

Misura di g utilizzando una molla

Lorenzo Cavuoti
Alice Longhena

24 maggio 2017

1 Scopo dell'esperienza

Dimostrazione legge di Hooke e stima dell'accelerazione di gravità a livello del suolo (g) a partire dagli allungamenti di una molla

2 Cenni teorici

Se gli allungamenti della molla non sono troppo grandi vale la legge di Hooke: l'allungamento è proporzionale all'intensità della forza che lo ha causato, risulta allora

$$(m_p + m_i)g = k(l_i - l_o) \quad (1)$$

Da cui si ricava

$$l_i = \frac{g}{k}m_i + \frac{g}{k}m_p + l_o \quad (2)$$

Dove m_p è la massa del piattello, m_i è la massa posta sul piattello, l_i è la lunghezza della molla sotto carico, l_o è la lunghezza della molla a riposo e k è la costante elastica della molla.

Se si mette in oscillazione la molla il periodo del moto armonico vale

$$T_i = 2\pi\sqrt{\frac{m_p + m_i + m/3}{k}} \quad (3)$$

Elevando al quadrato la (3) si ottiene

$$T_i^2 = \frac{4\pi^2}{k}m_i + \frac{4\pi^2}{k}(m_p + m/3) \quad (4)$$

3 Apparato sperimentale e strumenti

Molla

Piattello

Pesetti di massa variabile tra circa 5g e 50g

Masse utilizzate	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4	τ_5	τ_6	μT
<i>Pesetto 50g</i>	9.57	9.45	9.55	9.49	9.36	9.54	9.54
<i>Pesetto 45g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 40g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 35g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 30g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 25g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 20g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 15g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 10g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54
<i>Pesetto 5g</i>	6	6	6	6	6	6	9.54

Tabella 1: Periodi in funzione della massa

Oggetti	$massa \pm 0.001[g]$	$l_i \pm 0.2[cm]$
<i>Molla</i>	8.310	13.7
<i>Piattello</i>	7.770	16.5
<i>Pesetto 50g</i>	49.951	35.8
<i>Pesetto 45g</i>	44.982	34.3
<i>Pesetto 40g</i>	39.978	31.8
<i>Pesetto 35g</i>	34.940	30.0
<i>Pesetto 30g</i>	6	6
<i>Pesetto 25g</i>	6	6
<i>Pesetto 20g</i>	6	6
<i>Pesetto 15g</i>	6	6
<i>Pesetto 10g</i>	6	6
<i>Pesetto 5g</i>	6	6

Tabella 2: Allungamento molla in funzione della massa

Cronometro (risoluzione 0.01s)

Bilancia di precisione (risoluzione 0.001g)

Metro a nastro (risoluzione 0.1cm)

4 Descrizione delle misure

Dopo aver misurato la massa 10 diverse combinazioni di pesetti da 5g a 50g abbiamo effettuato 6 misurazioni di 10 periodi associati a ciascuna combinazione (tabella 1). Successivamente abbiamo misurato gli allungamenti della molla corrispondenti alle diverse combinazioni di pesetti (tabella 2).

5 Analisi dei dati

5.1 Stima di k

Abbiamo usato come miglior stima dei periodi la loro media($\mu\tau$) e come errore la deviazione standard della media. Abbiamo poi realizzato un grafico(figura da inserire) con ordinata la stima dei periodi al quadrato e inserendo sulle ascisse le singole masse. Facendo un fit con la funzione `curve_fit` del modulo `scipy` di `python` abbiamo verificato la dipendenza lineare delle due variabili e abbiamo stimato il coefficiente angolare della retta corrispondente a $\frac{4\pi^2}{k}$

$$k = \frac{4\pi^2}{m} = \frac{4\pi^2}{0.0151 \pm 0.0018} = (2.61 \pm 0.31)10^3 [g s^{-2}] \quad (5)$$

5.2 Stima di g

Dalle misure degli allungamenti della molla (tabella 2) abbiamo realizzato un grafico(inserire grafico) con l'allungamento della molla sulle ordinate e la massa applicata ad essa sulle ascisse, facendo poi un fit con la funzione `curve_fit` abbiamo calcolato il coefficiente angolare della retta, corrispondente a g/k . Dal grafico si nota inoltre la dipendenza lineare tra le due grandezze come previsto dalla legge di Hooke.

$$\frac{g}{k} = 0.402 \pm 0.008 [cm g^{-1}] \quad (6)$$

Da cui

$$g = ((2,61 \pm 0,31)10^3)(0.402 \pm 0.008) = 10.5 \pm 1.5 [m s^{-2}] \quad (7)$$

6 Conclusioni

Considerando gli errori, il nostro valore di g rientra nel valore misurato per Pisa ($9.807[m s^{-2}]$), pur essendo la stima maggiore del 6,9%. Per ridurre l'errore associato e avere una stima più precisa è necessario usare uno strumento di misura della lunghezza più accurato ed effettuare più misure del periodo della molla. L'errore associato alle masse invece si può considerare trascurabile in quanto molto minore rispetto agli errori sulle altre grandezze.