

Rotolamento

An experiment proposed by:

Giovanni Organtini – Sapienza Università di Roma & INFN-Sez. di Roma, Italy

Introduzione

La dinamica di Newton prevede che ciascun oggetto sottoposto alla forza di gravità cada con la stessa accelerazione $g \simeq 9.8 \text{ m s}^{-2}$. Questo risultato è spesso male interpretato, perché ciò non sembra avvenire nel caso di oggetti che rotolano. Il fatto è che questi oggetti non si possono considerare puntiformi, perché possiedono altri gradi di libertà oltre a quelli traslazionali.

Questa esperienza permette di studiare la dinamica dei cosiddetti “corpi rigidi”, sui cui costituenti agiscono la forza di gravità e le reazioni vincolari, ma anche le forze interne che ne determinano la posizione relativa rispetto agli altri. La meccanica di Newton si applica a tutte le forze, incluse quelle che definiscono la forma di un corpo rigido.

Materiali

1. Uno smartphone con PHYPHOX
2. Un “manubrio rotolante”

Difficoltà

- facile

Durata

- presa dati: breve
- analisi: media

Le misure

Fissa lo smartphone nella sua sede all'interno del manubrio. Attiva la raccolta dei dati del giroscopio, che misura la velocità angolare dello strumento, e fai rotolare il sistema lungo un piano leggermente inclinato di un angolo θ . Prima disponi qualcosa di morbido (per esempio: un cuscino) alla base del piano per attutire la frenata. Ripeti la misura con inclinazioni diverse.

Analisi dei dati

- Osserva i grafici della velocità angolare ω in funzione del tempo e fai le tue considerazioni in merito.
- Dalla velocità angolare ricava la velocità $v = \omega r$, con r pari al raggio del manubrio.
- Dal grafico di quest'ultima in funzione del tempo ricava l'accelerazione a del manubrio per i diversi angoli. Ricordando che, per un punto materiale, $a = g \sin \theta$, costruisci un grafico dei

valori di a in funzione del seno dell'angolo. Come dovrebbe apparire questo grafico? Puoi ricavarne il valore di g ? È confrontabile col suo valore atteso?

- Dai grafici di ω in funzione di t ricava l'accelerazione angolare, e fanno un grafico in funzione del seno dell'angolo θ . Come si dispongono i punti? La meccanica prevede che

$$\frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{Mgr}{Mr^2 + I} \sin \theta,$$

dove M è la massa del dispositivo che rotola e I il suo momento d'inerzia. Riesci a ricavare quest'ultimo dal grafico?

Idea _____

Puoi confrontare il valore trovato con quello previsto dalla teoria, facendo un modello, anche grossolano, del sistema: per esempio, puoi approssimare il manubrio come un oggetto costituito da due dischi omogenei e da un rettangolo.

Puoi modificare la massa del manubrio e vedere come cambia l'accelerazione angolare.