

# Misura Sperimentale dell'Accelerazione di Gravità Sfruttando il Pendolo di Kater

Eugenio Dormicchi<sup>1, 2</sup>, Giovanni Oliveri<sup>1</sup>, Mattia Sotgia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Gruppo C03, Esperienza di laboratorio n. 6

Presa dati– 24 Marzo 2021, 15:00– 18:00; Analisi dati– 30 Marzo 2021

*Obiettivo*– Si vuole sfruttare uno strumento di precisione come il pendolo di Kater per ricavare dalla misura accurata del periodo di oscillazione un valore attendibile della misura dell'accelerazione di gravità  $g$ . *Metodi*– Sfruttando il periodo di isocronia  $T^*$  del pendolo di Kater, ricavato dalla posizione  $x_b$  della massa mobile  $M_b$ , possiamo ricavare il valore di  $g$ . *Risultati*–  
*Conclusione*–

## 1. Obiettivo

Il valore della accelerazione di gravità  $g$  può essere ottenuto in diversi metodi, con strumenti via via più precisi, e di conseguenza con risultati che si spera permettano una miglior approssimazione del valore vero di  $g$ . Il pendolo può essere sfruttato come metodo per misurare tale grandezza, e si è già eseguito l'esperimento sfruttando il pendolo semplice. Per questo motivo dal pendolo semplice si è passati a considerare il pendolo fisico, in particolar modo il pendolo di Kater, che permette di estendere la natura del pendolo "semplice" e anche di eseguire misure con un livello maggiore di dettaglio.

Sfruttando quindi una precisione maggiore e proprietà particolari del pendolo di Kater come pendolo fisico, vogliamo quindi individuare il valore del periodo di isocronia  $T^*$  caratteristico del pendolo di Kater preso in considerazione e da questo valore ricavare una buona stima di  $g$ , verificandone infine la compatibilità con il valore noto  $g_t = (9.8056 \pm 0.0001 \text{ stat}) \text{ m/s}^2$ .

## 2. Strumentazione

Abbiamo a disposizione i seguenti strumenti:

Calibro ventesimale, di portata 150 mm e sensibilità uguale all'accuratezza dello strumento di 50  $\mu\text{m}$ ;

Pendolo di Kater (si veda in seguito descrizione dettagliata dell'apparato);

Cronometro elettronico collegato a una fotocellula in grado di misurare una singola oscillazione del pendolo, di portata potenzialmente infinita (molto maggiore comunque dei periodi misurati), e sensibilità  $10^{-7}$  s, che assumiamo anche come accuratezza;

Il pendolo di Kater è costituito da due masse  $M_a$  (massa rossa) e  $M_b$  (massa blu), poste su un'asta di acciaio inox., una fissa ( $M_a$ ) e una libera di muoversi, vincolata da una vite che la può bloccare all'asta in ben definite posizioni, che sono indicate da  $N = 25$  fori equidistanti 25 mm tra loro, eseguiti con strumentazione abbastanza precisa da poter trascurare l'incertezza associata a questa distanza. Il pendolo è poi poggiato su un sostegno tramite due perni che si incastrano perfettamente in una sede su una piastra posta orizzontalmente munita di livella a bolla, mantenuta in perfetto equilibrio. Il pendolo di Kater viene anche definito pendolo reversibile, in quanto possiamo agganciare il pendolo sia tramite i perni posti sull'estremo vicino alla massa  $M_a$ , che su due perni identici posti sull'estremo della massa  $M_b$ , per consentire quindi di misurare due periodi diversi  $T_1$  e  $T_2$ .

## 3. Metodi

Tutte le misure sono riportate nelle unità del Sistema Internazionale (SI/MKS, ovvero metri, kilogrammi, secondi)

I valori riportati sono stati approssimati tenendo conto di alcune convenzioni prese. Si approssima l'errore a una cifra significativa se tale cifra è  $\geq 3$ , altrimenti se tale cifra è 1 o 2 allora si considerano due cifre significative. Considerando quindi le posizioni decimali significative dell'errore si approssima per eccesso il valore numerico della grandezza.

## 4. Risultati

Si fa spesso riferimento anche alla regola del  $3\sigma$ , con la quale si vuole intendere la volontà di trasformare un errore di tipo massimo in errore statistico, ovvero calcolando  $\varepsilon_x = \Delta x / \sqrt{3}$ .

Nella trattazione che segue consideriamo come limite per definire un dato accettabile un valore che rientra in  $3\sigma$  (tre deviazioni standard) dal valore vero.

## 5. Conclusione

### 5.1. Controlli

### 5.2. Possibili errori sistematici

## A. Dati completi

**Tabella A1.** Dati grezzi dei periodi  $T_1$  e  $T_2$  misurati alle diverse lunghezze  $x_b$ .

Misure di $x_b$ calcolate (m)						
$x_b = \left[ L_{0,1} + L_{0,2} + \frac{d}{2} + (N_{\text{fori}} \cdot 0.025) \right] \text{ m}$ (errore massimo $\pm 1 \times 10^{-3} \text{ m}$ )						
$x_b$	0.899	0.874	0.849	0.824	0.799	0.774
Periodi $T_1$ presi 10 volte per ogni $i$ -esimo valore di $x_b$ (s)						
$T_{1(n \times 1)}, \dots, T_{1(n \times 6)}$ (errore massimo $\pm 10^{-7} \text{ s}$ )						
$T_{1(1 \times i)}$	1.8433475	1.8241344	1.8010792	1.7842967	1.7646188	1.7469742
$T_{1(2 \times i)}$	1.8438321	1.8250191	1.8014794	1.7831672	1.7654354	1.7470051
$T_{1(3 \times i)}$	1.8436974	1.8243224	1.8021671	1.7844837	1.7653484	1.7474456
$T_{1(4 \times i)}$	1.8441519	1.8246017	1.8026592	1.7838530	1.7646805	1.7473891
$T_{1(5 \times i)}$	1.8438134	1.8238088	1.8024890	1.7842300	1.7648372	1.7476352
$T_{1(6 \times i)}$	1.8440039	1.8240085	1.8030486	1.7839835	1.7650848	1.7468288
$T_{1(7 \times i)}$	1.8434289	1.8238919	1.8031204	1.7841418	1.7649879	1.7475854
$T_{1(8 \times i)}$	1.8437870	1.8239454	1.8048308	1.7838625	1.7647196	1.7475552
$T_{1(9 \times i)}$	1.8432011	1.8243763	1.8040768	1.7843554	1.7644894	1.7489131
$T_{1(10 \times i)}$	1.8436028	1.8242312	1.8036150	1.7840838	1.7641298	1.7474017
Periodi $T_2$ presi 10 volte per ogni $i$ -esimo valore di $x_b$ (s)						
$T_{2(n \times 1)}, \dots, T_{2(n \times 6)}$ (errore massimo $\pm 10^{-7} \text{ s}$ )						
$T_{2(1 \times i)}$	1.8162160	1.8069800	1.7978242	1.7904099	1.7837065	1.7793795
$T_{2(2 \times i)}$	1.8162461	1.8074008	1.7982385	1.7919054	1.7839124	1.7790879
$T_{2(3 \times i)}$	1.8164208	1.8066094	1.7983828	1.7912305	1.7838475	1.7794034
$T_{2(4 \times i)}$	1.8162922	1.8068046	1.7984080	1.7911800	1.7840367	1.7794454
$T_{2(5 \times i)}$	1.8165907	1.8073671	1.7984383	1.7912973	1.7837570	1.7793693
$T_{2(6 \times i)}$	1.8161985	1.8071854	1.7986348	1.7911650	1.7840481	1.7794584
$T_{2(7 \times i)}$	1.8163087	1.8080697	1.7989685	1.7908471	1.7845240	1.7793767
$T_{2(8 \times i)}$	1.8162481	1.8068933	1.7985901	1.7912831	1.7840374	1.7792549
$T_{2(9 \times i)}$	1.8167033	1.8072342	1.7986484	1.7910748	1.7848659	1.7794661
$T_{2(10 \times i)}$	1.8170554	1.8069937	1.7986683	1.7911061	1.7842935	1.7793790