

Corso di Laurea in Fisica
Esperimentazioni di Fisica I, a.a. 2017-2018

Scheda dell'Esercitazione n. 7: – Misurazioni dell'accelerazione di gravità con un piano inclinato.

Scopo dell'esperienza

Misurare l'accelerazione di gravità utilizzando il metodo del piano inclinato con due metodologie.

Materiale a disposizione

Guida in alluminio di lunghezza circa 1 m e inclinazione regolabile. Carrello montato su quattro ruote. Cronometro manuale con risoluzione di 0.01 s. Metro a nastro. Livella elettronica per la misurazione dell'angolo del piano inclinato con l'orizzontale con risoluzione di 0.1°.

Traguardi ottici e sistema di acquisizione dei tempi con risoluzione 10 μs

Procedura e misure sperimentali

1. **Misurazioni con il cronometro a mano.** Inclinare il piano di un angolo α (le inclinazioni suggerite sono: 3.5°, 4.5°, 5.5°, 6.5°, 7.5°, 8.5° circa – comunque non superare i 10°) e utilizzando il cronometro a mano, misurare il tempo necessario al carrello per percorrere lo spazio L (così come definito in figura). Si utilizzi per la partenza la posizione in cui il carrello è “a battuta”; la posizione finale è quella in cui il carrello urta il blocco posto a fine guida. Il rumore provocato dall'urto del carrello con il blocco a fine corsa è utile come segnale per l'arresto manuale del cronometro. Ripetere la misurazione dell'intervallo temporale almeno 10 volte giudicando in base alla precisione della misura se sia il caso di aumentare il numero delle misurazioni. Terminate le misurazioni con una certa angolazione passate alle successive.
2. **Misurazioni con il cronometro elettronico e traguardi ottici.** Completato il punto 1, posizionare i due traguardi ottici nella guida: il primo, quello più in basso (lo stop del cronometro) verso la fine della guida, il secondo (lo start del cronometro), attorno alla posizione corrispondente a $L = (0.70 - 0.75)L_T$ (vedi la figura). Controllate che i LED spia di entrambi i traguardi siano sensibili al passaggio del carrello. Misurate le grandezze L_T e L come mostrato nella figura. Le posizioni dei traguardi non vanno cambiate fino al completamento di tutta l'esperienza.

Posizionati i traguardi acquisite con l'opportuno programma e per 5 o 6 inclinazioni della guida (circa le stesse usate nel punto precedente) i “Tempi tra le porte” del passaggio del carrello. Per ogni inclinazione ripetere l'acquisizione del tempo di transito 5 volte.

NB L per la misurazione con il cronometro a mano è differente da L per la misurazione con i traguardi ottici!

Analisi dei dati

Dati acquisiti con il cronometro a mano. Indicando con L lo spazio percorso dal carrello, α l'angolo di inclinazione del piano, Δt l'intervallo di tempo di percorrenza e μ il coefficiente di attrito volvente il modello matematico da utilizzare per l'analisi dei dati, supponendo che il moto inizi a $\Delta t=0$ con velocità nulla, e che sia possibili confondere il seno di α con il suo arco (per $\alpha < 10^\circ$ si ha lo 0.5% di differenza percentuale tra arco e il suo seno) è:

$$\frac{1}{\Delta t^2} = \frac{g(\alpha - \mu)}{2L} \quad \text{oppure} \quad \alpha = \frac{2L}{g} \frac{1}{\Delta t^2} + \mu$$

La scelta fra le due relazioni dipende da quale delle variabili, $1/\Delta t^2$ e α , può essere considerata con incertezza trascurabile (quella con incertezza relativa minore).

Queste relazioni, lineari tra $1/\Delta t^2$ e α , permettono di stimare l'accelerazione di gravità e il coefficiente di attrito volvente μ con le loro incertezze tramite un *fit* lineare. E' istruttivo anche valutare g per ogni misurazione eseguita trascurando l'attrito (ponendo cioè $\mu=0$).

Dati acquisiti con i traguardi ottici. Se il grave percorre un uno spazio non nullo prima che si inizi a misurare il tempo, si dimostra che, con le definizioni di L_T e L ricavabili dalla figura, la relazione tra l'angolo e l'inverso del tempo al quadrato si scrive come:

$$\alpha = \frac{2L_T(2 - L/L_T - 2\sqrt{1 - L/L_T})}{g} \frac{1}{\Delta t^2} + \mu$$

Questa relazione, lineare tra α , e $1/\Delta t^2$ permette di stimare l'accelerazione di gravità e il coefficiente di attrito volvente μ con le loro incertezze tramite un *fit* lineare.

Nota 1. Durante ogni discesa del carrello, parte dell'energia potenziale si trasforma in energia di rotazione delle quattro ruote. Tenendo conto che le ruote sono approssimativamente cilindriche di diametro 25 mm e massa 3 g, valutare l'effetto delle ruote sull'accelerazione del carrello.

Nota 2. Per facilitare il calcolo delle incertezze su g è si forniscono le espressioni delle seguenti derivate utili per il calcolo dei coefficienti di sensibilità:

$$\frac{\partial}{\partial L_T} L_T \left(2 - L/L_T - 2\sqrt{1 - L/L_T} \right) = \frac{L/L_T - 2}{\sqrt{1 - L/L_T}} + 2$$

$$\frac{\partial}{\partial L_T} \left[L_T(2 - L/L_T - 2\sqrt{1 - L/L_T}) \right] = \frac{L}{L_T} \left[1 - \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{L}{L_T}}} \right]$$

