Misura dell'accelerazione di gravità con pendolo semplice

Misura della dipendenza di T da l e da θ_{max}

- Misurare la massa della sfera, misurare la densità lineare del filo usato (bilancia digitale)
- Misurare il diametro della sfera (calibro a nonio, provare il calibro Palmer)
- Porsi nell'approssimazione delle piccole oscillazioni (angolo massimo pari a $5°$)
- Misurare il periodo T (attraverso la misura dell'intervallo di tempo per 4-5 oscillazioni complete) per una lunghezza variabile del filo/raggio sfera da 150 a 30 cm (150, 120, 60, 30, 100) con quindi lunghezze all'incirca di questi valori (non è necessario avere valori esatti perché comunque saranno misurati).
- Partiamo da valori alti a decrescere perché i periodi saranno più lunghi (facili da misurare) rispetto alle oscillazioni più rapide a lunghezze piccole. Lasciare per ultima la lunghezza di 1m (100 cm)
- Alla lunghezza di 100 cm:
  - ripetere la misura 100 volte, istogrammando i risultati a gruppi di 10 e tutti i 100. Fare un istogramma con i 10 valori medi.
  - Misurare il periodo in funzione dell'angolo massimo (20 misure per singolo angolo, $10°, 20°, 30°, 40°$, in quanto abbiamo già a disposizione 20 misure a $5°$)
  - Partendo da un angolo grande ($20°$ o $30°$) prendiamo 10 misure dell'angolo massimo, 1 ogni minuto

Misura di τ

Misurare $\tau = 5T = t_{stop} - t_{start}$ per ogni lunghezza l.

- Misurare $\tau = 5T = t_{stop} - t_{start}$ per almeno 10 volte.
- Fare un istogramma con le 10 misure
- Per la trattazione statistica che abbiamo visto i risultati seguono una distribuzione Gaussiana.
  - La miglior stima del valore vero di τ è il valor medio $\bar{\tau} = \frac{1}{10}\sum_{i=1}^{10} \tau_i$
  - La miglior stima della varianza del campione τ è data da $\sigma_\tau^2 = \frac{1}{10-1}\sum_{i=1}^{10}(\tau_i - \bar{\tau})^2$
  - La miglior stima della varianza della media è data da $\sigma_{\bar{\tau}}^2 = \frac{\sigma_{\tau_i}^2}{10}$
  - Abbiamo quindi $\bar{\tau} \pm \sigma_{\bar{\tau}}$.
  - Tenuto conto che $\bar{T} = \bar{\tau}/5$ e che $\sigma_{\bar{T}} = \sigma_{\bar{\tau}}/5$ abbiamo anche misurato

$$\bar{T} \pm \sigma_{\bar{T}}$$

  - Scrivere i risultati con il corretto numero di cifre significative

Misura della dipendenza di T da l e di g

- Utilizzando le opportune trasformazioni di variabili per rendere il problema lineare, verificare graficamente in carta millimetrata l'accordo dei dati con le possibili relazioni $T = al^2, T = al, T = al^{1/2}, T = al^{3/2}$.
- Assumendo che $T = al^{1/2}$ sia la relazione in miglior accordo con i dati, stimare il parametro a con il metodo grafico e verificare la compatibilità dei valori misurati con questa ipotesi.
- Fare un grafico dei risultati in carta log-log e misurare la pendenza della retta.
- Fare un grafico in carta millimetrata del valore di $\ln(\theta_{max}/(\theta_{max}(t_i)))$ in funzione t di per la stima di τ_{max}
- Per ognuna delle diverse lunghezze $l_1, \cdots, l_k$ calcolare il valore di g e di $\sigma_{g_{l_j}}$

$$g_{l_j} = 4\pi^2 \frac{l_i}{\bar{T}_{l_j}^2} \qquad \sigma_{g_{l_j}}^2 = g_{l_j}^2 \left[4 \frac{\sigma_{\bar{T}_{l_j}}^2}{\bar{T}_{l_j}^2} + \frac{\sigma_{l_j}^2}{l_j^2} \right]$$

- Fare un grafico in carta millimetrata di g in funzione di l e valutare la compatibilità delle misure e l'eventuale esistenza di un trend non compatibile con $g = const$.
- Valore finale (ed errore corrispondente) di g come media pesata delle g_{l_i}

$$g = \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{g_{l_j}}{\sigma_{g_{l_j}}^2} \right) \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_{g_{l_j}}^2} \right) \qquad \sigma_g^2 = 1 \Big/ \left(\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{\sigma_{g_{l_j}}^2} \right)$$