STANISLAO CANNIZZARO
Liceo Scientifico - ROMA

ROMA TRE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI

Esperienza 5: momenti in equilibrio

Materiali a disposizione: una bilancia ad un braccio;
una livella;
3 pesi da 50 gr.
4 pesi da 25 gr.
3 peso da 10 gr.
tre oggetti X, Y, Z di peso non noto;
riga;
un dinamometro di portata massima di 2 N.

Scopo dell'esperienza: verificare la condizione di equilibrio dei momenti per le leve di primo tipo. Calcolare il peso di tre oggetti ignoti e confrontarlo con quello ricavato da una misura diretta.

Un sistema fisico come quello mostrato in figura (una leva) è *in equilibrio* se sussiste la seguente relazione:

$$F_1 b_1 = F_2 b_2$$

Dove F e b sono rispettivamente l'intensità della forza applicata e la distanza dal punto centrale (*fulcro*). Nel caso in cui ci siano più di due forze applicate occorre tener conto di tutti i contributi andando ad includere gli ulteriori termini nell'equazione a seconda di dove la forza è applicata (a destra o sinistra del fulcro).

Parte 1: la bilancia

Sul tavolo trovate tre oggetti denominati con X, Y e Z (di peso non noto) ed altri cilindri di peso noto. L'esperienza si articola su più punti che dovrete ripetere per ognuno dei tre oggetti X, Y e Z:



1. Appendete ogni oggetto in un certo foro dell'asticella (fig.2) che forma la bilancia come da tabella:

OGGETTO	FORO
X	4°
Y	6°
Z	2°

2. Misurate la distanza d dal fulcro: *quanto vale l'incertezza associata alla misura?*

……

3. Sull'altro braccio della bilancia attaccate uno dei tre oggetti, di peso P_1 qualsiasi a distanza d_1 arbitraria dal fulcro in modo tale però da raggiungere l'equilibrio.
4. L'asta dovrà assestarsi su una posizione orizzontale: per controllare l'inclinazione potete usare la livella andando delicatamente ad allineare lo strumento con l'asta della bilancia.
5. Con il dinamometro misurate il valore del peso di ogni oggetto che agganciate alla bilancia ricordando che l'errore associato è dato dalla sensibilità dello strumento.
6. Registrate anche la distanza misurata rispetto al fulcro alla quale posizionate l'oggetto di peso P_1. L'errore associato a questa distanza è dato dalla sensibilità strumentale della riga.
7. A questo punto ricavate il valore della forza peso P dell'oggetto. Ad esempio per l'oggetto X:

$$P_X = \frac{P_1 d_1}{d_X}$$

8. L'errore sul peso P_X si calcola mediante propagazione degli errori relativi su P_1, d_1 e d_X (ed analogamente per Y e Z):

$$\frac{\Delta P_X}{P_X} = \frac{\Delta P_1}{P_1} + \frac{\Delta d_1}{d_1} + \frac{\Delta d_X}{d_X}$$

9. Risalite al valore della massa dell'oggetto sconosciuto dividendo per il valore dell'accelerazione di gravità $g = 9.81\ m/s^2$. L'errore rimane invariato assumendo che il valore di g sia privo di incertezza:

$$m_X = \frac{P_X}{g}$$

NB: potete anche attaccare più di un peso in fori *differenti* alla bilancia per equilibrarla ed avere ad esempio due forze peso P_1 e P_2 a distanze d_1 e d_2. In questo caso le formule per

trovare P_X e $\Delta P_X/P_X$ diventano rispettivamente:

$$P_X = \frac{P_1 d_1}{d_X} + \frac{P_2 d_2}{d_X}$$

$$\frac{\Delta P_X}{P_X} = \left(\frac{\Delta P_1}{P_1} + \frac{\Delta d_1}{d_1} + \frac{\Delta d_X}{d_X}\right) + \left(\frac{\Delta P_2}{P_2} + \frac{\Delta d_2}{d_2} + \frac{\Delta d_X}{d_X}\right)$$

Completate le seguenti tabelle, inserendo il valore della massa di ogni pesetto che avete agganciato alla bilancia (con la relativa incertezza), il numero n di pesetti con quella data massa e la sua distanza dal fulcro (con la relativa incertezza); infine i dati riguardanti l'oggetto di peso ignoto.

Oggetto X:

$n°$	Massa $(m \pm \Delta m)$	Distanza dal fulcro $(d \pm \Delta d)$

	Distanza dal fulcro $(d \pm \Delta d)$	Peso $(P \pm \Delta P)$	Massa $(m \pm \Delta m)$
Oggetto X			

Oggetto Y:

$n°$	Massa $(m \pm \Delta m)$	Distanza dal fulcro $(d \pm \Delta d)$

	Distanza dal fulcro	Peso	Massa

	$(d \pm \Delta d)$	$(P \pm \Delta P)$	$(m \pm \Delta m)$
Oggetto Y			

Oggetto Z:

$n°$	Massa $(m \pm \Delta m)$	Distanza dal fulcro $(d \pm \Delta d)$

	Distanza dal fulcro $(d \pm \Delta d)$	Peso $(P \pm \Delta P)$	Massa $(m \pm \Delta m)$
Oggetto Z			

Parte 2: misura diretta e confronto

L'ultima parte dell'esperienza consiste nell'andare a misurare direttamente il valore del peso dei tre oggetti P_X, P_Y e P_Z tramite il dinamometro e calcolatene la massa, indicando nella seguente tabella i vostri risultati:

Tabella 2:

Oggetto X		Oggetto Y		Oggetto Z	
$(P_X \pm \Delta P_X)$ (N)	$(m_X \pm \Delta m_X)$ (gr)	$(P_Y \pm \Delta P_Y)$ (N)	$(m_Y \pm \Delta m_Y)$ (gr)	$(P_Z \pm \Delta P_Z)$ (N)	$(m_Z \pm \Delta m_Z)$ (gr)

Per concludere verificate per ognuna oggetto che avete, quale delle due misure è risultata più precisa, ossia quale delle due misure ha l'errore relativo più basso:

	Oggetto X	Oggetto X	Oggetto Z
	ε_r	ε_r	ε_r
Misura con la bilancia			
Misura diretta			

Quale misura è risultata più precisa per l'oggetto X?

……

Quale misura è risultata più precisa per l'oggetto Y?

……

Quale misura è risultata più precisa per l'oggetto Z?

……