

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

Laboratorio di fisica sperimentale

adalberto.sciubba@uniroma1.it

Ingegneria meccanica

a

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE

Ingegneria meccanica

A.A. 2018-2019

Terza esperienza:
il pendolo semplice
ma è veramente semplice ?

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

MISURE DI TEMPI

fenomeni periodici → PERIODO
misurare il tempo = misurare periodi

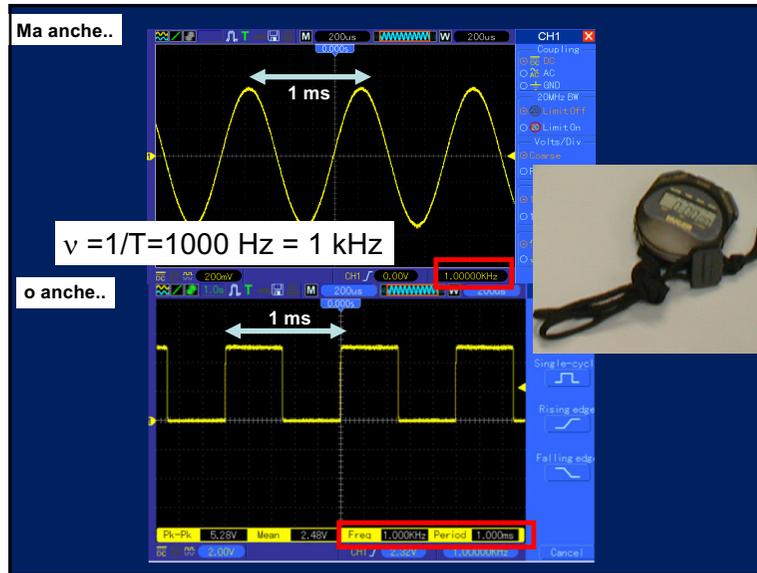
Fixed end
Suspension wire
Reference line
 $+\theta_m$
 $-\theta_m$
0

MOLLA

BILANCIERE

ANCORA

MECCANISMO DI SCAPPAMENTO



PIEZOELETTRICITÀ

orologio digitale: conta impulsi

Pb^{2+} O^{2-} Ti^{4+} ; Zr^{4+}

Frequenza del quarzo: 32768 Hz
 $32768 = 2^{15} \leftrightarrow 0x\text{FFFF}$
 Cioè dopo 32768 oscillazioni è passato un secondo

In questa esercitazione sul pendolo verrà studiata la dipendenza del periodo di oscillazione:

- 1) dal tempo
- 2) dalla massa
- 3) dalla lunghezza
- 4) dall'attrito con l'aria

In questa esercitazione i grafici sono di **gruppo**.
 Verranno valutate solo le conclusioni relative ai 4 punti.

PROMEMORIA:

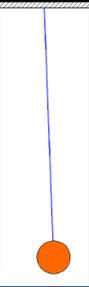
- dati → foglio
- grafico (con titolo), valutazione di q e calcolo di p → carta mm
- commenti → foglio
- estrazione delle grandezze richieste a partire da p e q → foglio
- conclusioni → foglio

PENDOLO

La lunghezza nominale del pendolo deve essere di 30 cm (approssimata a qualche cm)
 La lunghezza effettiva deve essere misurata approssimata al millimetro

1) Dipendenza dal tempo
 2) Dipendenza dalla massa
 3) Dipendenza dalla lunghezza
 4) Effetto dell'attrito con l'aria

il periodo delle piccole oscillazioni è costante: ISOCRONISMO Galilei 1602



PENDOLO [1/4]

Verificare l'isocronismo delle **PICCOLE** oscillazioni:
 $L = 30 \text{ cm}$; misurare t_3 (ogni 30 s, per 5 minuti)

$\arcsin(3 \text{ cm}/30 \text{ cm}) = \arcsin(0,1) = 0,1002 \text{ rad} = 5,7^\circ$

$t_3 = \text{durata di 3 oscillazioni}$

$T = t_3/3$

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

GRAFICARE t_3 vs t - Calcolare T (intercetta/3)



PENDOLO [2/4]

Verificare l'indipendenza dalla massa utilizzando i pesi di ottone, alluminio e di PVC
 $L = 30 \text{ cm}$; stesso spostamento orizzontale; misurare t_{10} dopo alcune oscillazioni

L uguale per le 3 masse !!!

$T = t_{10}/10$

$t_{10} = \text{durata di 10 oscillazioni}$

CONFRONTARE I 3 VALORI DI t_{10} : calcolare lo scarto relativo fra il valore più grande e il più piccolo $r = \frac{x_{MAX} - x_{min}}{x_{MAX} + x_{min}}$ ed esprimerlo in percentuale

p.es. $0,9 \text{ s}; 1,0 \text{ s}; 1,1 \text{ s} \rightarrow r = \frac{1,1 \text{ s} - 0,9 \text{ s}}{1,1 \text{ s} + 0,9 \text{ s}} = \frac{0,2 \text{ s}}{2 \text{ s}} = 0,1 = \frac{10}{100} = 10\%$



PENDOLO [3/4]

$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

Studiare la relazione fra T e L
 Determinare il valore di g

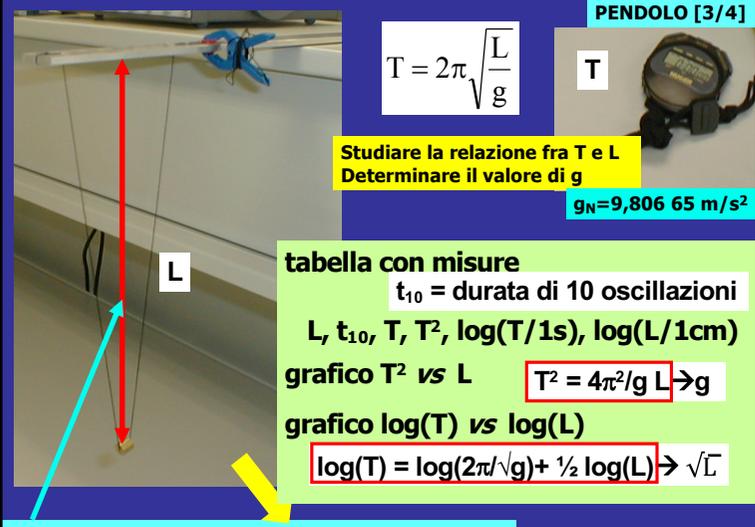
$g_N = 9,806 \text{ 65 m/s}^2$

tabella con misure
 $t_{10} = \text{durata di 10 oscillazioni}$
 $L, t_{10}, T, T^2, \log(T/1s), \log(L/1cm)$

grafico T^2 vs L $T^2 = 4\pi^2/g L \rightarrow g$

grafico $\log(T)$ vs $\log(L)$
 $\log(T) = \log(2\pi/\sqrt{g}) + \frac{1}{2} \log(L) \rightarrow \sqrt{L}$

Variare L fra 20 cm e 40 cm (NOMINALI) a passi di 4 cm



- 1) Dipendenza dal tempo
- 2) Dipendenza dalla massa
- 3) Dipendenza dalla lunghezza
- 4) Effetto dell'attrito con l'aria

←

Ipotesi: $\vec{F}_A = -b\vec{v}$

PENDOLO [4/4]



relazione fra $A(t)$ e t : $A(t) = A_0 e^{-t/\tau}$

allungare L fino a sfiorare il righello (circa 40 cm)

Porre un righello sul tavolo per misurare (ogni 30 s per 5 minuti) l'elongazione massima

A T T R I T O viscoso con l'aria

La relazione $A(t) = A_0 e^{-t/\tau}$ non è lineare
 Per linearizzarla si inverte l'esponenziale:
 $\ln[A(t)] = \ln[A_0 e^{-t/\tau}] = \ln(A_0) - t/\tau$
 Graficare $\ln [A(t)/1\text{cm}]$ vs t
 Ricavare τ

- 1) Dipendenza dal tempo → **T costante**
- 2) Dipendenza dalla massa
- 3) Dipendenza dalla lunghezza
- 4) Effetto dell'attrito con l'aria → **$A(t) = A_0 e^{-t/\tau}$**

↓

$v(t) = v_0 e^{-t/\tau}$

CONCLUSIONI: qual è l'effetto dell'attrito sull'ampiezza, sulla velocità, sul periodo?

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

a giovedì 28 marzo

