

# Esperimento di Equilibrio di un corpo appeso

Lorenzo Mauro Sabatino

## Sommario

Verificare la somma vettoriale: un sistema di tre masse rimane in equilibrio se la somma vettoriale delle forze  $\vec{F}_1$  e  $\vec{F}_2$  esercitate dalle masse laterali è equivalente alla forza  $\vec{P}$  della massa centrale. Verificare come cambia l'angolo tra le funi e la verticale variando la massa appesa al centro.

## 1 Introduzione

Quando un sistema è in equilibrio la somma delle forze che agiscono sul sistema è pari a zero.

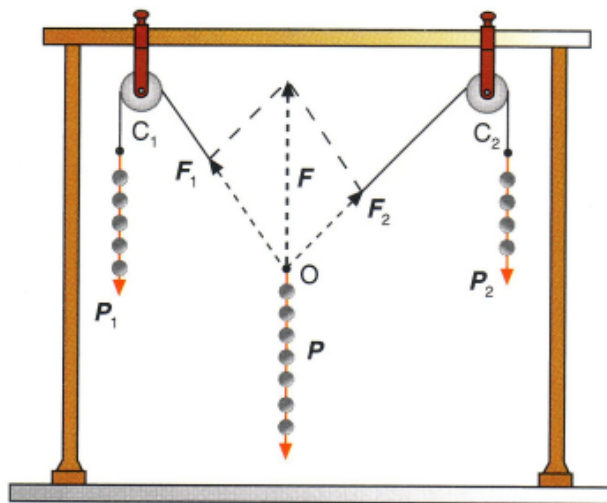


Figura 1: Schema delle forze



Figura 2: Setup esperimento

La massa centrale è appesa tra le due carrucole e chiamiamo  $\theta_1$  e  $\theta_2$  gli angoli formati rispettivamente tra le congiungenti OC1 e OC2 e la verticale (vedi figura 1). Sapendo che l'angolo creato dalla fune, a cui è appesa la massa centrale (di peso  $P$ ), distribuisce la tensione in due direzioni, possiamo dire, imponendo l'equilibrio in due dimensioni, che:

$$\begin{cases} T_1 \cos \theta_1 + T_2 \cos \theta_2 = P \\ T_1 \sin \theta_1 - T_2 \sin \theta_2 = 0 \end{cases} \quad (1)$$

Sappiamo inoltre che le due tensioni sono uguali dalla forza peso delle due masse laterali e che perciò:  $P_1 = T_1$  e  $P_2 = T_2$ , da cui segue che:

$$P = P_1 \cos \theta_1 + P_2 \cos \theta_2 \quad (2)$$

Nel caso in cui i due pesi siano uguali ( $P_1 = P_2 = P'$ ) si ha  $\theta_1 = \theta_2$ , per cui:

$$P = (P_1 + P_2) \cos \theta = 2P' \cos \theta \quad (3)$$

## 2 Procedimento

- ☐ Tagliare un cordoncino e con le estremità formare due nodi per legare pesetti.
- ☐ Far passare il filo attorno alle due carrucole stando attenti ad evitare che il filo fuoriesca dalla guida; in caso, procedere al riallineamento.
- ☐ Posizionare i pesetti in modo che il sistema risulti in equilibrio. I due pesi laterali devono essere scelti uguali per facilitare i calcoli: vedi formula (3). Rimarranno uguali per tutto l'esperimento.
- ☐ Partire da una massa incognita da appendere all'apparato (vedi figura 1 e 2). Prima la si pesa, poi la si appende.
- ☐ Misurare con il goniometro l'angolo formato tra i fili e la verticale.

- ☐ Procedere aggiungendo altre masse incognite (pesandole man mano) e ogni volta misurare l'angolo.
- ☐ Pesare con una bilancia anche i pesetti laterali.
- ☐ Inserire tutti i dati in tabella.

### 3 Tabelle e analisi dati

I dati devono essere raccolti in tabelle ordinate. Esempio di tabella:

|                |        | $M_{centrale} [g]$ | $e_{M_c}$ | $\theta [^\circ]$ |
|----------------|--------|--------------------|-----------|-------------------|
| I set di dati  | Mis. 1 |                    | $\pm$     |                   |
|                | Mis. 2 |                    | $\pm$     |                   |
|                | Mis. 3 |                    | $\pm$     |                   |
| II set di dati | Mis. 1 |                    | $\pm$     |                   |
|                | Mis. 2 |                    | $\pm$     |                   |
|                | Mis. 3 |                    | $\pm$     |                   |
|                | ...    |                    | $\pm$     |                   |

#### 3.1 Commenti sull'analisi dati

- ☐ Potete creare le tabelle nella maniera che preferite
- ☐ Disegnare il diagramma delle forze
- ☐ Dalla legge 3 si osserva una relazione lineare ( $y = a \cdot x$ ) tra  $P$  della massa centrale e la forza peso  $P'$  dei due pesetti laterali. Costruire un grafico  $\cos \theta$  vs  $P$ . Possiamo dunque scrivere:

$$P = a \cdot \cos \theta \quad (4)$$

con  $a = 2 \cdot P'$ .

Verificare che il coefficiente della retta del grafico che si ottiene vale  $a = 2 \cdot P'$  (tanto  $P'$ , cioè il peso delle massette laterali lo si determina pesandole).

- ☐ **Importante:** segnate sempre gli errori degli strumenti di misura (sensibilità). Ripetete le misure e calcolate media ed errore. Per propagare l'errore usate le formule viste a lezione. Ignorare l'errore sull'angolo.

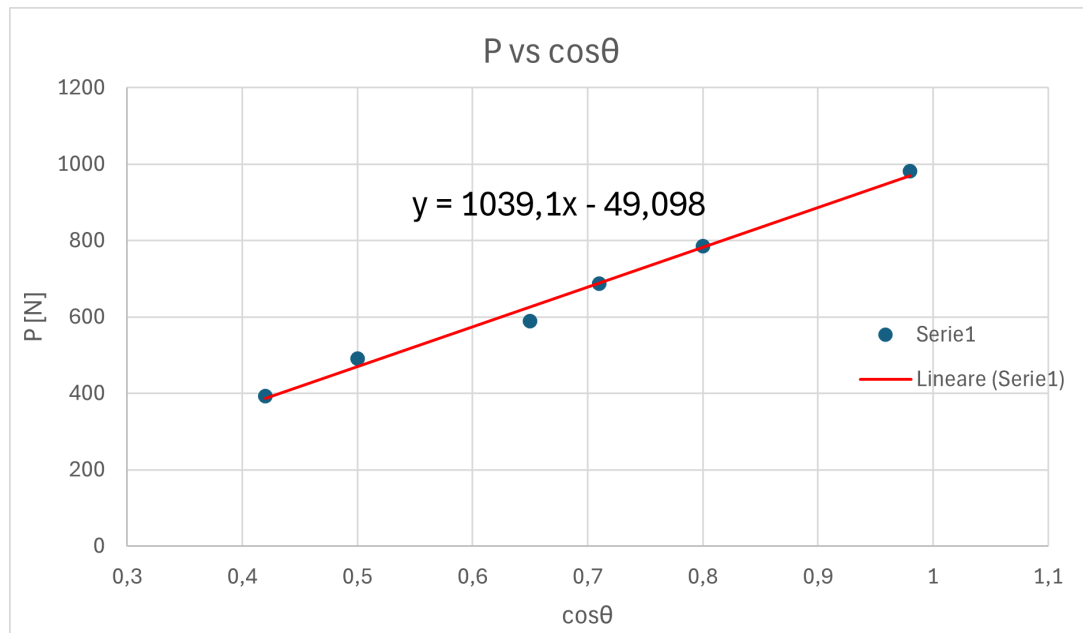


Figura 3: Esempio analisi dati relazione lineare

## 4 Conclusioni e domande

- Per diversi valori della massa centrale, la legge è verificata?
- I valori di forza peso delle massette laterali, misurati e ottenuti sperimentalmente, sono compatibili?
- Come puoi verificare che l'ipotesi di trascurare l'attrito delle carrucole sia valida?
- Cosa succede all'angolo se si appende una massa molto grande? E se si appende una massa molto leggera? (Si può fare un plot di  $P$  in funzione di  $\theta$ )