

Università degli studi di Udine
Laboratorio di Fisica Generale I - Cds Ingegneria
Elettronica

Gruppo 15:
Vittorio Alzetta - 168352

17 Maggio 2024

Indice

1	Introduzione	2
2	Cenni teorici	2
2.1	Strumenti	2
2.2	Formule	2
2.2.1	Periodo di Oscillazione	3
2.2.2	Costante Elastica	3
3	Propagazione degli Errori	3
3.1	Errore sulla Differenza tra le Masse	3
3.2	Errore sulla Differenza tra gli Allungamenti	4
3.3	Errore sulla Costante Elastica	4
3.4	Errore sul Periodo di Oscillazione	4
4	Misurazioni	4
4.1	Misura Diretta (Cronometro)	5
4.2	Misura Indiretta (Costante Elastica)	5
4.3	Misura con Sensore ad Ultrasuoni	7
5	Conclusioni	8

1 Introduzione

Questa relazione presenta i risultati della seconda esperienza di laboratorio. Sarà suddivisa in quattro sezioni: nella prima si descriveranno brevemente gli strumenti utilizzati durante l'esperimento e si esporranno le formule matematiche adottate per ottenere i risultati numerici; nella seconda verranno brevemente dati dei cenni sulla propagazione degli errori e sulle formule adoperate per il calcolo delle incertezze sulle misure; nella terza si riassumeranno i risultati ottenuti; nella quarta e ultima si commenterà l'esito dell'esperimento, valutando la sua riuscita o meno.

2 Cenni teorici

In questa sezione si elencheranno prima gli strumenti utilizzati per misurare il periodo delle oscillazioni della massa attaccata alla molla, e successivamente le formule impiegate per calcolare il periodo di oscillazione mediante la costante elastica.

2.1 Strumenti

Di seguito l'elenco degli strumenti:

- **Massa:** con valori di 192g e $92g \pm 2g$.
- **Molla:** componente fondamentale del sistema, utilizzata per eseguire le oscillazioni.
- **Sistema computerizzato agli ultrasuoni:** dispositivo automatico per rilevare il periodo di oscillazione della molla utilizzando gli ultrasuoni.
- **Bilancia:** strumento utilizzato per la misurazione accurata delle masse.
- **Metro:** strumento di misura utilizzato per valutare l'allungamento della molla in relazione alla massa applicata.
- **Excel:** software per l'analisi dei dati raccolti durante l'esperimento.

2.2 Formule

Qui di seguito le formule utilizzate per il calcolo del periodo di oscillazione e della costante elastica.

2.2.1 Periodo di Oscillazione

Il periodo di oscillazione (T) di un corpo sospeso a una molla è definito dalla seguente relazione:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (1)$$

dove:

- m : massa del corpo in oscillazione (in kg).
- k : costante elastica della molla (in N/m).

2.2.2 Costante Elastica

La costante elastica (k) di una molla può essere calcolata utilizzando la seguente formula:

$$k = g \cdot \frac{m_1 - m_2}{l_1 - l_2} \quad (2)$$

dove:

- m_1, m_2 : masse applicate alla molla (in kg).
- g : accelerazione di gravità (in m/s²).
- l_2, l_1 : allungamenti della molla con due masse diverse ¹.

3 Propagazione degli Errori

Per quanto riguarda la propagazione degli errori, sono state utilizzate le seguenti formule per calcolare l'errore sul periodo di oscillazione, sulla costante elastica e sulle differenze tra masse e allungamenti.

3.1 Errore sulla Differenza tra le Masse

L'errore sulla differenza tra le masse ($\sigma_{\Delta m}$) è calcolato come:

$$\sigma_{\Delta m} = \sqrt{\sigma_{m_1}^2 + \sigma_{m_2}^2} \quad (3)$$

dove:

- σ_{m_1} : errore sulla massa m_1 .
- σ_{m_2} : errore sulla massa m_2 .

¹Si osservi che l_1 e l_2 rappresentano la lunghezza della molla con rispettivamente le masse m_1 e m_2 sospese, questi valori sono indipendenti dalla lunghezza della molla a riposo

3.2 Errore sulla Differenza tra gli Allungamenti

L'errore sulla differenza tra gli allungamenti ($\sigma_{\Delta l}$) è calcolato come:

$$\sigma_{\Delta l} = \sqrt{\sigma_{l_1}^2 + \sigma_{l_2}^2} \quad (4)$$

dove:

- σ_{l_1} : errore sull'allungamento l_1 .
- σ_{l_2} : errore sull'allungamento l_2 .

3.3 Errore sulla Costante Elastica

L'errore sulla costante elastica (σ_k) è calcolato come:

$$\sigma_k^2 = \left(\frac{g}{\Delta l}\right)^2 \sigma_{\Delta m}^2 + \left(\frac{g \Delta m}{\Delta l^2}\right)^2 \sigma_l^2 \quad (5)$$

dove:

- $\sigma_{\Delta m}$: errore sulla differenza tra le masse.
- $\sigma_{\Delta l}$: errore sulla differenza tra gli allungamenti.

3.4 Errore sul Periodo di Oscillazione

L'errore sul periodo di oscillazione (σ_T) è calcolato come:

$$\sigma_T^2 = \left(\frac{\pi^2}{mk}\right) \sigma_m^2 + \left(\frac{\pi^2 m}{k^{3/2}}\right)^2 \sigma_k^2 \quad (6)$$

dove:

- σ_m : errore sulla massa.
- σ_k : errore sulla costante elastica.

4 Misurazioni

In questa sezione sono riportati i risultati ottenuti dalla misurazione del periodo di oscillazione attraverso tre distinti approcci: misura diretta, misura indiretta mediante formule, e utilizzando i valori rilevati dal sensore ad ultrasuoni.

4.1 Misura Diretta (Cronometro)

Durante questa prima fase è stato misurato il periodo di oscillazione manualmente. È stata sospesa una massa di $192\text{g} \pm 2\text{g}$ ad una molla e tramite un cronometro è stato misurato il tempo richiesto al sistema per compiere 5 oscillazioni complete. In totale sono state prese 30 misure (dunque complessivamente $30 \cdot 5 = 150$ oscillazioni):

4.74	4.79	4.65	4.63	4.62	4.7	4.7	4.74	4.69	4.71
4.7	4.62	4.8	4.73	4.71	4.74	4.67	4.74	4.76	4.67
4.71	4.73	4.73	4.83	4.65	4.71	4.71	4.78	4.69	4.73

Table 1: Tempi delle oscillazioni

Dalle quali è stato possibile calcolare il valore medio di un periodo di oscillazione e la deviazione standard di tale valore:

Parametro	Valore
Valore Medio	0.94 s
Deviazione Standard	0.01 s

Table 2: Riepilogo Misura Diretta

4.2 Misura Indiretta (Costante Elastica)

Durante la seconda fase dell'esperimento è stato misurato l'allungamento della molla in funzione di due diverse masse m_1 e m_2 dal rispettivo valore di 192g e $92\text{g} \pm 2\text{g}$ (incertezza della bilancia). Di seguito è stato rappresentato schematicamente il sistema massa-molla, evidenziando le lunghezze che sono state identificate come l_1 e l_2 nella formula (2):

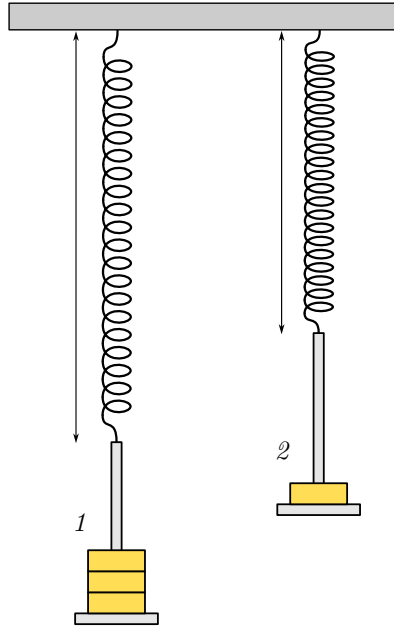


Figure 1: Sistema massa-molla

Dalle misurazioni sono stati ottenuti i seguenti valori:

Massa (g)	Allungamento della molla (m)
192 ± 2	0.343 ± 0.001
92 ± 2	0.234 ± 0.001

Table 3: Valori allungamento con differenti masse

In seguito è stato calcolato l'errore sulla differenza tra le masse e sulla differenza tra gli allungamenti (formule (3) e (4)), questo ha poi permesso di ricavare il valore della costante elastica e del periodo di oscillazione (formule (1) e (2)) con i relativi errori (formule (5) e (6)). I risultati sono mostrati nella prossima tabella:

Variabile	Valore Medio	Dev. Standard
Δm (g)	100	3
Δl (m)	0.109	0.001
k (N/m)	9.0	0.3
T (s)	0.92	0.02

Table 4: Riepilogo Misura Indiretta

4.3 Misura con Sensore ad Ultrasuoni

Nell'ultima fase dell'esperimento è stato aggiunto un sensore ad ultrasuoni sotto la massa sospesa alla molla, collegandolo successivamente al PC il dispositivo ha consentito di monitorare con precisione le oscillazioni della massa. La seguente figura mostra chiaramente questa configurazione:

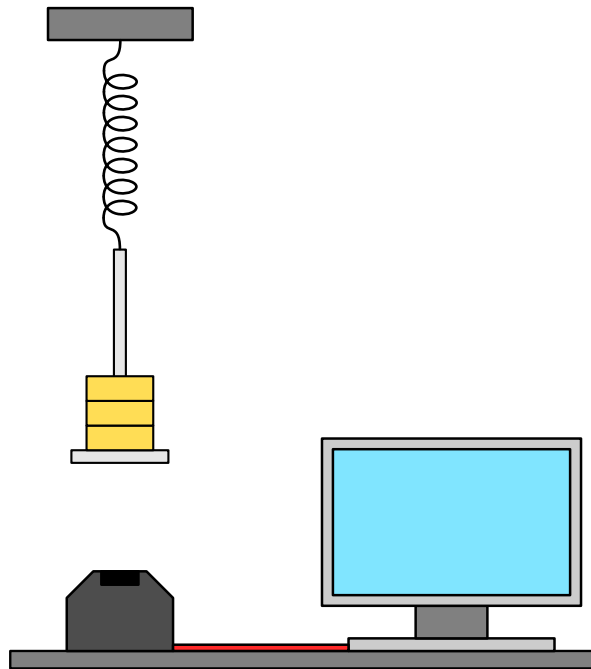
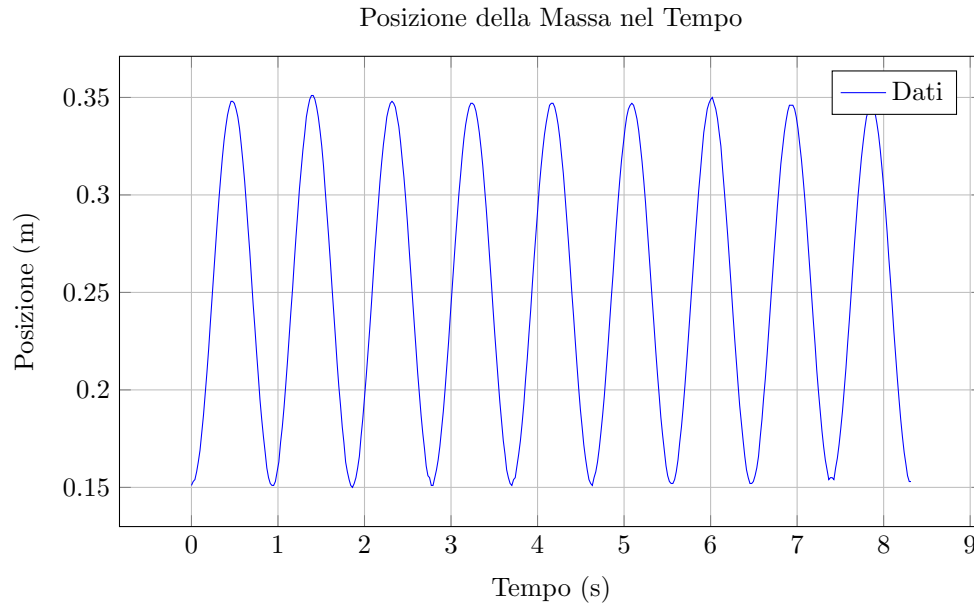


Figure 2: Schema Sensore ad Ultrasuoni

Il sensore emette un segnale ad ultrasuoni, questo raggiunge la massa, la colpisce e quindi ritorna al sensore. Qui viene rilevato e memorizzato, consentendo di ottenere informazioni sulla posizione della massa e, di conseguenza, della molla. Questo processo avviene con una frequenza di campionamento di 50Hz, garantendo un'accurata registrazione delle variazioni di posizione nel tempo. Utilizzando tali dati, è stato possibile creare un grafico che rappresenta l'andamento della posizione della massa in un intervallo di circa 9 secondi:



Tramite il software utilizzato per l'elaborazione è stato misurato l'intervallo tra gli istanti in cui la massa occupava la stessa posizione, ottenendo un periodo $T = 0,923s$. L'errore di questo risultato è direttamente collegato all'incertezza dell'apparecchio utilizzato, pertanto sapendo che la frequenza di campionamento è pari a 50Hz possiamo considerare come incertezza del periodo il valore $\frac{1}{50}s = 0,02s$.

5 Conclusioni

Di seguito viene presentata una tabella riassuntiva dei valori del periodo ottenuti attraverso diversi approcci accompagnati dai relativi errori:

Metodo	Periodo (s)	Deviazione Standard (s)
Misura diretta (Cronometro)	0,94	0,01
Misura indiretta (Costante Elastica)	0,92	0,02
Misura con Sensore ad Ultrasuoni	0,92	0,02

Table 5: Riepilogo delle misure

Come ci si poteva aspettare la misura effettuata con il sensore ad ultrasuoni è decisamente più vicina a quella indiretta, calcolata tramite le formule, rispetto a quanto lo sia quella presa direttamente con il cronometro. La discrepanza si può attribuire all'imprecisione dell'operatore; sembra che nonostante siano state prese le misure a gruppi di 5 oscillazioni ciò non sia bastato a ridurre l'errore della misura. In conclusione però l'esperimento può dirsi avvenuto con successo.