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.

Introduzione

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

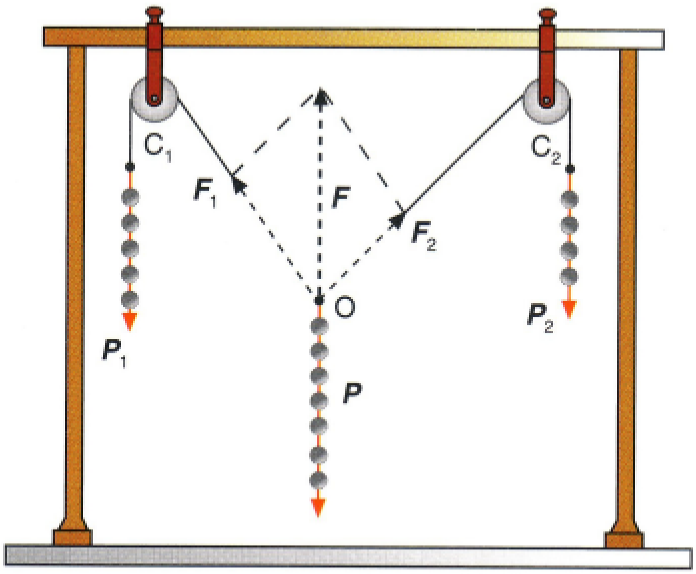

Figura 1: Schema delle forze

*Email: lorenzo.sabatino@collegifacec.it
Pagina web: `https://lorenzosabatino03.github.io/lab-fisica/`

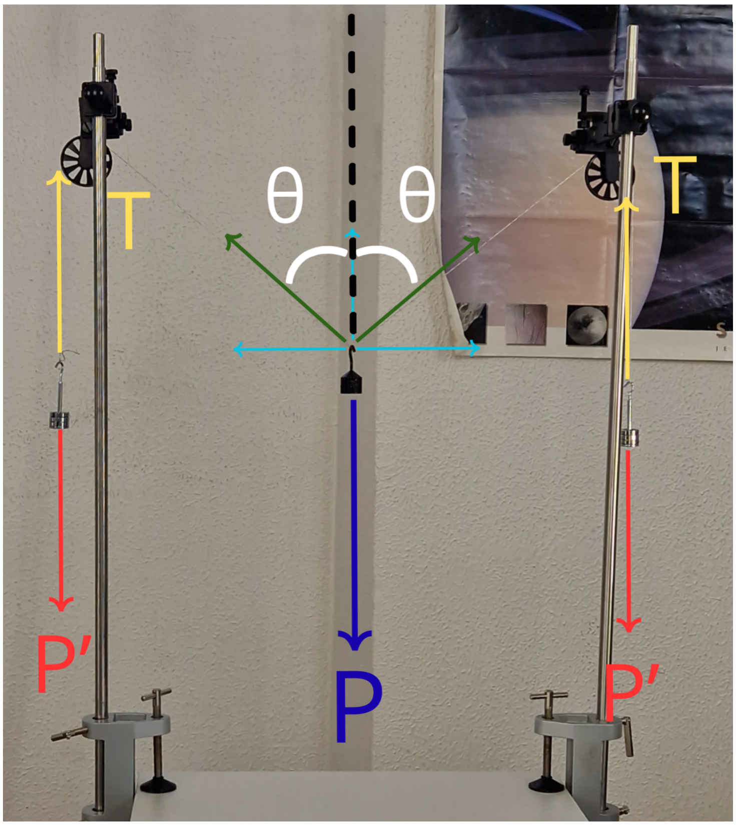

Figura 2: Schema delle forze (b)

Figura 3: Setup esperimento

La massa centrale è appesa tra le due carrucole e chiamiamo θ_1 e θ_2 gli angoli formati rispettivamente tra le congiungenti OC1 e OC2 e la verticale (vedi figura 2). Sapendo che l'angolo creato dalla fune a cui è appesa la massa centrale (di peso P) distribuisce la tensione in due direzioni, possiamo affermare, imponendo l'equilibrio in due dimensioni, che:

$$\begin{cases} T_1 \cos\theta_1 + T_2 \cos\theta_2 & = P \\ T_1 \sin\theta_1 - T_2 \sin\theta_2 & = 0 \end{cases} \tag{1}$$

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

$$P = P_1 \cos\theta_1 + P_2 \cos\theta_2 \tag{2}$$

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

$$\boxed{P = (P_1 + P_2)\cos\theta = 2P' \cos\theta} \tag{3}$$

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 3). 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.

Tabelle e analisi dati

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

		$M_{centrale}$[g] $\quad e_{M_c}$	θ [°]
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·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:

$$\boxed{P = a \cdot \cos\theta} \tag{4}$$

  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.

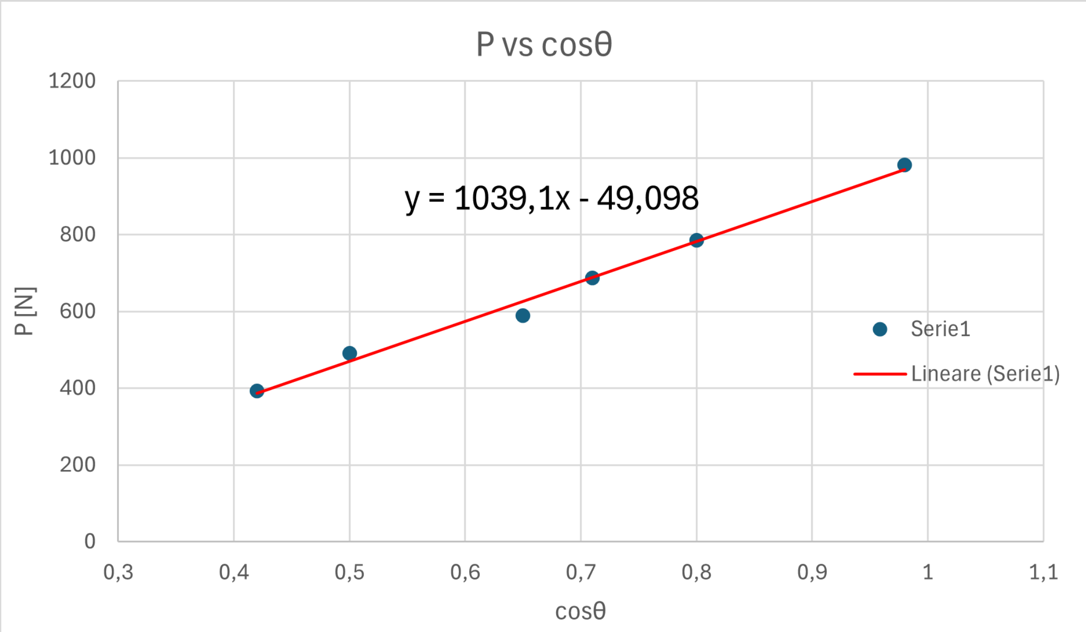

Figura 4: Esempio analisi dati relazione lineare

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 θ)