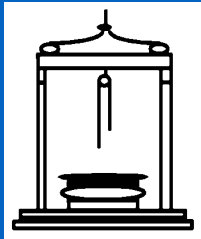


LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE

Ingegneria meccanica

A.A. 2021-2022

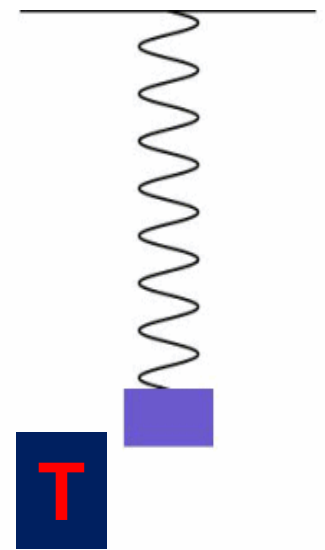
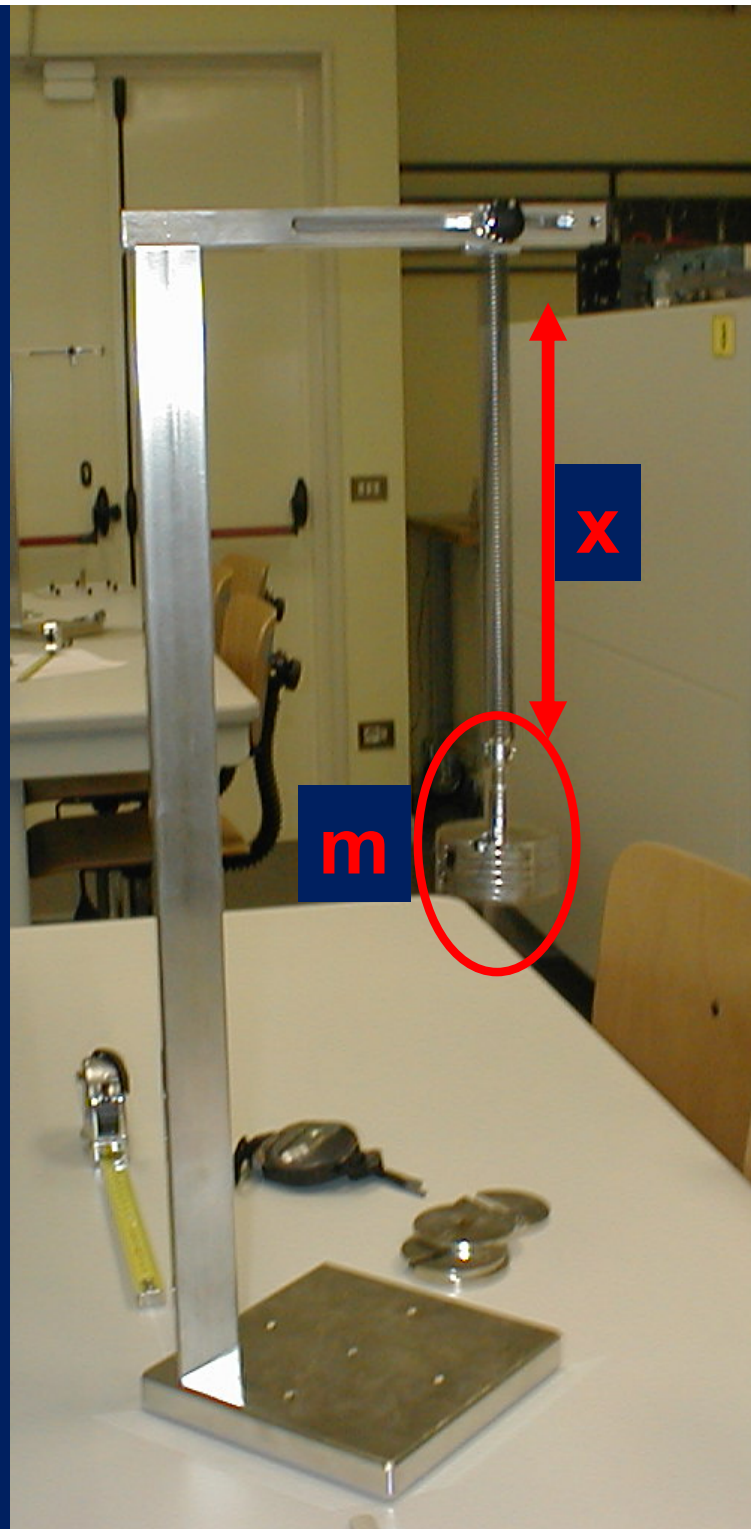


Terza esperienza la molla:

- 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) Conclusioni



$$\sum_{i=1,N} \vec{F}_i = m \vec{a}$$

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 $m = m_0 + \Delta m$

Δm assume gli 11 valori:

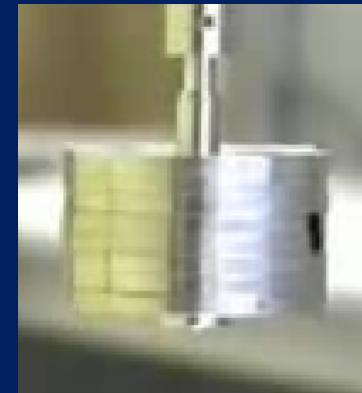
$$\Delta m_0 = 0$$

$$\Delta m_1 = m_1$$

$$\Delta m_2 = m_1 + m_2$$

$$\Delta m_3 = m_1 + m_2 + m_3$$

$$\Delta m_n = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$



$m_0 + \Delta m$

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

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

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 excell, LabCalc) la relazione fra **x** e **Δm** (**x vs Δm**) $\rightarrow K_s = g/p$

Δm assume gli 11 valori:

$$\Delta m_0 = 0$$

$$\Delta m_1 = m_1$$

$$\Delta m_2 = m_1 + m_2$$

$$\Delta m_3 = m_1 + m_2 + m_3$$

$$\Delta m_n = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

Stabilire se la misura della pendenza della relazione z vs M è stata:

- molto precisa: $\sigma_p/|p| < 1\%$
- precisa: $1\% < \sigma_p/|p| < 5\%$
- poco precisa: $5\% < \sigma_p/|p| < 20\%$
- imprecisa: $\sigma_p/|p| > 20\%$

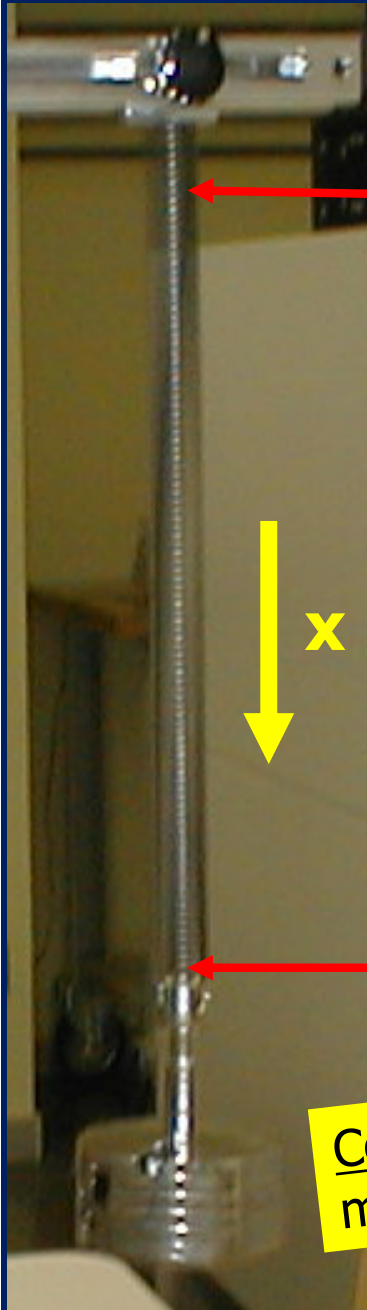
$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K}{m_0 + \Delta m} x = \frac{K x_0}{m_0 + \Delta m} + g$$

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



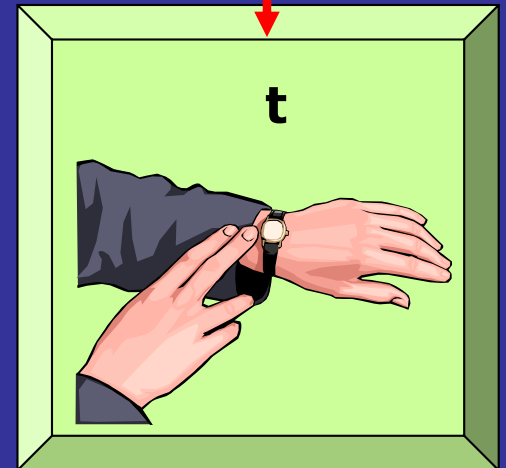
INSERIRE 5 DISCHI

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

t_3



t



t_3 : durata di 3 oscillazioni per migliorare la precisione

Se le oscillazioni fossero isocrone allora **T vs t** (o **t_3 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

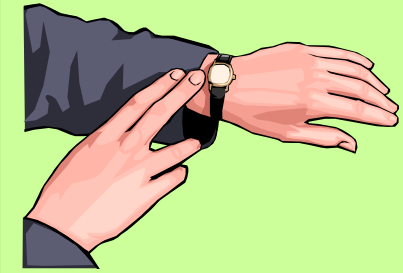
INSERIRE 5 DISCHI

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

t_3



t



Se le oscillazioni fossero isocrone allora t_3 **vs** t avrebbe
l'andamento di una retta di pendenza nulla...

excell+LabCalc $|p| < \sigma_p$?

RIPORTARE I COMMENTI NEL FOGLIO

DINAMICA

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

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

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

Studiare (misure, tabella, grafico excell, LabCalc)
la relazione fra **T²** e **M**: **T² vs Δm** → **K_d = 4π²/p**



Δm NON assume tutti 11 valori:

$$\Delta m_0 = 0$$

$$\Delta m_1 = m_1$$

$$\Delta m_2 = m_1 + m$$

$$\Delta m_3 = m_1 + m_2 + m_3$$

$$\Delta m_n = m_1 + m_2 + \dots + m_n$$

per bassi valori di massa il
sistema non oscilla liberamente
→ Δm₃ Δm₄ Δm₆ Δm₇ Δm₈ Δm₉ Δm₁₀

Per ridurre gli errori misurare
la durata t₁₀ di 10 periodi

$$T^2 = (t_{10}/10)^2$$

determinare K_d

- 1) Stabilire se la misura della pendenza della relazione T^2 vs M è stata più o meno precisa.
- 2) Ricavare dalla pendenza il valore K_d della costante elastica della molla ottenuta dallo studio dinamico
- 3) Calcolare: la **media** aritmetica dei due valori $(K_s + K_d)/2$ che rappresenta la migliore stima che possiamo ottenere della costante elastica;

lo **scarto relativo** $S = \frac{K_s - K_d}{(K_s + K_d)/2}$ che indica l'accordo fra i due risultati

e quindi dà un'indicazione dell'accuratezza della misura:

- molto accurata: $|s| < 1\%$
- accurata: $1\% < |s| < 5\%$
- poco accurata: $5\% < |s| < 20\%$
- inaccurata: $|s| > 20\%$

RISULTATO FINALE (30-50 N/m)

quanto abbiamo influenzato le misure effettuate col cronometro?

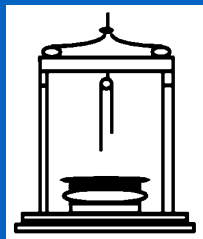
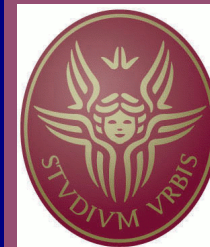
TEMPO DI REAZIONE

SI', cioè: NO!

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE

Ingegneria meccanica

A.A. 2021-2022



a giovedì 7 APRILE

