Laboratorio di Fisica 1
R8: Misura di $|\vec{g}|$ mediante rotolamento puro

Gruppo 17: Bergamaschi Riccardo, Graiani Elia, Moglia Simone

19/03/2024 – 9/04/2024

Sommario

Il gruppo di lavoro ha misurato indirettamente il modulo del campo gravitazionale locale (g) studiando il moto di rotolamento di un corpo rigido.

0 Materiali e strumenti di misura utilizzati

Strumento di misura	**Soglia**	**Portata**	**Sensibilità**
Due fototraguardi con contatore di impulsi	1 µs	99 999 999 µs	1 µs
Metro a nastro	0.1 cm	300.0 cm	0.1 cm
Calibro ventesimale	0.05 mm	150.00 mm	0.05 mm
Bilancia di precisione	0.01 g	4200.00 g	0.01 g
Cellulare come goniometro	0.1°	45.0°	0.1°

Altro	**Descrizione/Note**
Piano inclinato	Costituito da guide che permettono al campione di cadere da un fototraguardo all'altro con un moto di rotolamento puro.
Campione	Corpo rigido con simmetria assiale, assimilabile a una combinazione di cilindri e tronchi di cono.
Brugola	Utile per cambiare la distanza tra i fototraguardi
Lucidi	Utili per cambiare l'angolo di inclinazione delle guide

1 Esperienza e procedimento di misura

1. Misuriamo la massa del campione con la bilancia di precisione e, con il calibro ventesimale, tutti i diametri e le altezze necessarie al calcolo del suo momento d'inerzia.
2. Fissiamo la distanza L tra i due fototraguardi e l'angolo θ di inclinazione delle guide rispetto a un piano normale a $\vec{g}$. Allora, acceso e impostato adeguatamente il contatore di impulsi, misuriamo 50 volte il tempo di caduta del campione.
3. Ripetiamo il punto precedente per svariate combinazioni di L e θ.

Notazione. *Indicheremo con $(t_s)_i$ ogni i-esima misura del tempo di caduta $(i \in [0;50) \cap \mathbb{N})$, mentre con $\overline{t_s}$ il tempo di caduta medio. In particolare:*

$$\delta\left(\overline{t_s}\right) = \sigma_{\overline{t_s}} = \frac{\sigma_{t_s}}{\sqrt{100}} = \frac{\sigma_{t_s}}{10}.$$

1.1 Analisi dei dati raccolti e conclusioni

Essendo il momento d'inerzia additivo, abbiamo calcolato I_{CM} sommando i singoli momenti d'inerzia (rispetto all'asse di simmetria) dei cilindri e dei tronchi di cono che compongono il campione. La massa di ciascuno di essi è stata facilmente calcolata assumendo la densità del campione uniforme.

	Forma	h (mm)	$d_{1,2}$		m	I
1	C	30.45 ± 0.05	$0\pm$			
2	T	5.95 ± 0.10	$0\pm$			
3	C	9.20 ± 0.10	$0\pm$			
4	C	10.80 ± 0.05	$0\pm$			
5	T	4.25 ± 0.05	$0\pm$			
6	C	52.95 ± 0.05	$0\pm$			
7	T	4.25 ± 0.05	$0\pm$			
8	C	10.80 ± 0.05	$0\pm$			
9	C	9.25 ± 0.10	$0\pm$			
10	T	5.95 ± 0.10	$0\pm$			
11	C	30.40 ± 0.05	$0\pm$			

Nota. *"C" sta per "Cilindro", "T" per "Tronco di cono"*

Fissato un sistema di riferimento solidale all'apparato di misura, con origine nel punto di partenza del campione, possiamo scrivere la legge del moto del campione, indicando con L la distanza tra i due fototraguardi:

$$L = \frac{1}{2} a_{\text{cm}} t^2$$

Ma noi conosciamo anche la forza ed il momento risultanti sul corpo[1]:

$$Mgsin(\theta) - F_s = Ma_{\text{cm}}$$

$$F_s R = I_{\text{cm}} \frac{a_{\text{cm}}}{R}$$

$$MgR^2 sin(\theta) = (I_{\text{cm}} + MR^2) a_{cm}$$

La norma di $\vec{g}$ misurata indirettamente è allora ricavabile da:

$$\frac{2L}{t^2} = \frac{MgR^2 sin(\theta)}{I_{\text{cm}} + MR^2}$$

dove l'errore su g segue dalla propagazione degli errori su d_0, $\varnothing_s$ e $\overline{t_s}$ (supponendo gli errori piccoli, casuali e indipendenti).

[1] con R indichiamo la distanza tra il suo centro di massa e il punto di contatto