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

Altro	**Descrizione/Note**
Brugola	Utile per cambiare la distanza tra i fototraguardi
Cellulare	Necessario per rilevare l'angolo di inclinazione
Un campione	Corpo rigido e simmetrico

1 Esperienza e procedimento di misura

1. Pesiamo il corpo con la bilancia di precisione per ottenerne la massa.

2. Considerando il campione come una composizione di forme solide note di cui misuriamo tutti i diametri e le altezze necessarie al calcolo del suo momento d'inerzia con il calibro ventesimale.

3. Acceso e impostato adeguatamente il contatore di impulsi, misuriamo 50 volte il tempo di caduta del campione variando l'angolo e le distanze tra i fototraguardi.

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:*

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

1.1 Analisi dei dati raccolti e conclusioni

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: $l = \frac{1}{2}a_{cm}t^2$ Ma noi conosciamo anche la forza ed il momento risultanti sul corpo[1]: $Mgsin(\theta) - F_s = Ma_{cm}$ $F_sR = I_{cm}\frac{a-cm}{R}$ $MgR^2sin(\theta) = (I_{cm}+MR^2)a_{cm}$ La norma di $\vec{g}$ misurata indirettamente è allora ricavabile da: $\frac{2l}{t^2} = \frac{MgR^2sin(\theta)}{(I_{cm}+MR^2}$ 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).

Di seguito riportiamo gli istogrammi dei tempi e i valori di g così ottenuti. Per confrontare queste misure indirette (g_A e g_B) con il valore atteso ($g_{\text{attesa}} = 9.806\,\text{m/s}^2$), valutiamo, per ogni sferetta s, la seguente quantità (adimensionale):

$$\varepsilon_s = \frac{(g_s)_{\text{best}} - g_{\text{attesa}}}{\delta g_s}$$

Allora la misura g_s da noi ottenuta è compatibile con g_{attesa} se e solo se $|\varepsilon_s| \leq 1$; inoltre, dal segno di ε_s è possibile determinare se g_s misurata è una sovrastima ($\varepsilon_s > 0$) o una sottostima ($\varepsilon_s < 0$) del valore atteso.

Figura 1: Istogrammi dei dati raccolti (t_A e t_B)

s	$\varnothing_s$ (mm)	$\overline{t_s}$ (ms)	g_s (m/s^2)	ε_s
A	24.62 ± 0.01	503.63 ± 0.02	9.82 ± 0.02	$+0.67$
B	22.23 ± 0.01	503.93 ± 0.02	9.82 ± 0.02	$+0.57$

Le misure di g ottenute sono pertanto ampiamente consistenti con il valore atteso.

Osservazione. *Dai valori di* ε *non emerge una differenza significativa fra le due sferette. In particolare, sembra che l'attrito viscoso dell'aria abbia agito in maniera trascurabile (come ci aspettavamo).*

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

Tuttavia, dopo una più attenta analisi, è comunque possibile notare una tendenza: in media, la sferetta con raggio maggiore ha percorso la stessa distanza in un tempo leggermente minore. Pertanto, ciò potrebbe suggerire un effetto molto ridotto dell'attrito dell'aria; questa tendenza però non è rispecchiata dai valore di ε*, probabilmente a causa di una sovrastima della distanza* d_0*. Si noti infatti che, dal segno degli* ε*, entrambe le misure di* g *sono risultate sovrastime, mentre, nell'equazione (**??**),* d_0 *è al numeratore.*