

**PROGETTO ASL LAB2GO – Liceo Nomentano**

Scopo. Lo scopo di questa esperienza è capire come agiscono gli effetti dello smorzamento sul moto di un oscillatore armonico che oscilla in aria e misurare la costante tempo e del coefficiente di attrito.

Introduzione. Si ricordi che quando una molla è tirata ad una distanza x dalla sua posizione di equilibrio, per la legge di Hooke si esercita su di essa una forza di richiamo $F = -kx$ dove k è detta costante elastica della molla. Se alla molla è agganciata una massa m , la II legge di Newton è:

$$ma+kx=0 \quad (1)$$

$$\text{dove } x(t) = A \cos(\omega t + \varphi) \quad (2)$$

è la soluzione dell'equazione che descrive il moto.

Nella realtà la massa oscillante non segue il moto armonico puro in quanto esso è rallentato da forze di attrito non facilmente eliminabili. Nell'aria o in un fluido qualsiasi la forza di attrito è proporzionale alla velocità della massa così che la II legge della dinamica diventa:

$$ma + \beta v + kx = 0 \quad (3)$$

$$\text{La soluzione generale dell'equazione è: } x(t) = A e^{-\gamma t} (\cos \omega^i t + \varphi) \quad (4)$$

$$\text{con } \gamma = \frac{\beta}{2m} \quad (5)$$

con m massa dell'oscillatore.

Dove $\omega^i = \sqrt{\omega^2 - \gamma^2}$ con ω la pulsazione dell'oscillatore senza attrito.

Il moto è armonico con una pulsazione e frequenza minore di quella del moto senza attrito.

La differenza tra le due pulsazioni è tanto più piccola quanto più piccolo è il valore di γ .

L'ampiezza dell'oscillazione $A e^{-\gamma t}$ decresce esponenzialmente con coefficiente di attrito $\gamma = \frac{\beta}{2m}$.

Materiali e strumenti.

Due segmenti di rotaia a basso attrito di lunghezza 0,5 m (Pasco), due fermi fine corsa (end-stop), due molle lunghe, un carrello, 5 masse da 50 g, due aste rispettivamente da 1m e da 0,5m., un morsetto da tavolo, un morsetto blocca aste, sensore di moto lineare (Pasco), un'interfaccia (powerlink - Pasco), un computer da tavolo, un cartoncino, una bilancia elettronica.

Apparato Sperimentale.

Si uniscano i due segmenti di rotaia, si aggancino i capi delle due molle alle due estremità del carrello, si posizioni il carrello sulla rotaia e le altre due estremità ai fermi di fine corsa. Poi si aggiunga al carrello un cartoncino per provocare una forza di attrito in un mezzo (aria). Si fissi il morsetto da tavolo e su di esso verticalmente l'asta da 1 metro, poi con l'altro morsetto di fissaggio l'asta corta su cui è infilato il sensore di moto. (si veda la figura n.1)

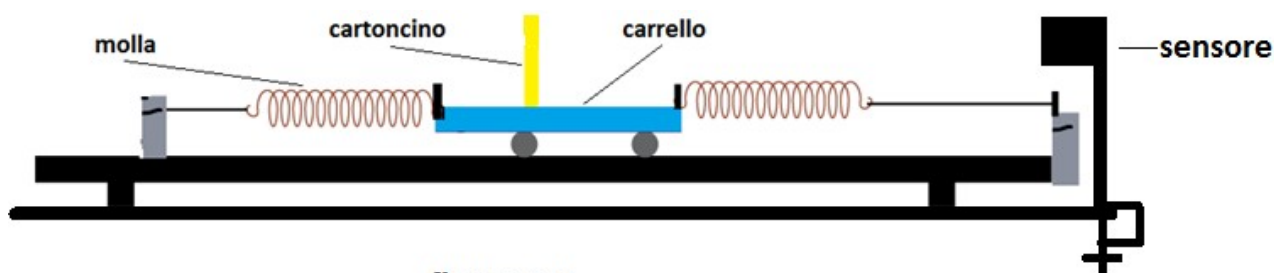


figura n. 1

Metodo di misura.

1. Si colleghi il sensore di moto all'interfaccia e questa al computer.
2. Si misuri la massa del carrello con la bilancia elettronica e si riporti il valore nella tabella n.1.
3. Si prema il pulsante di **AVVIO** del programma Data Studio e si Lasci nella posizione di riposo il carrello per circa un paio di secondi; in tal modo si può ottenere la posizione di equilibrio Y_{eq} . Si riporti tale misura nella tabella n.1. Si allontanano poi il carrello di circa 10 - 15 cm e lo si lasci oscillare.
4. Si Lasci che il carrello oscilli per almeno 10 periodi prima di spingere il bottone di **ARRESTO**.
5. Dal grafico posizione - tempo si misuri, con il **PUNTATORE DI MISURA**, l'ordinata del primo picco Y_0 e l'ascissa (tempo) ad essa relativo x_0 . Si registrino i valori nella tabella n. 1.
6. Si misurino l'ordinata del secondo picco Y_1 e il tempo x_1 . I Valori misurati si riportino nella tabella n.1.
7. Si ripetano le misure finché possibile e si riportino in tabella n.1 i valori delle ordinate dei picchi e delle ascisse.

Tabella n.1

Massa carrello: $(261,9 \pm 0,1)$ ordinata $Y_0 = (48,0 \pm 0,01)$ cm tempo $X_0 = (0,90 \pm 0,01)$ s

N. Picchi	Tempo X (s)	ordinate Y (cm)
-----------	-------------	-----------------



1	2,2 ± 0,01	47,3 ± 0,1
2	3,5 ± 0,01	46,6 ± 0,1
3	4,78 ± 0,01	45,9 ± 0,1
4	6,08 ± 0,01	45,3 ± 0,1
5	7,35 ± 0,01	44,7 ± 0,1
6	8,63 ± 0,01	44,3 ± 0,1
7	9,88 ± 0,01	43,9 ± 0,1

Analisi dei dati.

1. Calcolare l'ampiezza dei picchi come differenza tra le ordinate Y e la posizione di equilibrio Y_{eq} e si riportino i valori nella tabella n. 2.
2. In corrispondenza calcolare il tempo t come differenza tra le ascisse X dei picchi e il tempo X_0 . E si riportino i valori nella tabella n.2.
3. Si calcolino le incertezze con le formule:

$$\Delta\left(\frac{A_N}{A_0}\right) = \left(\frac{\Delta A_N}{A_N} + \frac{\Delta A_0}{A_0}\right) \frac{A_N}{A_0} e^{\Delta\left[\ln\left(\frac{A_N}{A_0}\right)\right]} = \Delta\left(\frac{A_N}{A_0}\right) \cdot \left[\ln\left(\frac{A_N}{A_0}\right)\right]$$

N. Picchi	$A_N = (X_n - X_{eq})$ (cm)	$t = (X_n - X_0)$ (s)	A_N/A_0	$\ln(A_0/A_N)$
1	5,7 ± 0,2	0 ± 0,2	1,00 ± 0,07	0,00 ± 0,07
2	5 ± 0,2	1,3 ± 0,2	0,88 ± 0,07	0,13 ± 0,08
3	4,3 ± 0,2	2,6 ± 0,2	0,75 ± 0,06	0,28 ± 0,08
4	3,6 ± 0,2	3,9 ± 0,2	0,63 ± 0,06	0,45 ± 0,09
5	3 ± 0,2	5,2 ± 0,2	0,53 ± 0,05	0,6 ± 0,1
6	2,4 ± 0,2	6,5 ± 0,2	0,42 ± 0,05	0,9 ± 0,1
7	2 ± 0,2	7,7 ± 0,2	0,35 ± 0,05	1,0 ± 0,1
8	1,6 ± 0,2	9,0 ± 0,2	0,28 ± 0,05	1,3 ± 0,2

4. Si tracci con Excel il grafico di $\ln(A_N/A_0)$ in funzione del tempo t .



$\ln(AN/A0)$ in funzione del tempo t

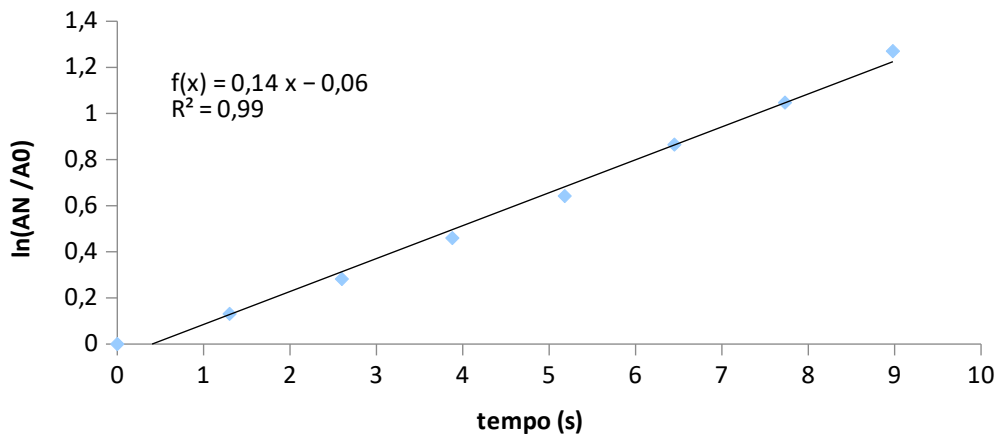


Grafico n. 1

5. Si calcolino il

coefficiente angolare γ e la sua incertezza statistica $\Delta\gamma$ facendo uso della funzione di Excel regressione lineare. Si ottiene:

$$\gamma = (0,19 \pm 0,02) \text{ s}^{-1}$$

6. Dal valore γ si calcoli la costante di tempo $\tau = \frac{1}{\gamma}$ e $\Delta\tau = \frac{\Delta\gamma}{\gamma} \tau$

$$\tau = (5,3 \pm 0,5) \text{ s}$$

7. Conoscendo la massa del carrello si può calcolare il coefficiente di attrito nell'aria:

$$\beta = 2m\gamma \text{ e } \Delta\beta = (\Delta m/m + \Delta\gamma/\gamma)\beta$$

si ottiene:

$$\beta = (2,8 \pm 0,2) \text{ Ns/m}$$