

**LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE**  
Ingegneria meccanica

A.A. 2016-2017



Quarta esperienza:  
il pendolo semplice

ma è veramente semplice ?

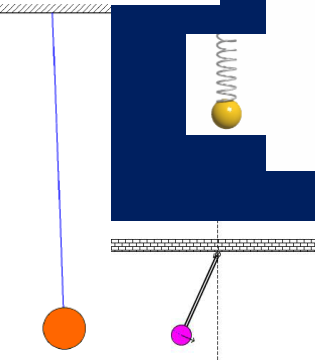


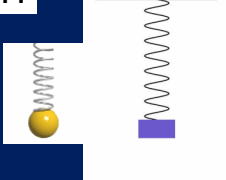
**lasciate il tavolo di laboratorio in ordine e pulito;  
ne siete responsabili (anche della strumentazione)**

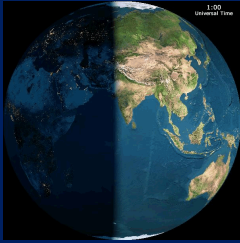


**MISURE DI TEMPI**


**fenomeni periodici → PERIODO**  
**misurare il tempo = misurare periodi**

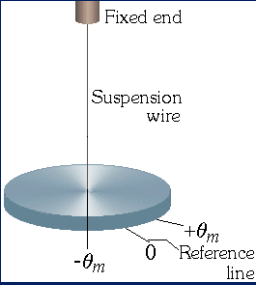








1,000 Universal Time

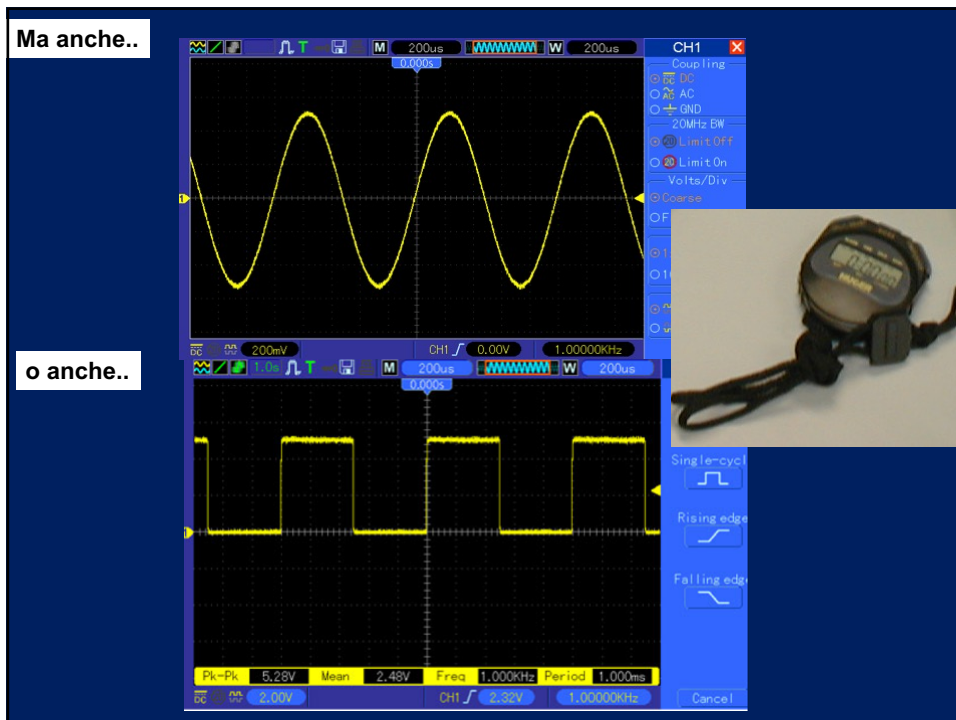
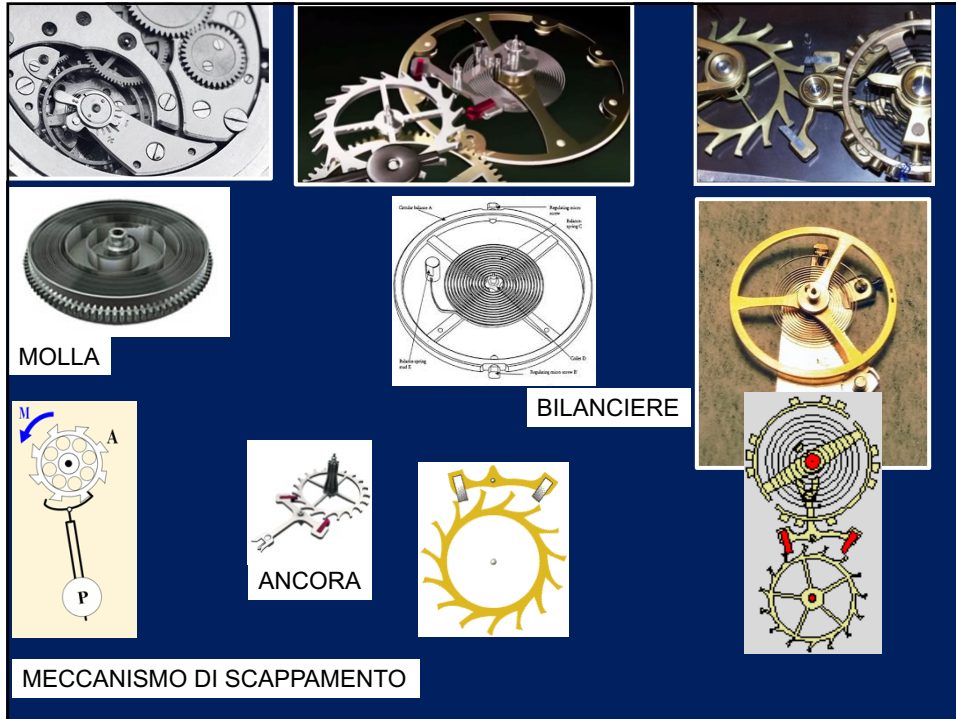




Fixed end  
Suspension wire  
Reference line  
 $+\theta_m$   
 $0$   
 $-\theta_m$







## PIEZOELETTRICITÀ

**orologio digitale: conta impulsi**

Frequenza del quarzo: 32,768 kHz  
 $32768 = 2^{15} \leftrightarrow 0xFFFF$   
 Cioè dopo 32768 oscillazioni è passato un secondo

## I SENSORI PER QUESTA ESPERIENZA

**FOTOTRAGUARDO**  
 Sensibilità: 0,1 ms  
 Lunghezza d'onda del LED: 880 nm

INFRAROSSO

Trasmissioni TxRx (e telecomandi)  
 Barriera infrarossi

LED: Light when beam is blocked  
 Plug in RJ12 connector from Photogate timer

Infrared beam

Detector

LED: Source of infrared beam

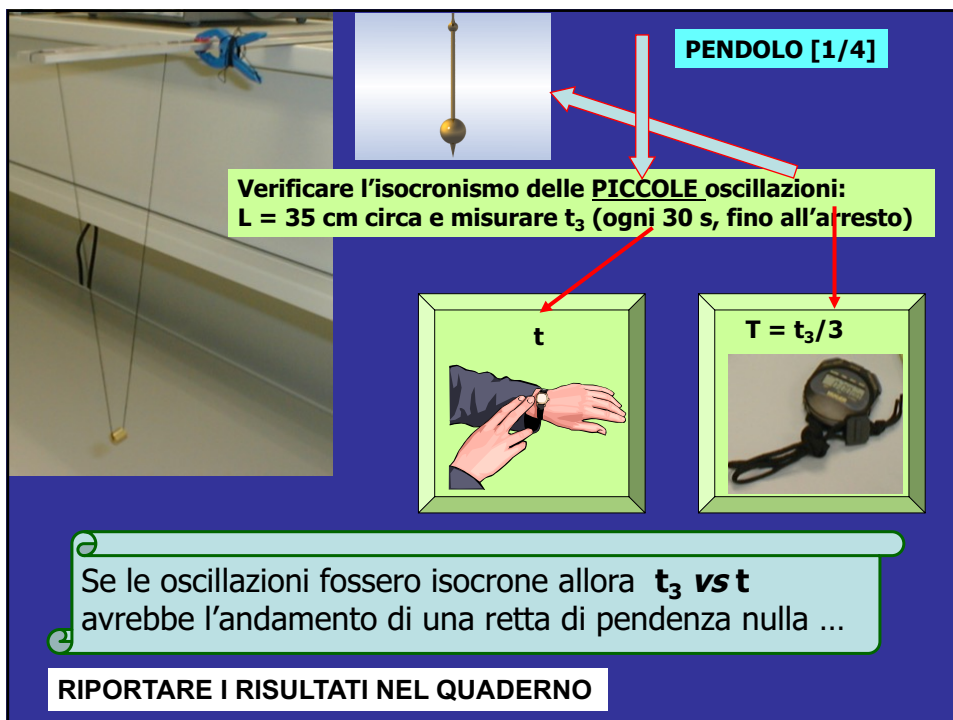
1) Studio isocronismo con cronometro

2) Relazione fra T e L

3) Attrito con l'aria: studio  $A(t)$

4) Velocità e periodo con fototraguardo

Confronto smorzamenti  $A(t)$  e  $v(t)$



**PENDOLO [1/4]**

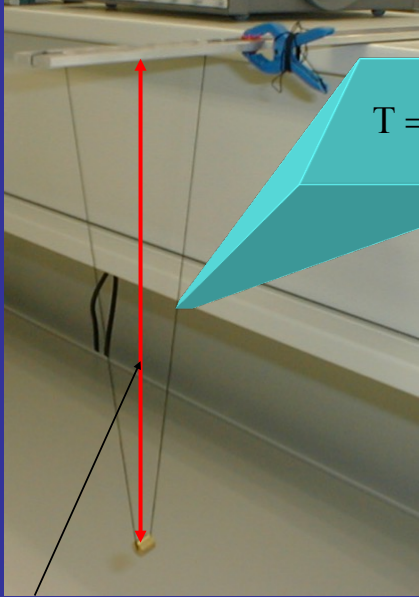
Verificare l'isocronismo delle **PICCOLE** oscillazioni:  
 $L = 35$  cm circa e misurare  $t_3$  (ogni 30 s, fino all'arresto)

$t$

$T = t_3/3$


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

**RIPORTARE I RISULTATI NEL QUADERNO**



**PENDOLO [2/4]**

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



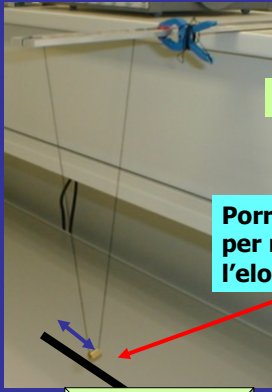
**Studiare la relazione fra T e L**

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

**Grafico  $T^2$  vs L**  
 $T^2 = 4\pi^2/g L$

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

**Variare L fra 20 cm e 45 cm (nominali) a passi di 5 cm**

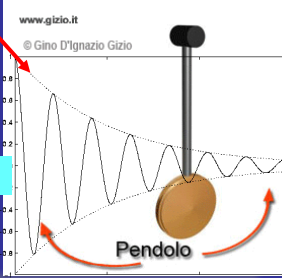


**PENDOLO [3/4]**

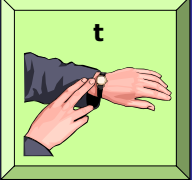
**relazione fra  $A(t)$  e  $t$ :  $A(t) = A_0 e^{-t/\tau}$**

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

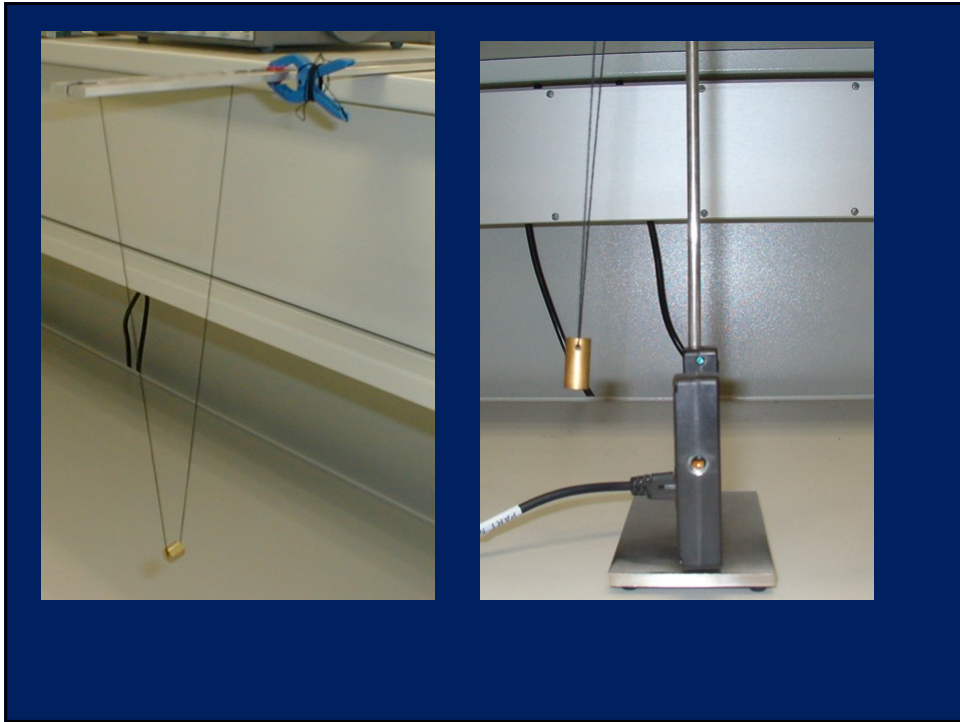
**A T T R I T O viscoso con l'aria**



**t**



**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  $\ln [A(t)/1cm]$  vs  $t$**



Hardware Setup

Searching for wireless devices...

USB Link

Pendulum Timer

Misurare il diametro e inserire il valore corretto

Pendulum Width (m) 0,030000

Default Sample Rate 1 Hz

Maximum Sample Rate 10 Hz

Minimum Sample Rate 1e-06 Hz

Sensor Model Number

Sensor ID 21005

Sensor Enabled [checked]

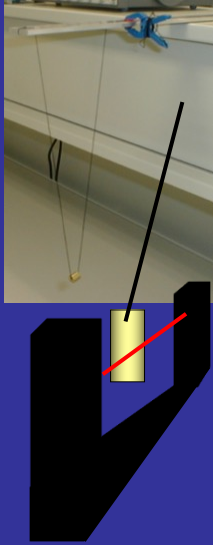
Click on an Item for a brief description.

OK

"Pendulum Width"

**PENDOLO [4/4]**

**Studiare la relazione fra  $V_M(t)$  e  $t$**



Misura della velocità (massima) in corrispondenza del punto di equilibrio ogni 20 s circa

La relazione  $V_M(t) = V_0 e^{-t/\tau'}$  non è lineare  
 Per linearizzarla si inverte l'esponenziale:  
 $\ln[V_M(t)] = \ln[V_0 e^{-t/\tau'}] = \ln(V_0) - t/\tau'$   
 Graficare  $\ln [V(t)/(1\text{cm/s})]$  vs  $t$

$\tau = \tau' ?$

