

BILANCIA DI CAVENDISH

Introduzione

L'esperienza consiste nella misura della costante di gravitazione universale mediante il metodo del pendolo di torsione di Cavendish.

Materiale e descrizione

Il pendolo di torsione è costituito da un boma di alluminio di lunghezza (145 ± 5) mm, larghezza (12.7 ± 0.3) mm e massa (7.17 ± 0.01) g, con due sfere di piombo di peso (14.573 ± 0.001) g e (14.545 ± 0.001) g (diametro (13.45 ± 0.05) mm) fissate su di esso con i centri a distanza (133.31 ± 0.07) mm tra loro, appoggiate in due fori circolari di diametro (10.6 ± 0.1) mm.

Il boma è sospeso mediante un filo di tungsteno di diametro $D=25 \mu\text{m}$ e lunghezza $L = (45 \pm 5)$ mm, con coefficiente di torsione $K = (\pi\mu D^4/32L)$ dove $\mu = 1.57 \cdot 10^{11}$ N/m².

IL FILO E' MOLTO FRAGILE, ESERCITARE LA MASSIMA CAUTELA CON IL BOMA.

La posizione di riposo del boma può essere regolata ruotando il punto di sospensione del filo.

L'angolo di rotazione del boma può essere limitato inserendo degli aghi di bloccaggio, di diametro (1.58 ± 0.01) mm, in corrispondenza di due scanalature laterali di larghezza (3.18 ± 0.01) mm e (3.96 ± 0.01) mm.

Altre due sfere di piombo di peso (1.039 ± 0.001) kg e diametro (56.2 ± 0.2) mm su un secondo boma girevole possono essere avvicinate fino a toccare i piani di vetro che racchiudono il boma girevole, distanti (35.1 ± 0.1) mm tra loro.

Un circuito elettronico converte la misura della capacità formata dal boma rotante e la base dell'apparato, direttamente legata all'angolo del primo, in un valore di tensione, con una costante additiva regolabile tra ± 2.5 V mediante un potenziometro. La tensione viene letta da un sistema di acquisizione a frequenza regolabile e riportata su un grafico, che può essere salvato su un file (in formato ASCII) per una successiva analisi con qualsiasi programma.

La posizione del boma può anche essere determinata mediante la posizione di un raggio laser riflesso da uno specchietto fissato al filo di tungsteno.

L'apparato può essere controllato remotamente per permettere di effettuare acquisizioni anche quando il laboratorio è chiuso per minimizzare le fonti di disturbo.

Misure da effettuare

- Calibrazione della relazione angolo-tensione: con ago di bloccaggio inserito nella scanalatura grande e in quella piccola, e dai punti di inversione del moto in oscillazione libera. Linearità della curva di calibrazione.
- Verificare che la calibrazione ottenuta mediante il raggio laser dia risultati consistenti con la procedura precedente, e valutare quale metodo fornisce il risultato più accurato.
- Misura della costante di gravitazione universale dalla posizione di equilibrio statico del boma conseguente al cambiamento di posizione delle sfere grandi.
- Misura del coefficiente di smorzamento delle oscillazioni e suo confronto con il valore calcolato.
- Misura della costante di gravitazione universale dalla variazione della posizione di equilibrio del boma in presenza di oscillazioni forzate generate dallo spostamento delle masse esterne.

Punti per discussione quantitativa

- Differenze qualitative rispetto all'esperienza originaria di Cavendish.
- Effetto dovuto all'incertezza sulla curva di calibrazione.
- Correzione dovuta all'attrazione gravitazionale sul boma.
- Correzione dovuta all'attrazione gravitazionale della massa grande più distante, e di masse circostanti.
- Stima dell'effetto dovuto a interazioni elettromagnetiche (azione di campi elettrici e magnetici, generati dalle sfere grandi o dall'ambiente circostante).
- Effetto della variazione di distanza tra le sfere piccole e quelle grandi al variare dell'angolo del boma.

- Effetti dovuti a: indeterminazione della posizione delle sfere grandi, loro deviazioni dalla forma sferica e/o possibili disomogeneità nella distribuzione di massa interna.
- Stima dell'errore sistematico totale sulla misura e sua sorgente principale.
- Se poteste modificare l'apparato, che cosa cambiereste al fine di migliorare la precisione della misura?