

LABORATORIO DI FISICA SPERIMENTALE
Ingegneria meccanica
A.A. 2022-2023



Quinta esperienza:
il volano

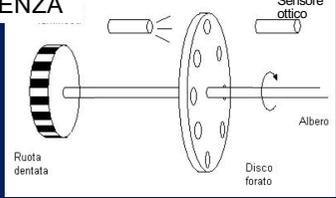


lasciate il tavolo di laboratorio in ordine e pulito;
ne siete responsabili (anche della strumentazione)



2

SENSORI PER QUESTA ESPERIENZA

4000 punti: $360^\circ/4000 = 0,09^\circ = 1,57 \text{ mrad}$

Three-step Pulley	10, 29 and 48 mm diameter
Sensor Dimensions	10 cm by 5 cm by 3.75 cm, 6.35 mm diameter shaft
Resolution	$\pm 0.09^\circ$ or 0.0078 mm 0.02 mm (linear) and 0.09° (angular) at 4,000 points per revolution
Rotational Resolution	0.00157 radian
Maximum Rotation Rate	30 revolutions per second
Optical Encoder	Bidirectional, indicates direction of motion, 4,000 divisions/revolution

massima velocità angolare misurabile: $2\pi \times 30 \text{ Hz} = 200 \text{ rad/s}$

3



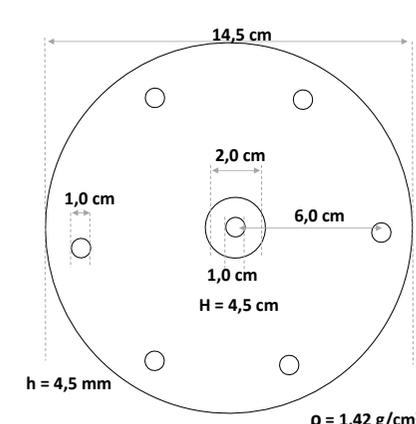
PERNO VITE DADO

vite + dado = bullone
→ momento d'inerzia

dado → massa

VOLANO: organo rotante costruito in modo da presentare un elevato momento di inerzia [Treccani]

4



14,5 cm
2,0 cm
1,0 cm
6,0 cm
1,0 cm
H = 4,5 cm
h = 4,5 mm
 $\rho = 1,42 \text{ g/cm}^3$

MASSA DADO 10 g
MASSA VITE 22 g
MASSA BULLONE 32 g
MASSA PERNO 25 g

$I_0 = [2770 \text{ (disco)} - 50 \text{ (6 fori)} + 10 \text{ (perno)}] = 2730 \text{ g cm}^2$
 $\Delta I = 1150 \text{ (bullone)} \text{ g cm}^2$

5

$\vec{\theta}, \vec{\omega}, \vec{\alpha}$
 momenti delle forze esterne
 $\sum_{i=1,N} \vec{M}_i^{(e)} = I \vec{\alpha}$ ← accelerazione angolare
 momento d'inerzia assiale
 $\vec{M}_{Pv} + \vec{M}_{Rv} + \vec{M}_T + \vec{M}_{att} = I \vec{\alpha}$
 $0 + 0 + R(mg - m\alpha R) - M_{att} = I\alpha$
 $Rmg - M_{att} = I\alpha + m\alpha R^2$
 $\alpha = \frac{Rmg - M_{att}}{I + mR^2}$
 II cardinale
 II dinamica
 $\vec{T} + m \vec{g} = m \vec{a}$
 $-\vec{T} + m \vec{g} = m\alpha R$
 $T = mg - m\alpha R$

6

$\alpha_{discesa} = \frac{Rmg - M_{att}}{I + mR^2}$
 $\alpha_{salita} = \frac{Rmg + M_{att}}{I + mR^2}$
 $\alpha = \frac{\alpha_{salita} + \alpha_{discesa}}{2} = \frac{Rmg}{I + mR^2}$
 $\alpha_{attrito} = \frac{\alpha_{salita} - \alpha_{discesa}}{2} = \frac{M_{att}}{I + mR^2}$ **DOPO!!!**
 $\alpha = \frac{Rm_0g}{I_0 + N\Delta I + m_0R^2}$
 $\frac{1}{\alpha} = \frac{I_0 + N\Delta I + m_0R^2}{Rm_0g}$
 $\frac{1}{\alpha} = N \frac{\Delta I}{Rm_0g} + \frac{I_0 + m_0R^2}{Rm_0g}$
 $I = I_0 + N \Delta I$
 $m = m_0$
 RICAVARE I_0 DA q

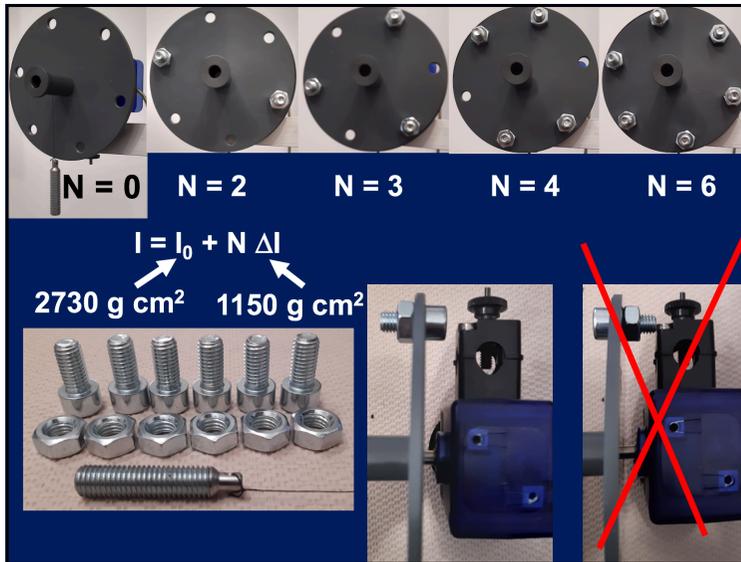
7

PROMEMORIA:
 nome, cognome, FIRMA
 accelerazioni angolari con Capstone
 dati → foglio
 grafici (con excel)
 valutazione di q e di p → (con LabCalc)
 conclusioni → foglio

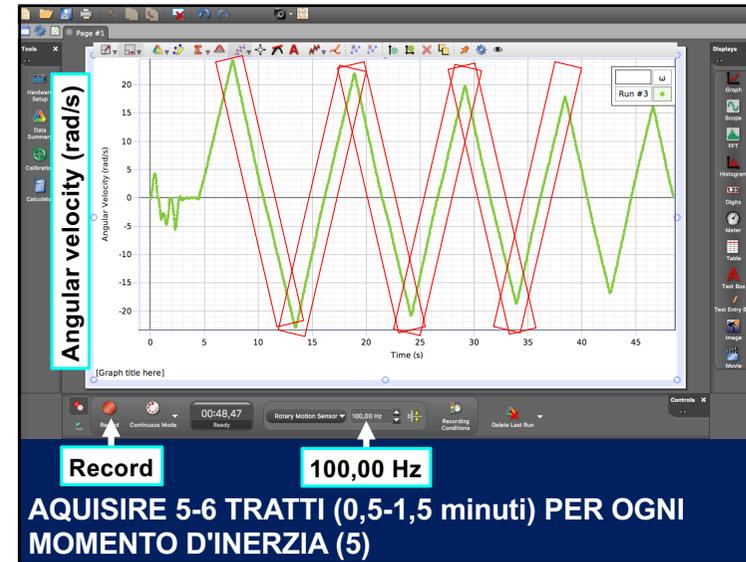
8

1) studio del moto al variare del momento di inerzia ← VOLANO [1/2]
 2) studio del moto al variare della massa

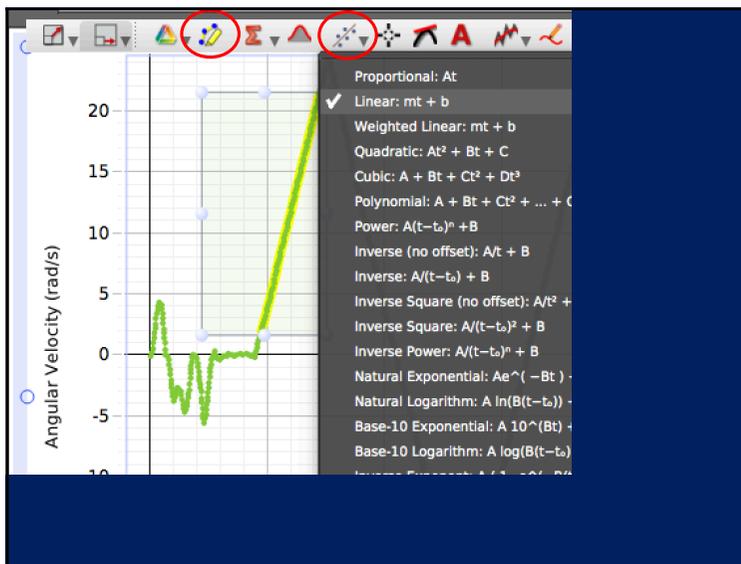
9



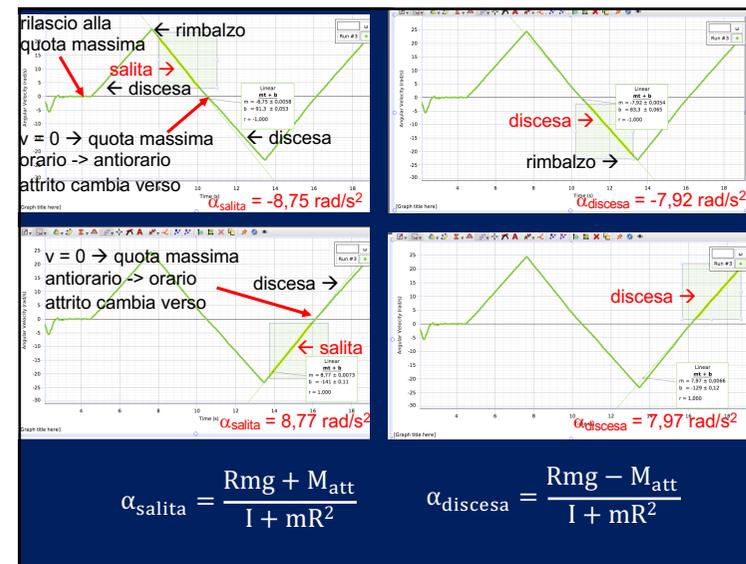
10



11



12



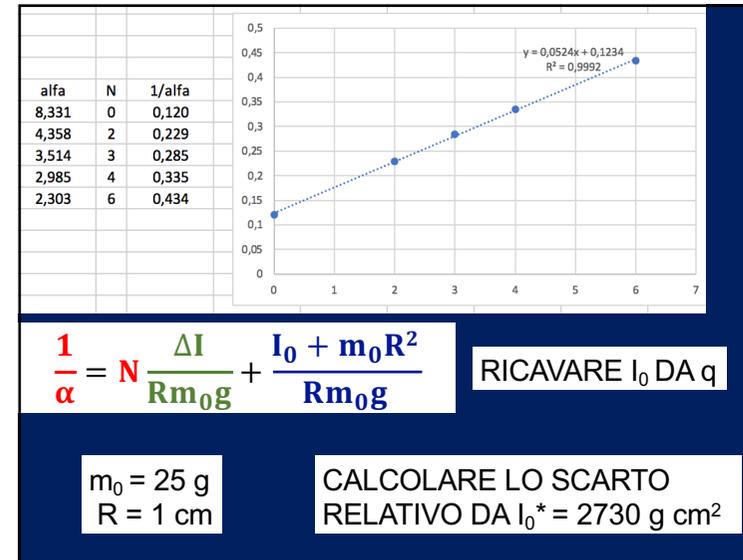
13

PER ELIMINARE L'EFFETTO DELL'ATTRITO
(CONCORDE CON g IN SALITA)

	O	P	Q	R	S	T	U	V
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

ACCELERAZIONE ANGOLARE ($I = I_0$)

14



15

1) studio del moto al variare del momento di inerzia

2) studio del moto al variare della massa

VOLANO [2/2]

16

$$\alpha = \frac{\alpha_{salita} + \alpha_{discesa}}{2} = \frac{Rmg}{I + mR^2}$$

$$\alpha_{attrito} = \frac{\alpha_{salita} - \alpha_{discesa}}{2} = \frac{M_{att}}{I + mR^2}$$

$$\alpha = \frac{Rm_0g + N R \Delta mg}{I_0 + m_0R^2 + N \Delta mR^2} \approx \frac{Rm_0g + N R \Delta mg}{I_0}$$

$$\alpha = N \frac{R \Delta mg}{I_0} + \frac{Rm_0g}{I_0}$$

CONFRONTARE I VALORI DI p E q CON QUELLI RICAVATI DALLE CARATTERISTICHE DEL VOLANO

$I = I_0$ (0 BULLONI)
 $m = m_0 + N \Delta m$

VALUTARE DAL GRAFICO SE L'APPROSSIMAZIONE E' VALIDA ($\alpha_{attrito}$ E' INDIPENDENTE DA m?)

17

