

**Corso di Laurea in Fisica**  
**Esperimentazioni di Fisica I, a.a. 2017-2018**

**Scheda dell'Esercitazione n. 3: Misurazione della costante elastica di una molla.**

**Scopo dell'esperienza**

Misurare la costante elastica di una molla con il cosiddetto "metodo statico".

**Materiale a disposizione**

Una molla elicoidale di costante elastica non nota. Stativo per l'esecuzione della misurazione. Dispositivo per sollecitare la molla con forze diverse. Bilancia elettronica con risoluzione 0.01 g. Metro a nastro per la misura delle lunghezze.

**Procedura e misure sperimentali**

L'esperimento consiste nella misurazione della costante della molla con il metodo statico assumendo come modello matematico del fenomeno la legge di Hooke (espressa in modulo):

$$(1) \quad F = k \Delta x$$

che lega la forza, realizzata tramite un peso ( $F=mg$ ) applicato alla molla, all'allungamento  $\Delta x = x - x_0$ , con  $x$  coordinata dell'estremo libero della molla e  $x_0$  coordinata dell'estremo libero della molla a carico assunto come nullo. La coordinata  $x$  si misura con il metro a nastro a disposizione rispetto ad una origine arbitrariamente scelta una volta per tutte. La coordinata  $x_0$  sarà stimata dall'analisi dei dati. La misura della massa si esegue con la bilancia elettronica a disposizione.

Eeguire l'esperimento aumentando progressivamente la massa applicata alla molla registrando la relativa posizione  $x$  dell'estremo della molla. Descrivere con dettaglio adeguato le operazioni eseguite durante la misurazione.

Riportare in un grafico su carta millimetrata lineare l'andamento di ( $x$  vs  $m$ ). Quindi tracciare sul grafico la retta migliore che passa per i punti acquisiti. La retta attesa si scrive, con i parametri già definiti, come:

$$(2) \quad x = (g/k) m + x_0$$

Tracciata la retta, ricavare graficamente il valore del coefficiente angolare (stima di  $g/k$ ), e l'intercetta (stima di  $x_0$ ). Calcolare infine il valore di  $k$  assumendo  $g=9.80 \text{ m s}^{-2}$

**Incertezza sulla misura  $x$**

Per valutare l'incertezza della posizione  $x$  dell'estremo libero della molla, si può utilizzare il calcolo dei "residui" ovvero la differenza tra il valore misurato e quello calcolato tramite i parametri della retta tracciata. Allo scopo compilare una tabella come quella qui di seguito (Tabella 1).

**Tabella 1**

Massa (g)	Posizione x (cm) (misurata)	Posizione x (cm) (calcolata dalla retta)	Residuo (cm)	(Residuo) <sup>2</sup> (cm <sup>2</sup> )
$m_i$	$x_i$	$(g/k) m_i + x_0$	$r_i = x_i - [(g/k) m_i + x_0]$	$(r_i)^2$
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...
			$\sum_i r_i$	$\sum_i (r_i)^2$

(le ultime tre colonne di questa tabella possono essere compilate con elementari funzioni di excel)

Se la retta è tracciata correttamente (uguale numero di punti sperimentali sopra quanto sotto la retta) la somma dei residui è vicina a zero e la radice quadrata della somma dei residui al quadrato divisa il numero di misure meno 2 (dalla retta si valutano due parametri) è l'incertezza di tipo A da assegnare alla misurazioni della posizione x

$$u_x = \sqrt{\frac{\sum_i r_i^2}{N - 2}}$$

#### **Incetenza di tipo A su k.**

Un modo approssimativo per valutare l'incetenza di tipo A su  $k$  è quello di calcolare per ogni coppia di valori misurati di  $(m_i, x_i)$  il corrispondente valore di  $k_i$  tramite la relazione:

$$k_i = g \frac{m_i}{x_i - x_0}$$

assumendo per  $x_0$  il valore ottenuto precedentemente come intercetta della retta tracciata.

Sulle determinazioni di  $k$  così ottenute si costruisca l'istogramma, si calcoli la media aritmetica (da confrontare con quello ottenuto dal coefficiente angolare della retta) e quindi la deviazione standard della media. Quest'ultimo valore rappresenta una stima dell'incetenza sul valore di  $k$ .