ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCXIX.

1922

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXI.

1° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1922

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

Seduta del 2 Aprile 1922.

V. VOLTERRA, Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE DI SOCI

Fisica. — *Sull'assorbimento della gravitazione.* Nota VIII del Corrisp. QUIRINO MAJORANA.

ALTRO METODO DI CONSTATAZIONE DELL'ASSORBIMENTO. — Il dispositivo descritto nelle Note precedenti, oltre ad aver fornito una conferma nel modo già visto del fatto dell'assorbimento gravitazionale, consente, se adoperato in guisa alquanto diversa, una nuova verifica dello stesso fatto, la quale concorda con la precedente, anche dal punto di vista quantitativo, come ora farò vedere.

Nelle precedenti esperienze, il cubo di piombo di circa 10 tonnellate, indicato in P'P' nella fig. 4, veniva a imprigionare in M la sfera di piombo di 1274 gr., pur rimanendo questa sospesa, per mezzo del filo F, al braccio destro della soprastante bilancia. Nelle nuove esperienze, che ora descriverò, quella sfera è stata spostata in M_1 oppure in M_2, opportunamente scorciando od allungando il filo F, e naturalmente anche le protezioni tubulare e sferica, non indicate in figura, destinate a permettere di praticare il vuoto intorno alla sfera stessa. Le due posizioni M_1 ed M_2 vengono controllate esattamente al catetometro, e sono precisamente tali che il centro della prima è 5 cm. più in alto della faccia superiore di P'P' e quello della seconda altrettanto più in basso della inferiore. Per ciascuna di tali posizioni ho proceduto come per la primitiva posizione M; ho cioè osservato l'influenza dei piombi in PP e in P'P' (fig. 2), sull'equilibrio della bilancia, servendomi a tal uopo, come prima, del *controllo a mercurio*, e

procedendo alternativamente a letture con *sfera-contrappeso* (essendo la sfera ora in M_1 ora in M_2), o con *tara-contrappeso*. Per le ragioni che presto esporrò, in questa nuova serie, è stato più che mai necessario determinare frequentemente la sensibilità della bilancia, la qual cosa è resa in ogni momento possibile e rapida mediante il descritto cavalierino magnetico A_1 A_2 A_3 (fig. 3).

È ovvio comprendere che sperimentando così, si sieno constatate delle notevolissime deviazioni nella posizione di riposo del giogo, dovute all'attrazione dei piombi sulla sfera, eguale nei due casi, ma volta ora in basso (per M_1), ed ora in alto (per M_2); ciò è dovuto al fatto che la sfera non

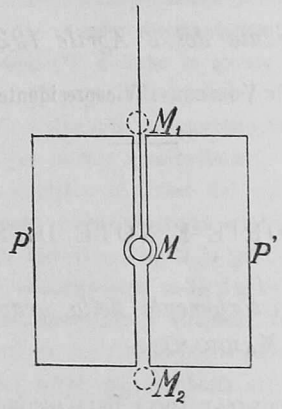

Fig 4

è più centrata rispetto al cubo, e l'attrazione, così generata, può, secondo la legge di Newton, venir calcolata a priori rigorosamente. Ciò è possibile mediante la formula già vista nella Nota VI, e che ci ha servito per calcolare l'attrazione A_1 della zattera quadrata di legno: basta in essa fare: $2a = b =$ cm. 95 (lato del cubo); $l =$ cm. 5; $\vartheta = 11{,}33$ (densità del piombo); e lasciare i valori già visti agli altri simboli. Si trova così che il valore di tale attrazione F è:

$$F = 0{,}21312 \text{ dine} = 0{,}21738 \text{ mg.}$$

Vediamo ora se il risultato sperimentale concorda con questa previsione. Anche qui si debbono eseguire delle correzioni all'effetto lordo osservato portando i piombi da PP a P'P', quando il giogo è carico col sistema *sfera-contrappeso*, e ciò tanto che la sfera sia in M_1 che in M_2. E propriamente si tratta ancora di correggere l'*errore magnetico*, *quello proveniente dall'attrazione della zattera*, *l'altro dovuto a quella delle masse sussidiarie* e finalmente *un quarto dipendente dall'attrazione dei piombi sul contrappeso*. Ora, riflettendo al modo con cui questi errori si manifestano,

si vede che il primo e l'ultimo sono indipendenti dalla posizione della sfera, e per conseguenza hanno ancora il valore già visto, per il caso della sfera in centro. Il secondo ed il terzo debbono necessariamente esser differenti da quelli rispettivamente calcolati altra volta, perchè provengono precisamente da un'azione attrattiva sulla sfera, la cui posizione, nelle due nuove serie di esperienze, è mutata.

Oltre a ciò si deve osservare che scopo delle attuali misure è quello di determinare l'attrazione del cubo, la quale attrazione è di segni opposti nei due casi, cioè per quello della sfera in M_1 oppure in M_2. Per cui se diciamo *positiva* l'attrazione su M_1, diremo *negativa* quella su M_2. Ho dunque proceduto in guisa analoga al caso della sfera in centro al calcolo delle correzioni da apportarsi alle ricercate attrazioni nei due casi: esse, che come si è detto, sono quattro, sono qui sotto trascritte:

	Sfera in alto	Sfera in basso
Errore magnetico	— 0,00147	+ 0,00147
Attrazione zattera	— 0,00092	+ 0,00242
Attrazione masse sussid. .	— 0,00092	+ 0,00447
Attrazione sul contrappeso .	+ 0,00275	— 0,00275
Totale correzioni, mg.	— 0,00056	+ 0,00561

Passo ora a dire delle osservazioni compiute. Esse sono costituite da 16 serie, di cui 8 per il caso della sfera in alto (ossia in M_1) e 8 per quello della sfera in basso; ogni serie risulta da un numero di determinazioni di effetto attrattivo (ciascuna delle quali è ricavata, come altra volta, dalla lettura di 9 elongazioni, con piombi in PP od in P'P') variabile, a seconda dei casi, da 9 a 20. Le dette serie sono state eseguite in gruppi alternati, per ciascuno dei quali la sfera conservava la stessa posizione M_1 od M_2. Si comprende quindi come tali gruppi si sieno susseguiti ad intervalli di tempo di parecchi giorni, dovendosi ogni volta aprire la bilancia e cambiare la lunghezza del filo F (fig. 4) e della sua custodia, per portare la sfera ora in basso ora in alto. Delle determinazioni di ciascuna serie è stata presa la media, e si è corretta questa conformemente alla tabella ora trascritta. Le medie così corrette, corrispondenti alle 16 serie, sono qui sotto riportate secondo l'ordine in cui vennero osservate, ed a fianco di ciascuna è altresì annotata la sensibilità media della bilancia, constatata durante il tempo impiegato per l'osservazione relativa: tale sensibilità è quella che ha servito alla trasformazione dei mm. letti sulla scala in mg., e corrisponde a deviazioni della bilancia per 1 mg. di sovraccarico.

Data	Posizione sfera	Attrazione	Sensibilità
—	—	—	—
		mg.	mm/mg.
25 VI 1921	alto	0,19296	179,7
26 "	"	0,19012	177,7
28 "	"	0,19292	177,4
30 "	basso	0,19636	171,7
1 VII 1921	"	0,19966	169,0
1 "	"	0,19670	169,5
2 "	"	0,19566	169,4
9 "	alto	0,19527	156,3
11 "	"	0,19944	150,9
12 "	"	0,19632	154,5
12 "	"	0,19623	150,9
12 "	"	0,20023	133,5
14 "	basso	0,20515	139,2
14 "	"	0,20240	139,1
15 "	"	0,20101	140,6
17 "	"	0,20340	161,7

Dall'esame di questa tabella si rileva anzitutto che il valore dell'attrazione constatato in ogni caso è alquanto più piccolo di quello previsto teoricamente (mg. 0,21738) e che inoltre esso è variabile da serie a serie. Avendo eseguito con ogni cura il campionamento del cavalierino di 1 mg. circa, impiegato per le varie determinazioni di sensibilità, tanto che esso sia da ritenersi approssimato al vero a meno dell'1 $^0/_{00}$, non può dipendere da analogo errore la differenza constatata persino del 5 % con l'attrazione calcolata. Si comprende dunque che vi debba essere qualche altra causa, finora non discussa a cui si deve tale scarto, non bastando pensare che questo sia dovuto ad errore saltuario di osservazione, nel quale caso i valori su riportati sarebbero stati ora più piccoli ora più grandi di quello calcolato.

Volendo ricercare quella causa, rilevo anzitutto che vi è una certa dipendenza fra le varie sensibilità determinate nella guisa anzidetta, e le constatate attrazioni. Codesta dipendenza è messa in chiaro rilievo dalla fig. 5, nella quale si sono riportate le dette attrazioni su uno degli assi coordinati, e le sensibilità sull'altro; inoltre, le attrazioni per la *sfera in alto* sono indicate con cerchietti, e quelle per la *sfera in basso* con crocette. Dalla figura si rileva che in genere le attrazioni più forti corrispondono alle sensibilità più piccole; e la retta AB lascia quasi tutte le osservazioni per la *sfera in alto* al disotto, e tutte le osservazioni per la *sfera in basso* al disopra. Si possono poi tracciare le due altre rette a tratto pieno della figura come corrispondenti rispettivamente alle due posizioni della sfera, le quali, con una certa probabilità compatibile con l'approssimazione del metodo, rap-

presentano il fenomeno della variabilità (apparente) dell'attrazione con la sensibilità; nel tracciarle si tiene presente il criterio che tali rette (o, se del caso, curve) debbono essere fra loro parallele, giacchè non v'è ragione che i due diagrammi si svolgano con leggi differenti (a meno di un termine costante). Le due rette segnate sono una al disopra ed una al disotto di AB. Si debbono dunque interpretare due fatti: la inclinazione delle rette segnate, e la differenza costante di due loro ordinate, corrispondenti alla stessa ascissa.

Il primo di tali fatti si spiega tenendo presente quanto fu esposto nella Nota II. Il coltello centrale del giogo non ha, come si disse, lo spigolo perfettamente tagliente; esso è alquanto arrotondato, e feci vedere come se ne

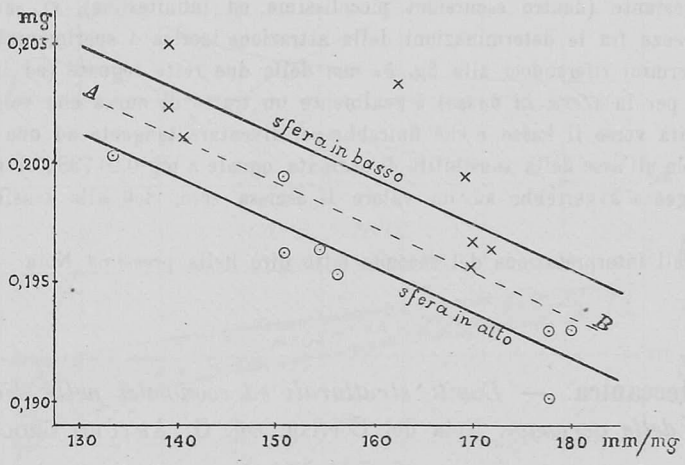

Fig. 5.

possa determinare il raggio di curvatura al suo punto di contatto col piano di agata. La tabella numerica riportata in quella Nota si riferisce precisamente alla bilancia Rueprecht da me adoperata, nelle condizioni delle esperienze di cui qui è cenno; per cui la curvatura del detto coltello è al suo punto centrale di circa 5 micron. Ma dissi anche, come vi sia ragione di ritenere che tale curvatura non sia costante; e propriamente come essa sia più grande per i punti laterali della sezione del coltello. In dipendenza da tale fatto, se si determina la sensibilità della bilancia *a giogo inclinato* essa deve risultare alquanto maggiore di quella corrispondente *a giogo orizzontale*. Ora con la parola sensibilità si dovrebbe intendere il rapporto $d\alpha/dP$ tra un angolo infinitesimo $d\alpha$ ed un sovraccarico pure infinitesimo dP, a differenza di quanto si è costretti a fare sperimentalmente. In pratica, infatti, io aggiungo 1 mg., che produce complessivamente un certo spostamento angolare del giogo che viene a rappresentare in certo modo la media di tutte le sensibilità comprese fra 0 ed il detto spostamento. Ora, l'attrazione che si tratta di

determinare, ha un valore corrispondente a $^1/_5$ di mg. circa, quindi, ad essa non corrisponde che uno spostamento angolare della bilancia all'incirca $^1/_5$ di quello che il mg. intiero occasiona. E siccome a tale spostamento deve corrispondere, per quanto si è detto, una sensibilità vera media alquanto minore di quella apprezzata con l'uso del mg., si comprende come servendosi di quest'ultima determinazione si sia portati a valutare come più piccola l'attrazione cercata, giacchè si divide la deviazione dell'indice luminoso per un numero troppo grande. Si vede inoltre che l'effetto viene esagerato al crescere della sensibilità totale per mg. Se poi la sensibilità fosse piccolissima od, al limite, fosse zero, rimanendo la curvatura dello spigolo del coltello costante (dentro escursioni piccolissime od infinitesime), vi sarebbe coincidenza fra le determinazioni della attrazione teorica e sperimentale. In altri termini riferendoci alla fig. 5, una delle due rette segnate (ed invero quella per la *sfera in basso*) è realmente un tratto di curva che volge la concavità verso il basso, e che finirebbe per diventare tangente ad una retta parallela all'asse della sensibilità di ordinata uguale a mg 0,21738; il punto di tangenza avverrebbe ad un valore di ascissa zero, cioè alla sensibilità nulla.

Dell'interpretazione del secondo fatto dirò nella prossima Nota.

Meccanica. — *Limiti strutturali ed economici nelle dimensioni delle aeronavi.* Nota del Corrisp. col. G. Arturo Crocco.

In navigazione aerea con mezzi galleggianti, come in navigazione marina, vi è vantaggio a crescere le dimensioni, poichè la potenza necessaria ad imprimere una determinata velocità cresce in misura minore che non la totale forza di galleggiamento di cui si dispone. Per navi od aeronavi di forme simili la potenza varia all'incirca col quadrato delle dimensioni, mentre la totale forza di galleggiamento cresce col cubo: cosicchè la potenza unitaria, cioè il rapporto tra la potenza totale e la forza di galleggiamento varia in *ragione inversa delle dimensioni.*

Ne segue che anche il peso del macchinario, riferito alla totale forza di galleggiamento, segue la stessa legge.

Contro questo vantaggio delle dimensioni sta un inconveniente; ed è che il peso della *struttura* cresce in misura maggiore della forza di galleggiamento. Ma non è possibile determinare una legge generale. Per formularne una che abbia il merito della semplicità, divideremo la struttura in due parti: una soggetta a cimenti di tensione o compressione varianti direttamente colle forze ascensionali; e un'altra soggetta a cimenti varianti in ragione delle superfici, o non soggetta a cimenti precisabili.