

http://www.sbai.uniroma1.it/sciubba-adalberto/laboratorio-di-fisica-sperimentale/2018-2019

# Laboratorio di fisica sperimentale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Ingegneria meccanica

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE  
Ingegneria meccanica  
A.A. 2018-2019

Quinta esperienza  
la molla:

- il regime di Hooke
- l'oscillatore armonico

lasciate il tavolo di laboratorio in ordine e pulito;  
ne siete responsabili (anche della strumentazione)

- 1) Relazione fra  $x$  e  $m$
- 2) Isocronismo
- 3) Relazione fra  $T$  e  $m$
- 4) Elasticità e geometria

$\sum_{i=1, N} \vec{F}_i = m \vec{a}$  forza peso  $F_p = m g$   
forza elastica  $F_e = -K(x - x_0)$

Per non smontare l'apparecchiatura  
NON viene misurato il valore  $m_0$   
della massa complessiva della molla  
e del supporto delle masse

dove  $m = m_0 + \Delta m$

$\Delta m$  assume gli 11 valori:  
 $\Delta m_0 = 0$   
 $\Delta m_1 = m_1$   
 $\Delta m_2 = m_1 + m_2$   
 $\Delta m_3 = m_1 + m_2 + m_3$   
 $\Delta m_n = m_1 + m_2 + \dots + m_n$

$(m_0 + \Delta m) g - K(x - x_0) = (m_0 + \Delta m) \frac{d^2 x}{dt^2}$

$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{K}{m_0 + \Delta m} x = \frac{K x_0}{m_0 + \Delta m} + g$

La molla è pretensionata  $\rightarrow$  la lunghezza a riposo  $x_0$  non è misurabile perché è inferiore allo spessore delle  $N$  spire

Studiare (misure, tabella, grafico) la relazione fra  $x$  e  $\Delta m$  ( $x$  vs  $\Delta m$ )  $\rightarrow K_s = g/p$

MOLLA [1/4]

$\Delta m$  assume gli 11 valori:  
 $\Delta m_0 = 0$   
 $\Delta m_1 = m_1$   
 $\Delta m_2 = m_1 + m_2$   
 $\Delta m_3 = m_1 + m_2 + m_3$   
 $\Delta m_n = m_1 + m_2 + \dots + m_n$

$\frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{K}{m_0 + \Delta m} x = \frac{K x_0}{m_0 + \Delta m} + g$

STATICA

$\frac{K}{m_0 + \Delta m} x = \frac{K x_0}{m_0 + \Delta m} + g$

$x = x_0 + \frac{g}{K} (m_0 + \Delta m) = c + \frac{g}{K} \Delta m$

Confermare con il grafico se si è in regime di Hooke, l'esistenza o meno del pretensionamento della molla e determinare  $K_s$

Bilancia gravitazionale  
Dinamometro

MOLLA [2/4]

INSERIRE 4-5 DISCHI

Verificare l'isocronismo delle oscillazioni  
misurare  $t_3$  (ogni 30 s, fino a 300 s)

Se le oscillazioni fossero isocrone allora  $T$  vs  $t$  avrebbe l'andamento di una retta di pendenza nulla ...

**ATTENZIONE**

- 1) durante il moto il numero di spire "attive" della molla non deve variare
- 2) le oscillazioni devono essere quanto più possibile solo in direzione verticale
- 3) la base non deve oscillare

**sollevare le masse per non più di 1-2 cm dal punto di equilibrio e lasciare scendere liberamente**

**MOLLA [2/4]**

INSERIRE 4-5 DISCHI

Verificare l'isocronismo delle oscillazioni misurare  $t_s$  (ogni 30 s, fino a 300 s)

Se le oscillazioni fossero isocrone allora **T vs t** avrebbe l'andamento di una retta di pendenza nulla ...

**RIPORTARE I COMMENTI NEL FOGLIO**

**MOLLA [3/4]**

**DINAMICA**

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K}{m_0 + \Delta m}x = \frac{Kx_0}{m_0 + \Delta m} + g$$

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = c \quad \omega^2 = \frac{K}{m_0 + \Delta m} = \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{m_0 + \Delta m}{K} = \frac{4\pi^2 m_0}{K} + \frac{4\pi^2}{K} \Delta m$$

**Studiare (misure, tabella, grafico) la relazione fra T e M:  $T^2 \text{ vs } \Delta m \rightarrow K_d = 4\pi^2/p$**

$\Delta m$  NON assume tutti gli 11 valori:  
 $\Delta m_0 = 0$  per bassi valori di massa il sistema non oscilla liberamente  
 $\Delta m_1 = m_1$   
 $\Delta m_2 = m_1 + p$  p.es.  $\Delta m_2 \Delta m_4 \Delta m_6 \Delta m_8 \Delta m_{10}$   
 $\Delta m_3 = m_1 + m_2 + m_3$   
 $\Delta m_n = m_1 + m_2 + \dots + m_n$

Per ridurre gli errori misurare la durata  $t_{10}$  di 10 periodi  
 $T^2 = (t_{10}/10)^2$

**determinare  $K_d$**  **Oscillatore armonico Bilancia inerziale**

**MOLLA [4/4]**

**Dipendenza di K dalla geometria e dal materiale**

Con buona approssimazione la costante elastica della molla vale  $K = \frac{Gd^4}{8ND^3}$

dove:

- G è il modulo di scorrimento dell'acciaio ( $8 \times 10^{10} \text{ N/m}^2 = 80 \text{ GPa}$ )
- d è il diametro del filo che costituisce la molla (1 mm)
- D è il diametro medio delle spire (diametro dell'elica) definito da  $D = D_e - d$  dove  $D_e$  è il diametro esterno delle spire ( $D_e = 15 \text{ mm}$ )
- N è il numero delle spire (lunghezza della molla diviso d)

- Misurare la lunghezza della molla
- calcolare il valore di  $K_G$  (K determinato dalla geometria e dal materiale)

**RISULTATO FINALE (30-50 N/m)**

- CONFRONTARE I TRE VALORI DI K

quanto abbiamo influenzato le misure effettuate col cronometro?

**TEMPO DI REAZIONE**

Ogni componente del gruppo:

- 1) esegua misurazioni del tempo di reazione t COPRENDO l'indicazione dei decimi e dei centesimi di secondo, facendo partire il cronometro e arrestandolo non appena viene VISUALIZZATO 1 secondo
- 2) riporti il risultato in una colonna della tabella
- 3) PASSI il cronometro ad un altro componente del gruppo
- 4) esegua dal punto 1) per altre 4 volte
- 5) calcoli la media aritmetica dei 5 tempi
- 6) RIPORTARE SUL FOGLIO I 3 TEMPI DI REAZIONE

**dobbiamo tener conto del tempo di reazione nelle misure di periodo?**

**SI', cioè: NO!**

**LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE**  
 Ingegneria meccanica  
 A.A. 2018-2019

a giovedì **2 MAGGIO:**

11 aprile impegno istituzionale docente  
 18 aprile inizio vacanze pasquali [18; 23]  
 25 aprile festa nazionale liberazione (1945)

**LaDiFi**  
 laboratorio didattico di Fisica