

# Relazione di laboratorio: Energia cinetica di rotazione

## Laboratorio di Fisica 1

Federica Ingrassia, Giulia De Luca, Giuseppe Di Silvestre, Dennis Angemi

08/11/2021, Dipartimento Fisica e Astronomia - Università degli Studi di Catania

## Introduzione e scopo

Calcolare il momento di inerzia della ruota di un carrello metallico che si muove di moto rettilineo uniformemente accelerato su una rotaia inclinata sfruttando il principio di conservazione dell'energia.

## Cenni teorici

Consideriamo un carrello di massa  $m_c$  avente 4 ruote di raggio  $r$  alle quali vengono aggiunte 2 ruote posteriori di raggio  $R$  e massa  $M$  vincolate in modo tale da non entrare in contatto con la superficie del piano inclinato.

Trascurando la forza di attrito dinamico, sul sistema agiscono le forze illustrate in [1](#)

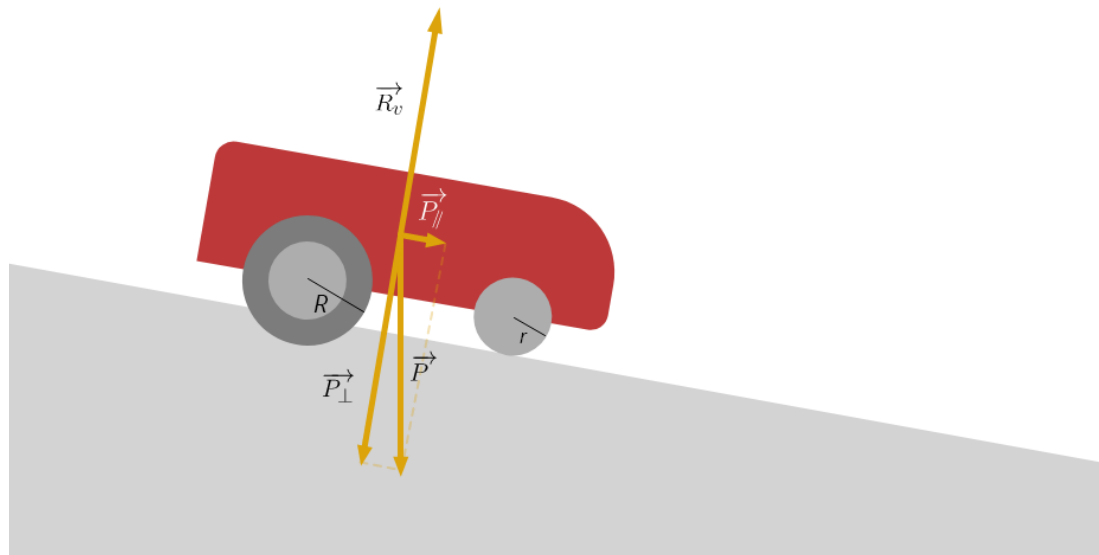


Figura 1: Diagramma delle forze

Il carrello si muove quindi di moto rettilineo uniformemente accelerato per effetto della componente della forza peso parallela al piano  $\vec{P}_{\parallel}$  e valgono le seguenti equazioni del moto

$$\begin{cases} v_1 = a\langle t_1 \rangle \\ s = \frac{1}{2}a_1\langle t_1 \rangle^2 \end{cases} \quad (1)$$

$$\begin{cases} v_2 = a_2\langle t_2 \rangle \\ s = \frac{1}{2}a_2\langle t_2 \rangle^2 \end{cases} \quad (2)$$

dalle quali si ottiene

$$v_1 = \frac{2s}{\langle t_1 \rangle}, \quad v_2 = \frac{2s}{\langle t_2 \rangle}.$$

Per il principio di conservazione dell'energia

$$\begin{cases} m_{tot}gh = \frac{1}{2}m_{tot}v_1^2 \\ m_{tot}gh = \frac{1}{2}m_{tot}v_2^2 + \frac{1}{2}(2I\omega^2) \end{cases} \quad (3)$$

in cui:

- $v_1$  rappresenta la velocità finale del carrello al quale sono vincolate posteriormente due ruote aggiuntive di massa  $M$  e raggio  $R$  libere in modo tale che *non* ruotino;
- $v_2$  rappresenta la velocità finale del carrello al quale sono opportunamente vincolate le ruote (precedentemente descritte) *bloccate* in modo tale che *ruotino* solidalmente alle ruote di raggio  $r$ ;
- $\omega = \frac{v_2}{r}$  è la velocità angolare delle ruote di raggio  $r$ .

La prima equazione esprime il principio di conservazione dell'energia meccanica nella configurazione in cui l'energia potenziale iniziale corrisponde all'energia cinetica finale in quanto i momenti di inerzia delle ruote di raggio  $r$  influiscono minimamente sul sistema e viene trascurato l'attrito tra le ruote e le rotaie.

Nella seconda equazione, oltre al termine che esprime l'energia cinetica traslazionale, compare il termine dell'energia cinetica rotazionale che sfrutteremo per calcolare il momento di inerzia  $I$  delle ruote di raggio  $R$ .

$$\frac{1}{2}m_{tot} v_1^2 = \frac{1}{2} m_{tot} v_2^2 + \frac{1}{2} (2I\omega^2)$$

$$I = \frac{1}{2}m_{tot}r^2 \left[ \left( \frac{\langle t_2 \rangle}{\langle t_1 \rangle} \right)^2 - 1 \right]$$

Il momento di inerzia nel caso di un punto materiale è definito come il prodotto della massa per il quadrato della distanza del punto dell'asse di rotazione. Il momento di inerzia  $I$  di un corpo dipende dalla geometria di quest'ultimo per tanto approssimiamo la geometria di una ruota ad un parallelepipedo solido di massa  $m$  e raggio  $R$ . Noi otterremo tale valore sfruttando il principio di conservazione dell'energia e lo confronteremo con il valore ottenuto considerando le caratteristiche geometriche della ruota (cilindro).

## Apparato sperimentale e descrizione esperienza

lalala lala lalal la

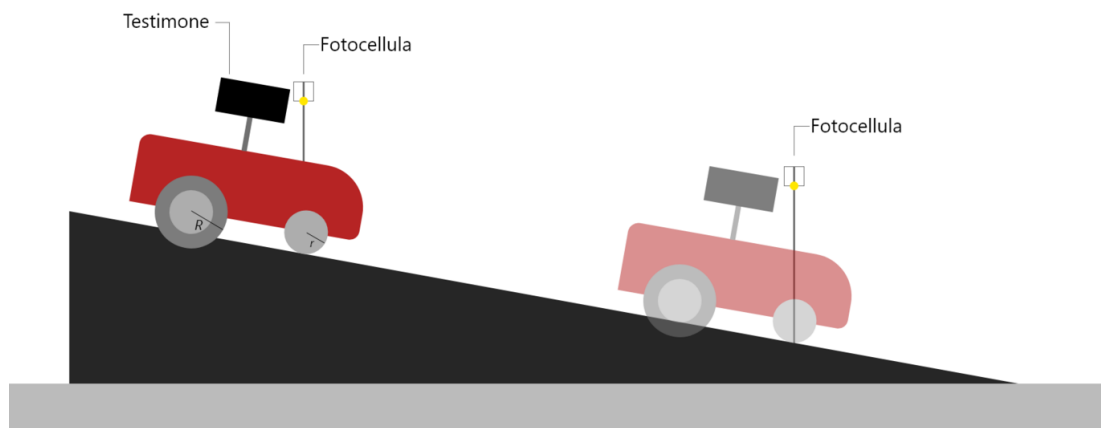


Figura 2: This is a caption

## Strumenti di misura

Strumento	Sensibilità	udm
Bilancia	0.0001	kg
Flessometro	0.001	m
Calibro cinquantessimale	0.00005	m
Calibro ventesimale	0.00002	m
Cronometro	0.001	s

## Dati sperimentali ed elaborazione

Table 1

index	t1	t2	incertezza	udm
1	1.545	2.029	0.001	s
2	1.545	2.042	0.001	s
3	1.546	2.032	0.001	s
4	1.545	2.022	0.001	s
5	1.541	2.027	0.001	s
6	1.545	2.027	0.001	s
7	1.536	2.004	0.001	s
8	1.542	2.028	0.001	s
9	1.536	2.035	0.001	s
10	1.542	2.025	0.001	s
11	1.533	2.026	0.001	s
12	1.531	2.021	0.001	s
13	1.539	2.023	0.001	s
14	1.536	2.014	0.001	s
16	1.539	2.021	0.001	s
15	1.541	2.034	0.001	s
17	1.541	2.015	0.001	s
18	1.547	2.018	0.001	s
19	1.534	2.015	0.001	s

index	t1	t2	incertezza	udm
20	1.537	1.996	0.001	s

**Table 2**

descrizione	valore	incertezza	udm	strumento
Massa ruota grande 1 (dx)	1.1205	0.0001	kg	Bilancia
Massa ruota grande 2 (sx)	1.1234	0.0001	kg	Bilancia
Massa carrello (privo di ruote grandi)	3.8871	0.0001	kg	Bilancia
Diametro ruote piccole	0.04965	0.00005	m	Calibro cinquantessimale
Diametro ruote grandi	0.09886	0.00002	m	Calibro ventesimale

$$\delta I = \left[ \left( \frac{\langle t_2 \rangle}{\langle t_1 \rangle} \right)^2 - 1 \right] \left( m_{tot} r \delta r + \frac{3}{2} r^2 \delta m \right) + r^2 m_{tot} \left( \frac{\langle t_2 \rangle}{\langle t_1 \rangle} \right)^2 \left( \frac{1}{\langle t_1 \rangle} + \frac{1}{\langle t_2 \rangle} \right) \delta t$$

$$I = (0.00137 \pm 0.00001) \text{ kg m}^2$$

$$I' = \frac{m_1 R^2}{2}$$

$$\delta I' = \frac{\partial I'}{\partial m_1} \delta m_1 + \frac{\partial I'}{\partial R} \delta R = R \left( \frac{R \delta m}{2} + m_1 \delta R \right)$$

$$I' = (0.0013689 \pm 0.0000007) \text{ kg m}^2$$

## Conclusione

I due valori lalala

## Note

### Software utilizzati

- MATLAB
- Google Spreadsheet
- Adobe Experience Design
- GitHub

## Risorse condivise

- [GitHub Repository](#)
- Table 1 [Download CSV](#)
- Table 2 [Download CSV](#)
- [MATLAB livescript](#)