

PENDOLO DI TORSIONE

Premessa teorica

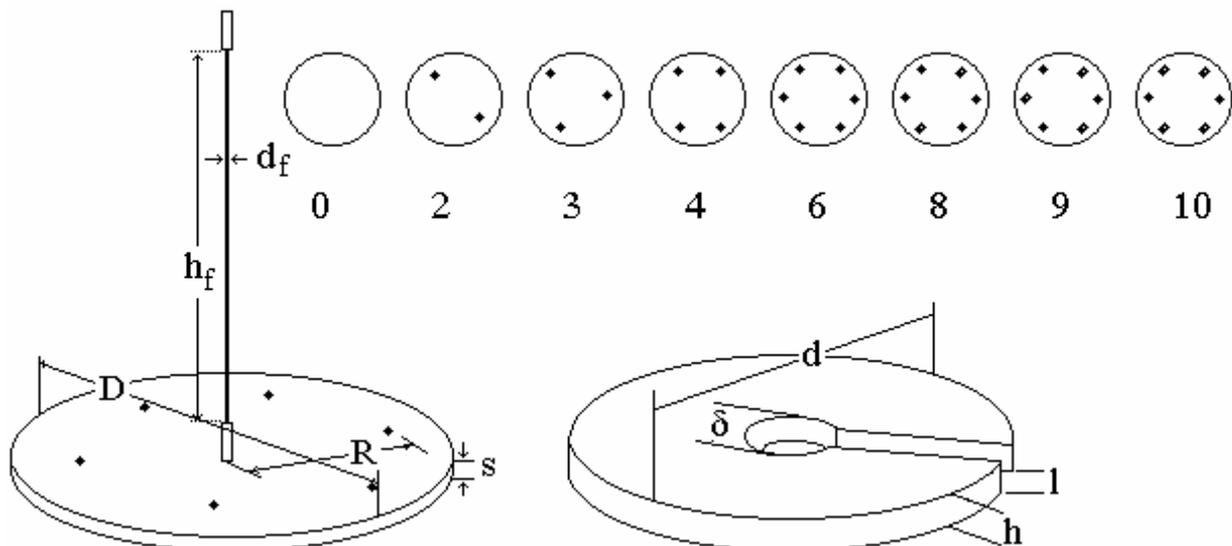
Un piattello di alluminio di densità $\rho = (2,710 \pm 0,027) \text{ g/cm}^3$, di diametro D e spessore s , è appeso ad un sostegno tramite un filo di acciaio, di altezza h_f e diametro $d_f = (0,550 \pm 0,050) \text{ mm}$.

Se il piattello viene ruotato di un angolo θ , l'elasticità del filo, in particolare il suo modulo di scorrimento G , che per l'acciaio vale $G = (8,062 \pm 0,081) \times 10^{10} \text{ N/m}^2$, genera un momento torcente M

$$M = -c\theta \quad \text{con } c = \frac{\pi G d_f^4}{32 h_f}$$

Se a questo punto il piattello viene lasciato andare inizia ad oscillare con oscillazioni isocrone smorzate (suggerisco un angolo iniziale di circa 6 rad).

È possibile porre sul piattello (a distanza R dal centro) dei dischi forati di diametro d , spessi h , di massa m con uno scasso largo l e un foro centrale di diametro δ . In particolare il numero N di dischi che può essere posto sul piattello senza alterarne l'equilibrio statico è: 0, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 10.



Relazione

- 1.1 A partire dalla seconda equazione cardinale $(I_0 + N\Delta I)\ddot{\theta} = -c\theta$ ricavare T^2 (periodo delle piccole oscillazioni) in funzione di N (I_0 è il momento di inerzia del piattello e ΔI quello di un disco).
- 1.2 Calcolare il momento di inerzia I_0 di un disco di diametro D , spessore s e densità ρ rispetto all'asse passante per il suo centro.
- 1.3 Calcolare il momento di inerzia ΔI di un disco posto sul piattello a distanza R dal centro nota la massa m e il diametro d del disco. Per questo scopo conviene approssimare il disco a un cilindro pieno (supporre cioè l e δ nulli).
- 1.4 I dischi possiedono uno scasso largo l e un foro centrale di diametro δ . Noti l e δ , calcolare il momento di inerzia ΔI_R considerando la geometria reale del disco (disco pieno meno una

sbarretta larga l e lunga $(d - \delta)/2$ meno ...). Eseguire i calcoli considerando lo scasso nelle due seguenti configurazioni: parallelo a R e tangente alla circonferenza di raggio R . Valutare il rapporto $\Delta = (\Delta I - \Delta I_R) / \Delta I$ nelle due configurazioni e dire in quale configurazione il valore di Δ è minore.

Raccolta dati

- Misurare: D , s , h_f , R , d , utilizzando gli strumenti di maggiore sensibilità. Associare ad ogni misura una incertezza pari alla divisione minima dello strumento moltiplicata per 0.29.
- Misurare la massa di ognuno dei 10 dischi e utilizzare la media aritmetica come valore rappresentativo di m .
- Per ognuna delle 8 configurazioni (N) misurare il periodo di 10 oscillazioni t_{10} . In una particolare configurazione (per esempio con 6 dischi) ripetere 6 volte la misura di t_{10} .

Relazione

- 2.1 Riportare i valori di D , s , h_f , R , d con le relative incertezze.
- 2.2 Riportare il valore di m con incertezza.
- 2.3 A partire dalle misure fatte, ricavare la costante c e, con le formule ricavate nei punti 1.2 e 1.3, ricavare I_0 e ΔI . Tutte le grandezze vanno riportate con incertezza.
- 2.4 Scrivere una tabella con N e i corrispondenti valori di t_{10} e T^2 con le loro incertezze. (Attenzione: come valutare le incertezze di t_{10} ? In un caso saranno di tipo A, negli altri casi di tipo B ...).
- 2.5 Fare il grafico di T^2 in funzione di N e tracciare la miglior retta (scegliere gli assi in modo da poter osservare l'intersezione della retta con l'asse delle ascisse).
- 2.6 Ricavare dal grafico i valori di pendenza p e di intercetta q e il valore del numero di dischi N_0 per il quale $T^2 = 0 \text{ s}^2$.
- 2.7 Dare un significato fisico a pendenza e intercetta e da essi ricavare I_0 e ΔI .
- 2.8 Supponendo per la pendenza e per l'intercetta un'incertezza pari al 5%, ricavare le incertezze di I_0 e ΔI .
- 2.9 Confrontare I_0 e ΔI del punto 2.7 con quelli ottenuti al punto 2.3.

Raccolta dati

Utilizzando la configurazione con $N = 10$ dischi, misurare ogni minuto il periodo T di una oscillazione per un tempo $t = 8$ minuti (utilizzare il cronometro per misurare il periodo e un altro orologio per misurare il tempo).

Relazione

- 3.1 Riportare su una tabella il tempo t e il periodo T (quest'ultimo con incertezza).
- 3.2 Fare il grafico di T in funzione di t , e ricavare dal grafico la pendenza e l'intercetta.
- 3.3 Calcolare la media aritmetica del periodo \bar{T} con la sua incertezza.
- 3.4 Confrontare la pendenza p con il valore teorico atteso e \bar{T} con l'intercetta q .