Moto di un grave lungo la verticale

Mussini Simone, Ruscillo Fabio, Musi Francesco

1 Obbiettivo

Lo scopo è verificare la grandezza g, accelerazione di gravità terrestre. Ciò è stato fatto prendendo misure tramite fotoregistrazioni ad alta velocità di una sferetta metallica lasciata libera di cadere lungo la verticale. La formula da verificare è:

$$y(t) = y(0) + v(0)t + \frac{1}{2}gt^2$$

2 Strumenti

- Programma di analisi "Tracker"
- Video con 1000 fotogrammi al secondo

3 Procedimento

Il setup del video comprende un asta metallica alla sommità della quale è posizionata una sferetta metallica ferma. L'asta presenta dei segni distanziati di 10cm. Ad un certo punto la sferetta viene rilasciata. Affianco all'asta è presente un cronometro con sensibilità al millesimo di secondo. Essendo il tutto filmato da una fotocamera (Sony DSC-RX100M4) che registra a 1000fps, ad ogni frame il cronometro avanza di un millesimo di secondo.

3.1 Setting del programma di tracciamento

Per iniziare, mediante la funzione "asta di calibrazione" si è posto uguale a 10cm la distanza tra 2 segni sull'asta, in modo che il programma potesse generare un metro calibrato con cui misurare la posizione del target.
Poi si è stabilito il frame di inizio del moto, che è risultato essere il 49esimo.
La posizione è stata tracciata ogni 10 frame, considerando il target come puntiforme, ponendo il punto di massa nell'estremità rivolta verso il basso. Il metro calibrato è stato posto sulla schermata in modo che coincidesse con la posizione del punto di massa a target fermo.
In totale sono state prese 41 misure.

3.2 Gestione degli errori

L'alta velocità di acquisizione della fotocamera è a scapito della quantità di luce catturata, quindi anche della nitidezza dell'immagine. Per questo è stato necessario stimare ogni grandezza

tramite un errore.
Gli errori sono stati misurati in base al numero di pixel di transizione tra il colore del target e dello sfondo, e sono stati stimati misura per misura visto che la chiarezza di ogni frame era variabile. Tramite il metro di calibrazione, è stato posto: $1px = 0.0005m$, pertanto

$$\Delta y = (\Delta pixel \cdot 0.0005)m$$

4 Analisi dei dati

Il frame di inizio della caduta è il 49esimo, che corrisonde ad un tempo iniziale $t_i = 0.012s$. Abbiamo poi terminato lo studio del moto al 459esimo fotogramma, che corrisponde all'istante $t_f = 0.422s$, per un tempo totale di caduta $\Delta t = 0.410s$. Si è scelto l'ultimo istante di caduta come quello appena precedente al rimbalzo della pallina sul banco di lavoro.

4.1 Grafico spazio-tempo

Il primo grafico realizzato con il programma di analisi dati *Igor Pro* è stato il grafico spazio-tempo, ossia quello della legge oraria, che dovrebbe seguire la formula indicata nel primo paragrafo (traiettoria parabolica con posizione e velocità iniziali nulle). Sulle ordiate compaiono i valori numerici di *y(t)* associati ai relativi errori Δy. Sulle ordinete ci sono gli istanti di tempo *t*.

In prima analisi, i dati ottenuti tramite la regressione di potenza del secondo ordine (*poli 3*), non sono compratibili con i valori teorici, fatta eccezione per $\frac{g}{2}$:

1. Posizione iniziale: $K_0 = -0.0010852 \pm 0.000739$ ($K_0 atteso = 0$)
2. Velocità iniziale: $K_1 = 0.020001 \pm 0.0128$ ($K_1 atteso = 0$)
3. g/2: $K_2 = 4.9298 \pm 0.0353$ ($K_2 atteso = 4.9033$)

Per aumentare la tolleranza e rientrare nei valori attesi abbiamo creato una nuova equazioe isolando il termine in relazione quadratica con il tempo, calcolando il relativo errore, in modo da NON SO PERCHE:

$$y_n ew = y - K_0 - K_1 t; \tag{1}$$

$$\Delta y_n ew = \Delta y + \Delta K_0 + \sqrt{(\frac{\Delta K_1}{K_1})^2 + (\frac{\Delta t}{t})^2} \tag{2}$$

Avendo inserito questi nuovi valori (*Grafico 1*), sono risultati i seguenti coefficienti compatibili:

1. Posizione iniziale: $K_0' = 4.3447 \cdot 10^-5 \pm 0.0015$ ($K_0' atteso = 0$)
2. Velocità iniziale: $K_1' = -0.0017052 \pm 0.0252$ ($K_1' atteso = 0$)
3. g/2: $K_2' = 4.9346 \pm 0.0706$ ($K_2' atteso = 4.9033$)

5 Regressione

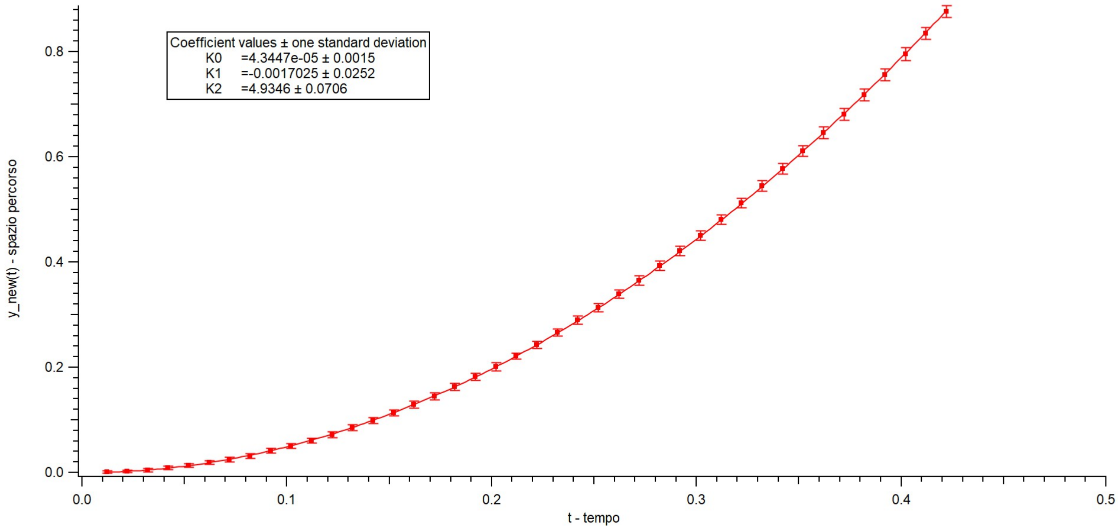

Figure 1: Grafico 1