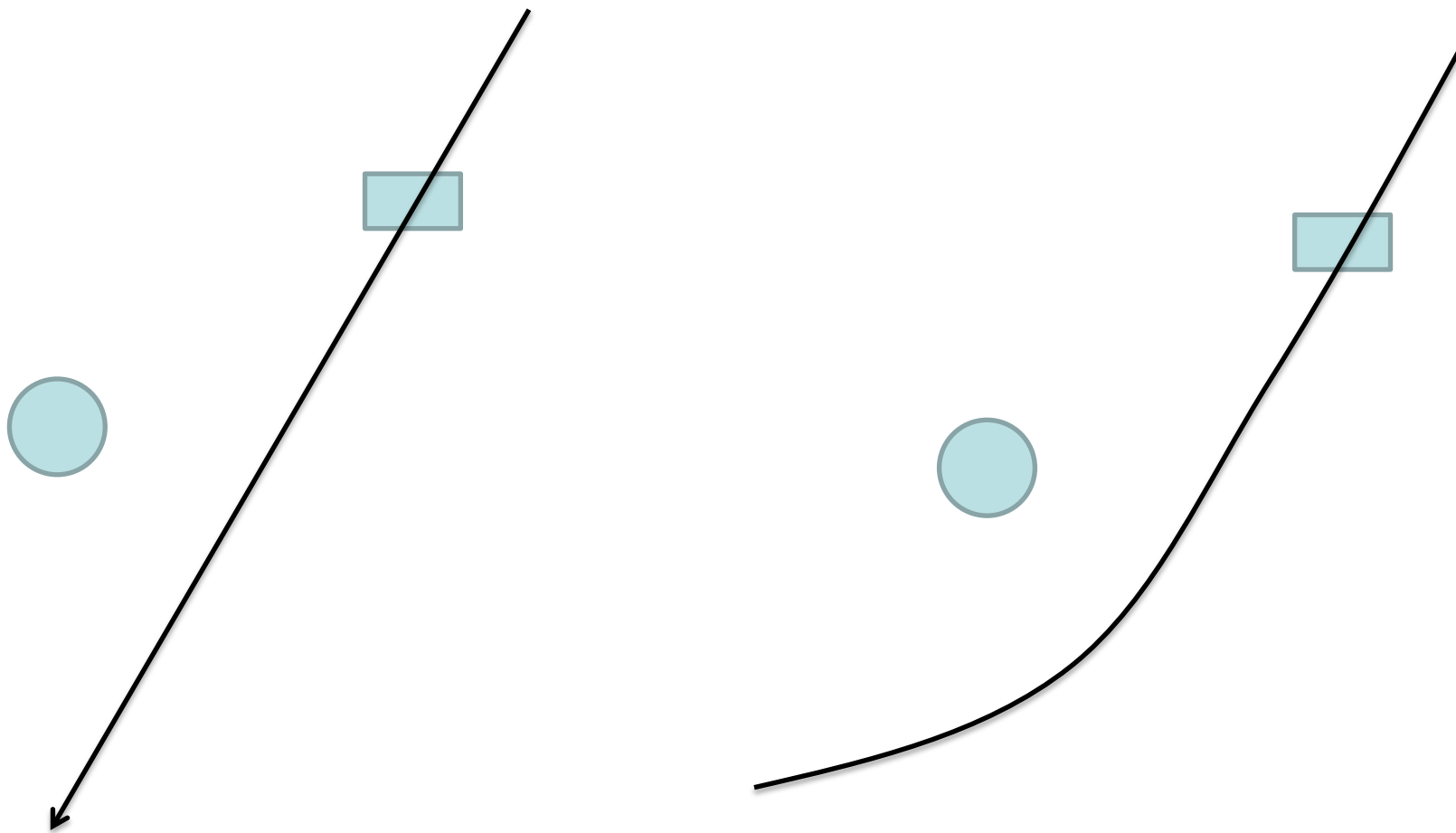
DEMOCRITO

- Movimento rettilineo
- urti tra atomi

EPICURO

- Movimento rettilineo
- urti tra atomi
- deviazione dell'atomo dalla linea retta (CLINAMEN)





Il CLINAMEN è del tutto simile alle forze "centripete", ammesse da NEWTON nei principia , come effetto di cause "sconosciute".

In effetti una causa "meccanica" compatibile alla fisica dei solidi, fu sottoposta a Newton da :

De la cause
De la Pesanteur
1690
avec des addit. et correct de Newton
par Livre des Principes
*) probablement par Fatio de Duillier voy. la page penultieme.

De la Cause
de la Pesanteur.

Je suppose donc qu'outre les Corps grossiers et solides, que nous connoissons et que je prouve etre extremet poreux, il y ait dans tous les Espaces du Monde, une matiere, où plusieurs ordres entremêlez de matieres differentes, toutes fort rares, et extraordinaires agitées indifferemt en tout sens; mais les unes plus agitées que les autres. Et je fais voir Geometriquemt qu'il suit de cette Supposition qu'autour de tous les Corps grossiers, tels que sont la Terre et les astres, et les Atomes, qui les composent, il se doit former par la, presque en un moment une Force de Pesanteur, qui diminue en s'eloignant de ces Corps à Proportion que le Quarré de la distance augmente. Ce qui étant une Propriété de la Pesanteur, qui a été decouverte et prouvée, par l'Illustre Mr. Newton, mon Hypothese devient par là fort vraisemblable.

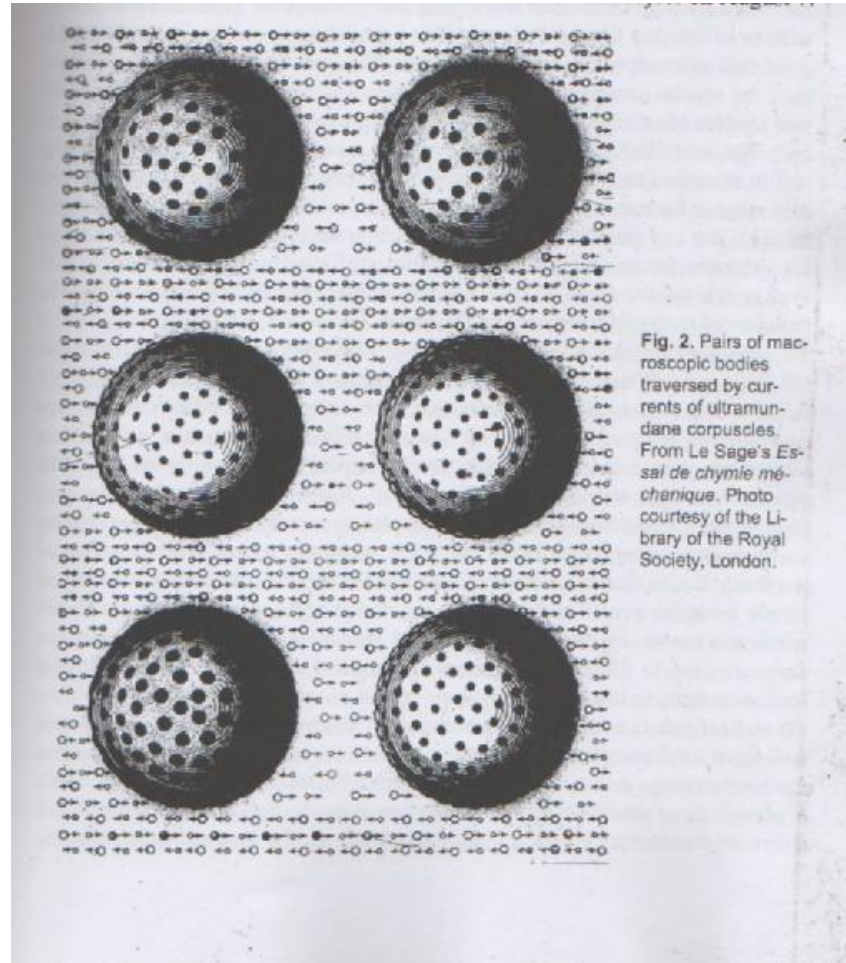
La questione fu ripresa
indipendentemente dallo Svizzero
LE SAGE nel 1756

E' possibile ricavare una forza
inversamente proporzionale al
quadrato della distanza

$$G = \frac{\rho \times m}{4\pi} v^2 f^2$$

Vedi:
G.Evans, in :
Pushing Gravity,
New perspectives on le sage's
theory of gravitation, pag. 9

Ed. by Matthew R. Edwards
Aperion-Montreal



Conclusioni:

Democrito Il grande scienziato pre-socratico è a buon diritto un precursore della teoria meccanica. Tuttavia la forma peculiare di quella meccanica differisce notevolmente dalla forma attuale universalmente nota ed insegnata. Nella forma attuale, infatti, le sezioni d'urto sono il risultato di ben determinate forze (conservative o meno) e la dimensione dei corpi elementari è inessenziale ed è pertanto ridotta a "particelle puntiformi). Democrito in contrasto, assume come enti i "solidi" che sono corpi impenetrabili, rifiutando ogni forma di interazione a distanza. Dalla composizione dei solidi si ottengono i corpi composti. Le forze , come sperimentalmente misurabili, sono "effetti" di particolari correlazioni che ci appaiono come "interazione a distanza".

Un caso interessante , particolarmente comprensibile è l'azione della gravità. Interessanti tentativi sono stati fatti in tal senso (ciò per interpretare la gravità come risultato di "effetto ombra" tra corpi "macroscopici") nel passato che suscitano vivo interesse ancora oggi.

grazie. Per l'attenzione.