

**PROF. DOTT. ING.
MARCO TODESCHINI**

“IL PRINCIPIO D’INERZIA”



GALILEO GALILEI

ISAAC NEWTON

MARCO TODESCHINI

**TRATTO DAL VOLUME:
“LA TEORIA DELLE
APPARENZE”**

A cura di
Fiorenzo Zampieri
Circolo di Psicobiofisica
Amici di Marco Todeschini

PREMESSA

A scuola, nello studiare la Fisica ed in particolare quella branca della Meccanica qual è la “Dinamica”, ad un certo momento ci si imbatte nella cosiddetta “Forza d’Inerzia”, fenomeno per il quale già Galileo e Newton, dedicarono molta parte dei loro studi ed esperimenti per comprenderne i segreti, arrivando a formularne i tre principi fondamentali:

- 1) principio d’inerzia;
- 2) legge fondamentale della dinamica
- 3) principio di azione e reazione.

In questo opuscolo vogliamo discutere del *primo principio*.

IL PRINCIPIO D’INERZIA.

Recita il testo scolastico:

- *“l’esperienza di tutti i giorni induce a pensare che per mantenere un oggetto in movimento bisogna applicargli continuamente una forza.*

Un’automobile si muove perché c’è il motore che la spinge, una barca a vela è mantenuta in movimento dalla forza del vento. Se si spegne il motore o se cessa il vento, l’automobile la barca a vela si fermano. Lo stesso capita ad ogni altro oggetto che non è più sospinto da una forza. Sembra quindi che vi sia una relazione stretta tra la forza e la velocità. Ogni volta che osserviamo un oggetto muoversi, appare inevitabile ammettere la presenza di una forza.

Si tratta però di un falso indizio, che ha indotto in errore gli antichi e si porta a seguire una pista sbagliata. Per capire dove si nasconde l’errore analizziamo meglio che cosa succede quando una forza smette di agire.

Mentre un’automobile sta andando a 100 km/h spegniamo immediatamente il motore. L’automobile non si ferma immediatamente, ma continua ancora a muoversi per un tratto di strada, perdendo lentamente velocità. Siccome il motore è spento, possiamo essere certi che non c’è alcuna forza che spinge in avanti l’automobile.

Perché allora continua a muoversi? Evidentemente il legame tra la velocità e la forza non è così semplice come appare a prima vista. Ma proseguiamo nel nostro esperimento mentale. Se rendiamo la strada più liscia e ingrassiamo i cuscinetti delle ruote, la distanza che percorre l’automobile a motore spento, aumenta. Se poi fosse possibile togliere completamente l’aria, risucchiandola con un’enorme pompa aspirante, l’automobile proseguirebbe per un tratto ancora più lungo.

Sono quindi gli attriti che fanno perdere velocità all’automobile. Quanto più riusciamo a ridurli, tanto più lentamente diminuirà la velocità iniziale. E’ evidente che non sarà mai possibile eliminarli del tutto. Tuttavia, è interessante il fatto che ogni intervento per ridurre qualche causa d’attrito faccia diminuire il rallentamento dell’automobile. Questo ci induce a pensare

che al limite, se non vi fossero attriti, l'automobile non decelererebbe più ma continuerebbe a muoversi a 100 km/h, la velocità che aveva nell'istante in cui abbiamo spento il motore.

Con questo esperimento ideale, che abbiamo compiuto nel laboratorio della nostra mente, abbiamo individuato una tendenza che ribalta il punto di vista da cui siamo partiti. Per far muovere un oggetto a velocità costante non vi è bisogno di forze che lo spingano. Al contrario questo movimento si verifica proprio quando non ci sono forze.

In altri termini, tutti gli oggetti tendono "naturalmente" a muoversi a velocità costante (in intensità, direzione e verso). Questa tendenza, che è una proprietà fondamentale della materia, si chiama inerzia.

Capita però raramente di osservare dei moti rettilinei ed uniformi. Ciò è dovuto al fatto che gli oggetti sono continuamente "disturbati" da forze (per esempio quelle di attrito) che li obbligano a cambiare velocità e, in particolare, a rallentare.

Il nuovo punto di vista sul movimento degli oggetti è condensato nel **primo principio della dinamica, o principio di inerzia**, che è costituito da due affermazioni:

a) se la forza totale applicata su un punto materiale è uguale a zero, allora esso si muove a velocità costante;

b) se un punto materiale si muove a velocità costante, allora la forza totale che subisce è uguale a zero.

Come si concilia questo principio con il fatto che per far muovere un oggetto a velocità costante bisogna comunque continuare a spingerlo? La forza che si applica (per esempio quella del motore in un'automobile) controbilancia esattamente le forze di attrito.

La somma delle forze che sono applicate sull'oggetto è uguale a zero e quindi, per l'enunciato a), esso si muove in linea retta a velocità costante.

Un caso particolare di velocità costante si ha quando l'oggetto è fermo. La sua velocità è sempre uguale a zero. Per l'enunciato b), se vediamo un oggetto fermo, vuol dire che la somma delle forze che gli sono applicate è uguale a zero (perché è ciò che afferma la condizione di equilibrio di un punto materiale).

Todeschini, nella sua Teoria delle Apparenze, contesta queste spiegazioni, affermando che, in ogni caso, al momento di iniziare al moto un oggetto, è necessario applicarli una "forza" e che per mantenere il suo movimento **in assenza di attriti** (ad es. nello spazio "vuoto") bisogna che quella "forza" continui a spingerlo in maniera continuativa. E' evidente che questa sua considerazione "stravolge" il principio d'inerzia così come lo conosciamo, aprendo la strada a nuove analisi e concezioni sui fenomeni fisici che "normalmente" ci accompagnano.

IL MISTERO DELL'INERZIA SVELATO - L'INERZIA QUALE APPARENZA DELLA REAZIONE OPPOSTA DALLO SPAZIO FLUIDO AL MOVIMENTO DEI CORPI IN ESSO IMMERSI - LE DEDUZIONI E NUOVE RELAZIONI MATEMATICHE CONSEGUENTI.

Il concetto d'inerzia contiene due principi basilari: il primo è che la materia persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme se non intervengono delle forze a far variare quello stato; il secondo principio è quello che l'accelerazione impressa alla materia è proporzionale alla forza che la produce.

Se entrambi i principi sembrano oggi indiscutibili, tuttavia essi furono raggiunti solamente dopo multisecolari discussioni fra i più grandi Geni filosofici e scientifici apparsi sulla Terra. Questo denota che non si era ben certi di essi. Infatti, non era affatto intuibile, prima di Galileo, che le forze producessero delle accelerazioni, e tutt'oggi osservando corpi che si muovono isolati nell'aria (aeroplani) o nell'acqua (navi) o poggianti su ruote che rotolano sul terreno (veicoli) o su rotaie (treni e tram), si constata che le forze applicate producono delle velocità, e non delle accelerazioni. Questa la ragione delle discussioni circa il secondo principio.

Circa il primo invece il dibattito era sorto dapprima tra quelli che ammettevano l'esistenza di un vuoto assoluto (imponderale) attorno ai corpi celesti, e quelli che ammettevano invece un fluido che riempisse tutti gli spazi tra la materia.

Fin dal tempo dei greci antichi, specialmente ad opera di Anassagora, Leucippo e Democrito, si sosteneva che il moto dei vortici astronomici od atomici, da essi immaginati, una volta cominciato non si estinguesse mai, e ciò equivaleva ad ammettere che quei gorgi non incontravano resistenza esterna di un mezzo, ciò che portava alla negazione di esso, in aperto contrasto con la teoria di quei filosofi stessi, che viceversa sosteneva l'Universo pieno di granuli materiali dove appunto quei vortici si formavano.

Più tardi Aristotele contrappose il concetto dei moti violenti, dovuti agli effetti di forze di lancio, moti che si estinguevano se non erano mantenuti dall'azione di un mezzo ambiente.

Noi non seguiremo tutte le vicende di questo interessante problema nei tempi antichi, perché sarebbe troppo lungo; diremo solamente che il problema, trasportato in Europa dagli arabi, fu discusso dagli scolastici, tra i quali si distinse nel XIV secolo il Buridano per essere stato il primo ad affacciare l'ipotesi che il moto circolare dei corpi celesti dura eternamente perché privo di resistenze! Successivamente, un secolo dopo circa, Nicola da Cusa esprimeva l'idea che una sfera lanciata su un piano orizzontale levigatissimo, avrebbe dovuto continuare all'infinito il suo moto, e Leonardo da Vinci scriveva poi nei suoi Codici: - *Ogni moto attende al suo mantenimento* -. In seguito, Keplero suppose una tendenza della materia alla quiete, e finalmente Galileo Galilei, con le sue profonde riflessioni ed i suoi pazienti

esperimenti, arrivava a chiarire che ogni sforzo è causa di variazione di velocità.

Allorché Cartesio ebbe nozione dei risultati del grande italiano, volle sintetizzarli con un principio chiaro e generale, e così formulò la legge d'inerzia.

Scrivendo al padre Marsenne la sua famosa lettera nel 1629 Cartesio esprimeva che un corpo che abbia cominciato a muoversi nel vuoto deve continuare il moto senza bisogno di ulteriori spinte finché il moto non venga ostacolato da qualche causa esterna, e che se nell'atmosfera questo non si verifica, è perché la resistenza dell'aria rallenta progressivamente il movimento. Aggiungeva inoltre: - *Supponiamo un corpo pesante situato in A che sia sollecitato dalla gravità a muoversi verso C: io dico che se quando esso è giunto in una certa posizione intermedia B, la gravità cessasse improvvisamente di agire, il corpo non mancherebbe di continuare a muoversi egualmente da B in C: in tal caso però la velocità da esso posseduta in B non crescerebbe né diminuirebbe durante il percorso ulteriore. In realtà invece la gravità continua a sollecitare il corpo comunicandogli in ogni istante dei nuovi impulsi alla discesa: ne consegue che il corpo percorre lo spazio BC con velocità maggiore di quella che possedeva lungo AB, perché mentre per una parte esso conserva tutto l'impetus che aveva acquistato lungo AB, per altra parte esso ne riceve ad ogni istante del nuovo dalla gravità che continua a sollecitarlo.* -

Con tale dimostrazione famosa Cartesio poneva in massimo rilievo l'idea intuita da Galileo, ma non così esplicitamente dichiarata che le forze producono accelerazioni.

Questo risultato implica in primo luogo che l'inerzia sia una proprietà esclusiva del corpo mosso, ed in secondo luogo che l'azione della forza sia indipendente dalla velocità precedente del corpo. In tal senso si può considerare l'accelerazione come effetto dinamico della forza, oppure assumere questo come misura della forza.

Così nel suo ragionamento Cartesio supponendo una forza costante (gravità) sollecitante i corpi cadenti, ne deduceva che dovessero avere una accelerazione costante.

Qui però sorge un primo dubbio. La forza che sollecita i corpi a cadere è la stessa che sollecita i pianeti (gravità) a cadere verso il Sole. Ora questa forza non è costante, bensì varia inversamente al quadrato delle distanze del centro di attrazione, quindi anche le accelerazioni dei pianeti e dei corpi cadenti dovrebbero variare con tale legge, e non essere costanti.

Per i pianeti questo è stato confermato, ma pei gravi cadenti a Terra nessun esperimento è venuto a confermare questa variazione.

Se gli esperimenti compiuti in merito da Galileo dalla Torre di Pisa hanno confermato la costanza dell'accelerazione di gravità, ciò può essere solo dovuto al fatto che l'altitudine di caduta dei corpi da lui lasciati cadere da quella torre era assai limitata, come ancor più limitate sono le cadute dei corpi

nei tubi a vuoto che si usano oggigiorno nei gabinetti scientifici per dimostrare la invariabilità dell'accelerazione di gravità sui corpi.

Per quanto l'osservazione da noi ora fatta non infirmi il principio d'inerzia, potendo benissimo trattarsi nel caso della caduta dei corpi o degli astri di variazioni di forza che comportano variazioni di accelerazioni, anziché di forze ed accelerazioni costanti, pure si intuisce che v'è qualche cosa di inesatto nella trattazione di questo problema.

Cerchiamo dunque di chiarire bene l'argomento, continuando l'indagine storica.

Nel 1689 Newton pone come prima legge del moto, nei suoi celebri *Principi Matematici di filosofia naturale*, la legge d'inerzia con questa definizione:

- Ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto uniforme e rettilineo finché qualche forza esterna non lo costringa a mutarlo -.

Questo enunciato è in concordanza con la 2^a legge che esprime essere la forza proporzionale all'accelerazione, poiché qualora questa sia nulla, la velocità è costante, e la forza è nulla, cioè il moto del corpo non deve essere soggetto nemmeno a forze centrifughe, il che è possibile solamente con un moto uniforme rettilineo. Con tale concetto era così possibile spiegare il moto eterno dei pianeti, perché bastava ammettere che esso si svolgesse nel vuoto, e che il Creatore avesse data loro una spinta iniziale perché essi continuassero eternamente a muoversi in linea retta. Naturalmente si dovette ammettere una forza attrattiva a distanza (gravità) per deviarli dalle corse rettilinee e costringerli a compiere le traiettorie ellittiche osservate da Keplero, e si dovette ammettere la forza d'inerzia della materia come una proprietà misteriosa ed inspiegabile !

- Ma quante ipotesi! - esclamerà il lettore. - Altro che: Ipotesi non fingo ...! E' vera scienza quella che basa una legge su quattro ipotesi?

Non è qui il caso di dilungarsi su questo, ma volevamo solamente far notare che anche ammettendo che la materia abbia un 'inerzia propria indipendente dal mezzo ambiente, i problemi universali non sono risolti, né spiegabili sono i fenomeni senza porre il velo delle ipotesi sui crepacci dell'ignorato.

Dal riassunto storico sopra riportato si può chiarire questo: Che i grandi Geni scientifici di quattro millenni hanno oscillato continuamente intorno alla verità o meno del secondo concetto d'inerzia, cioè intorno al dubbio se un corpo in moto tenda a fermarsi oppure tenda a continuare indefinitamente il proprio movimento rettilineo uniforme.

Questo problema, a sua volta ha suscitato la questione dell'ambiente in cui il corpo si muove, essendo naturale che se tale ambiente era occupato da un fluido doveva ammettersi che il moto del corpo venisse progressivamente estinto dalla resistenza del mezzo, ed essendo parimenti comprensibile che se tale ambiente fosse stato invece assolutamente vuoto, il moto dei corpi avrebbe potuto continuare inalterato per l'eternità.

Gran parte degli scienziati, da Galileo in poi, ossessionati di spiegare il moto eterno dei corpi celesti si orientarono sull'ipotesi del vuoto; l'altra ipotesi per quanto sostenuta da Cartesio e da coloro che scoprirono la natura ondulatoria della luce e dell'elettro-magnetismo, non venne mai severamente esaminata dagli scienziati nella sua possibilità di spiegare anche il persistere dei moti astronomici ed atomici.

La nostra indagine sull'inerzia deve quindi vertere sui seguenti punti basilari:

A) Una forza produce accelerazioni o velocità?

B) Esiste o no il vuoto assoluto? Nel caso negativo, cioè nel caso che esista un etere, o spazio fluido ponderale, l'inerzia è una caratteristica della materia indipendente dal mezzo, oppure dipende da esso?

C) Quali differenze vi sarebbero tra l'inerzia concepita come proprietà della materia, e l'inerzia concepita come resistenza del mezzo?

Cominciamo ad indagare come si deve rispondere alla domanda A. Perciò ricordiamo quanto detto circa la definizione di esistenza (esiste solo ciò che dura nel tempo) e chiediamoci: può esistere una forza di inerzia? oppure essa è un'entità astratta impossibile a realizzarsi?

E' facile rispondere a questa domanda in questo modo: una forza può esistere solamente se dura un certo tempo, perché se non è applicata per un periodo di tempo, sia pur piccolo a piacere, essa non manifesta i suoi effetti, cioè non esiste.

Ma il prodotto di una forza per un certo tempo non ha più gli attributi di una forza, ma bensì quelli di un impulso I , il quale produce una quantità di moto mV , secondo la relazione:

$$I = mV \quad (1)$$

Con questo resta dimostrato che se è vero che una forza è proporzionale all'accelerazione, non è meno vero che praticamente non si possono che applicare degli impulsi che provocano fisicamente delle velocità.

Così quando si vuole variare la velocità da V_1 a $V_2 = V_1 + \Delta V$ di una massa immersa in un mezzo resistente, si deve variare il suo impulso da valore I_1 a quello $I_2 = I_1 + \Delta I$, per cui risulta:

$$I_2 = I_1 + \Delta I = m(V_1 + \Delta V)$$

Ma essendo:

$$\Delta I = I_2 - I_1 \quad \Delta V = V_2 - V_1$$

risulta:

$$I_2 = mV_2$$

Questo ci dice che la variazione di velocità avviene sì, ma che noi non possiamo che constatare delle velocità. In altre parole, praticamente per far mantenere ad un corpo una determinata velocità per un determinato periodo di tempo, noi dobbiamo mantenergli applicata una forza determinata per quello stesso periodo di tempo.

Se consideriamo ora il moto nel vuoto in cui si verifica la legge d'inerzia:

$$F = m a \quad (2)$$

si vede parimenti che non si può applicare detta forza alla massa m se l'applicazione non permane almeno per un determinato periodo di tempo t , ma con ciò (2) diventa:

$$F_t = m V$$

Che, essendo identica alla (1) ci dimostra che anche nel vuoto, come in un mezzo resistente, l'applicazione di una forza non potendo essere fatta che per un certo tempo, produce sempre delle velocità.

Ma ciò è in netto contrasto con la teoria Galileo-Newton che ritenendo possibile l'applicazione di una forza senza che tale applicazione duri nel tempo, sosteneva che nel vuoto le forze producono delle accelerazioni e nel pieno delle velocità.

Se sino ad oggi si è ritenuto vero questo assurdo, ciò è dovuto al fatto che non si è considerato che la forza è un ente privo di esistenza se non dura nel tempo.

- Conclusione: alla domanda A bisogna rispondere quindi così: - Le forze sono proporzionali sì alle accelerazioni dei corpi cui sono applicate, ma praticamente poiché tale applicazione deve durare un certo tempo, non si possono che applicare impulsi che producono velocità -.

Se questa nostra scoperta dà un colpo di piccone demolitore al concetto che le forze producono nel vuoto delle accelerazioni, non resta tuttavia intaccata l'espressione dell'inerzia (2) che Newton pose a base della meccanica, perché infatti rimane invariata la relazione tra forza ed accelerazione, come si vede dividendo la (1) per t . Resta solamente stabilito il fatto che la (2) non è mai realizzabile, mentre la (1) lo è sempre. Quest'ultima quindi dovrebbe essere presa a fondamento della meccanica.

Per dimostrare a quali sconvolgimenti porta questa nostra scoperta, supponiamo di considerare un corpo che per spostarsi trovi attrito, ad esempio un automezzo che subisce la resistenza opposta dall'aria al suo movimento e l'attrito radente delle sue ruote sul terreno. Se per un certo periodo di tempo, l'automezzo è soggetto ad una forza di trazione F , esso assumerà una certa velocità V di traslazione, tale da verificare la (1). Evidentemente se si potesse diminuire la densità dell'aria, diminuirebbe la resistenza che essa oppone al moto del veicolo, e questo aumenterebbe la propria velocità che diverrebbe massima nel vuoto assoluto, nel quale la resistenza è nulla.

Resterebbe però l'attrito tra le ruote e il terreno. Diminuendo anche questo attrito, diminuisce l'aderenza al suolo e quindi le ruote subirebbero uno slittamento tanto più grande quanto minore è l'attrito. Breve: con un suolo perfettamente liscio e copertoni assolutamente lisci, cioè privi di attrito, si avrebbe slittamento completo tra ruote e terreno e l'automezzo non si sposterebbe, cioè resterebbe immobile rispetto alla strada.

Questo sanno bene gli autisti per esperienze da essi fatte quando l'automezzo poggia su terreno fangoso.

Dunque, in assenza di aria, ed in assenza di attrito alle ruote, cioè nelle condizioni del vuoto assoluto, la velocità V di qualsiasi veicolo sarebbe nulla, cioè la (1) diviene:

$$mV = 0 \quad (3)$$

Derivando questa equazione rispetto al tempo si ha:

$$m \frac{\Delta V}{\Delta t} = m a = F = 0 \quad (4)$$

La forza F sarebbe nulla. Questo ci scopre che: **"Nel vuoto assoluto non è possibile né " produrre forze, né accelerazioni, né velocità"**.

Ciò è in netto contrasto con quanto sostenuto da Newton e seguaci, i quali viceversa ammettono in base alla (2) che nel vuoto assoluto possano prodursi forze ed accelerazioni e mantenersi velocità rettilinee uniformi.

Con maggiore evidenza ancora risulta questa nostra seconda scoperta se si pensa ai velivoli che si muovono nell'aria. Più un aeroplano si sposta in alto, minore è la densità dell'aria. Quando l'altitudine raggiunta fosse tale da superare la coltre atmosferica che circonda la Terra, dove vige, secondo la scienza, il vuoto assoluto, nessuna resistenza verrebbe opposta allo spostamento del velivolo, ma nessuna presa traente avrebbe l'elica che ruoterebbe nel vuoto senza poter far avanzare l'apparecchio.

Questa è una clamorosa smentita ai sognatori di voli ultrastratosferici, mediante trazione ad eliche.

Anche un razzo non avrebbe maggior successo se, beninteso, oltre la cinta atmosferica vi fosse il vuoto assoluto, intesa questa parola come un vuoto imponderale, come vuoto cioè in cui le particelle soffiate dalla poppa del razzo non trovassero reazione ponderale nello spazio.

Se il vuoto invece fosse costituito di spazio avente una certa densità ρ (vuoto ponderale) allora e solamente allora un razzo potrebbe spostarsi in esso. In questo caso però non essendovi aria e quindi ossigeno per il funzionamento del motore, o per la combustione della sostanza da espellere, si dovrebbe portare a bordo del razzo una quantità sufficiente di ossigeno.

Ma noi non scriviamo per determinare le difficoltà tecniche dei voli interplanetari, ma vogliamo solo far rilevare che: **"Nel vuoto imponderale,**

nessuna forza, né accelerazione, né velocità può imprimersi ad una massa e che perciò è errato ritenere valida la (2) ed il primo principio d'inerzia nel vuoto assoluto (imponderale)".

Affinché la (2) sia valida occorre uno spazio ponderale, cioè avente una densità ρ . Solamente in esso si può imprimere e mantenere una velocità V ad una massa m , applicando e mantenendo la forza F , secondo la (1) che realizza contemporaneamente la (2).

Da ciò segue che: **"La validità della legge d'inerzia (2) sperimentalmente ed universalmente accettata, dimostra che nell'Universo non esiste spazio vuoto assoluto, ma solamente spazio vuoto ponderale, avente cioè una determinata densità ρ ".**

Tutti i corpi dell'Universo quindi si trovano immersi in uno spazio fluido che oppone resistenza al loro movimento relativo.

Per mantenere un corpo in moto uniforme rettilineo occorre quindi applicargli e mantenergli applicata una forza che vinca la resistenza opposta dal mezzo, perché altrimenti il corpo tenderebbe a fermarsi. Viceversa, se il corpo è trascinato da una corrente di spazio fluido a velocità uniforme e con moto rettilineo esso persevera in tale stato di moto se non gli viene opposta una forza. Ne segue che il primo principio d'inerzia va modificato come segue: **"La materia tende ad assumere ed a mantenere lo stato di moto o di quiete che ha lo spazio fluido immediatamente circostante in cui è immersa".**

Il secondo principio d'inerzia invece rimane invariato, poiché anche in un mezzo resistente, per far variare la velocità di un corpo in esso immerso occorre applicare sempre una forza.

La" modifica da noi apportata al 1° principio d'inerzia viene in sostanza a negare il vuoto assoluto e la possibilità che in esso possano manifestarsi forze d'inerzia le quali invece si manifestano solamente in uno spazio ponderale.

Siamo quindi in perfetto contrasto con la scienza che ritiene sino ad oggi possibile che nel vuoto assoluto (imponderale) possano manifestarsi forze d'inerzia. Ma dalle corna del seguente dilemma non si sfugge: o ammettere valida la (2) nello spazio ponderale, e la (4) nel vuoto assoluto (imponderale), in perfetta armonia con l'esperienza, ma in contrasto col 1° principio d'inerzia; oppure ammettere che entrambe siano valide nel vuoto assoluto, ed allora esse sono in contrasto tra di loro ed altresì con l'esperienza. Essendo evidentemente da scartare questo duplice contrasto, bisogna considerare inesatto il 1° principio d'inerzia e modificarlo nel senso da noi proposto.

E'qui da notare che la (1) e la (2) si verificano solamente quando il corpo inizia il moto od è già in movimento rispetto allo spazio fluido. Infatti se il corpo fosse immobile rispetto allo spazio circostante, risulterebbe nulla la forza di inerzia, e nullo l'impulso relativo, secondo le relazioni seguenti tratte dalla (1) e (2).

$$F = ma = 0 \quad Ft = mV = 0 \quad (5)$$

Poiché nel caso suddetto $a = 0$, $V = 0$, la massa m resterebbe indeterminata, ne consegue che: La validità generale della legge d'inerzia (2) e quella del relativo impulso (3) provano che “se nessun moto relativo vi è tra i corpi e lo spazio fluido circostante, la loro massa resta indeterminata”.

Questo risultato concorda in pieno con la scoperta 7^a fatta al paragrafo 7° del presente capitolo e cioè: **“Affinché la materia manifesti un peso, una massa ed un’inerzia ben determinati, occorre che la materia abbia accelerazione rispetto allo spazio circostante”**.

La forza d'inerzia è quindi di natura essenzialmente dinamica, cioè è provocata dal movimento relativo tra spazio fluido ambiente e corpi in esso immersi.

La massa ρ dello spazio fluido e quella m dei corpi sono quindi attributi che sorgono solamente col loro moto relativo. E poiché noi riscontriamo anche nei corpi immobili una massa, è segno che è lo spazio che si muove rispetto ad essi. Se noi non vediamo questo movimento di spazio con gli occhi, è perché essi non sono organizzati per tale percezione. Questa invisibilità è proprio quella che ci fa ritenere la resistenza del mezzo, come una forza d'inerzia propria della materia. Ma a parte questa illusione, risulta quindi che lo spazio deve avere una densità ρ ed una mobilità, cioè deve comportarsi realmente come un fluido.

Nel mentre ci riserviamo di dimostrare questa proprietà dello spazio facciamo qui rilevare che nel dare risposta alla domanda A, abbiamo implicitamente risposto anche alla domanda B, risposta che si può precisare così: esiste un vuoto ponderale (spazio fluido), e la, forza che bisogna applicare e mantenere ai corpi per farli muovere e mantenerli in movimento dipende dal moto relativo dello spazio fluido rispetto ai corpi stessi. La forza d'inerzia non è quindi una caratteristica della materia indipendente dal mezzo, ma bensì dipende da esso.

Questa conclusione, del resto, sarebbe stata anche deducibile dalla domanda imbarazzante avanzata dall'Einstein, nel considerare le accelerazioni e le velocità dei corpi: - *Accelerazioni e velocità rispetto a che cosa?* - In vero queste entità, come quelle di forza ed impulso sono relative al sistema di riferimento e l'Einstein con questa osservazione è andato molto rasente ad una serie di verità fisiche misteriose da noi scoperte. Ma questo scienziato invece di pensare anche a porre il sistema di riferimento nel mezzo circostante ai corpi, si è limitato ad ancorarli all'osservatore, e si è smarrito per 40 anni nella giustificazione delle relazioni di invarianza del Maxwell, cercando di far scaturire le leggi fisiche di uno spazio a piegature variabili cronotopologiche assurde allo spirito ed alla sperimentazione, e perciò da relegare tra le ipotesi ancor più incomprensibili di quella di un etere.

Non sarebbe stato invece più seducente, reale e redditizio vedere come si distruggevano o ricostruivano il mondo ed i suoi fenomeni a seconda delle velocità relative intese nel senso galileiano? Non era più interessante vedere

cosa nascesse dalla relatività dei sistemi a contatto quali sono i corpi ed un fluido che li circonda?

In questo concetto abbiamo infatti avuto il barlume che la resistenza del mezzo non sia altro che la forza di inerzia.

Ma risposto così alla prime due domande, la risposta alla terza C, viene facile, poiché è chiaro che nessuna differenza esiste tra l'inerzia concepita come proprietà della materia e l'inerzia concepita come resistenza del mezzo (vedi paragrafo 8° del capitolo III della Teoria delle Apparenze).

Assestati così duri colpi di piccone demolitore al concetto secolare che riteneva l'inerzia una proprietà misteriosa dei corpi indipendentemente dal mezzo, penetriamo nella breccia aperta che ci ha fatto intravedere le belle possibilità di spiegare la forza d'inerzia quale resistenza opposta al movimento dei corpi da parte dello spazio fluido in cui sono immersi, e vediamo di analizzare bene di quale resistenza si tratta, perché noi sappiamo, che un nucleo rotante che si sposta in seno allo spazio, incontra una reazione R_1 trasversale alle direzione del moto ed una reazione R_2 longitudinale.

L'inerzia è l'una o l'altra di queste? Oppure è la loro somma geometrica R?

La questione è subito risolta. Infatti, se si scrive la relazione d'inerzia per un nucleo atomico si ha:

$$F_n = M_n a \quad (6)$$

Ponendo al posto di M_n il suo valore in funzione del peso nucleare P_n e della accelerazione di gravità, si ha:

$$F_n = \frac{P_n}{g} a \quad (6) \text{ bis}$$

e sostituendo a P_n il suo valore ($P_n = F_1 \sin \alpha$), si ottiene:

$$F_n = \frac{F_1 \sin \alpha}{g} a \quad (7)$$

Ora se rappresentiamo l'accelerazione a con un vettore diretto nel senso della F_n , sappiamo che per effetto Magnus, questo vettore viene deviato dell'angolo α . La proiezione dell'accelerazione a così deviata sulla direzione della congiungente il centro del nucleo a quello della Terra, deve essere eguale all'accelerazione di gravità, cioè sarà:

$$a \sin \alpha = g$$

Sostituendo questo valore nella (7) abbiamo:

$$F_n = F_{n1} \quad (8)$$

La quale ci scopre che: **"La forza d'inerzia F_n che bisogna imprimere ad un nucleo per fargli assumere l'accelerazione a si identifica con la forza F che bisogna imprimergli per vincere la reazione totale R_n che lo spazio fluido in cui è immerso il nucleo oppone all'accelerazione di questo"**.

In base alla (8), alla (10) ed alla (11) del paragrafo 9° del capitolo III della Teoria delle Apparenze, si avrà quindi:

$$F_n = R \sin^2 \alpha + R \cos^2 \alpha \quad (9)$$

La quale ci dice che: **"La forza d'inerzia che bisogna imprimere ad un nucleo per fargli acquistare l'accelerazione a deve eguagliare la somma delle reazioni trasversale e longitudinale dello spazio fluido, proiettate nella direzione di azione della forza d'inerzia stessa"**.

Se ora dal nucleo passiamo all'atomo, ponendo che sia F_n la forza d'inerzia necessaria per fargli assumere l'accelerazione a del suo nucleo, avremo:

$$F_a = M_a a \quad (10)$$

ossia:

$$F_a = \frac{P_a}{g} a \quad (11)$$

Sostituendo a P_a il suo valore ($P_a = \xi P_n$), abbiamo:

$$F_a = \zeta \frac{P_n}{g} a \quad (12)$$

e tenendo conto della (6 bis) e della (7) si ha:

$$F_a = \xi F_n \quad F_a = \xi F_1 \quad (13)$$

La prima ci dice che: **"La forza d'inerzia che bisogna applicare ad un atomo per fargli assumere l'accelerazione a è proporzionale a quella che bisogna applicare al suo nucleo per fargli assumere la stessa accelerazione"**.

La seconda ci dice che: **"La forza d'inerzia che bisogna imprimere ad un atomo per fargli acquistare l'accelerazione a , è proporzionale alla forza F_1 che bisogna imprimere al suo nucleo affinché questo vinca la reazione totale R che oppone lo spazio fluido nell'assumere l'accelerazione considerata"**.

Se ora consideriamo un corpo qualsiasi costituito da n atomi, la forza d'inerzia per fargli assumere la accelerazione a , sarà immediatamente deducibile dalle (13), moltiplicandole per n , cioè avremo:

$$F_a = n \xi F_n \quad F_a = n \xi F_1 \quad (14)$$

La prima ci dice che: "La forza d'inerzia che bisogna applicare ad un corpo per fargli assumere un'accelerazione a è proporzionale alla somma di quelle, che bisogna applicare ai suoi n nuclei componenti per far loro assumere la stessa accelerazione".

La seconda ci dice che: "La forza d'inerzia che bisogna applicare ad un corpo per fargli assumere l'accelerazione a è proporzionale alla somma delle forze F_l che bisogna imprimere ai suoi n nuclei costituenti, affinché questi vincano la reazione totale R che loro oppone lo spazio fluido nel muoversi contro di esso con l'accelerazione considerata".



