LICEO SANDRO PERTINI
Ladispoli
LICEO STATALE "SANDRO PERTINI" - *SCIENTIFICO - CLASSICO - LINGUISTICO*

Verifica del secondo principio della dinamica

(relazione forza-accelerazione)

Studenti: .....

Obiettivi

L'obiettivo principale è ottenere la conferma sperimentale della validità del secondo principio della dinamica. A tale scopo si verifica che il rapporto tra forza e accelerazione è costante (la costante è la massa del sistema) e che la rappresentazione grafica dell'accelerazione in funzione della forza è una retta.

Schema esperimento

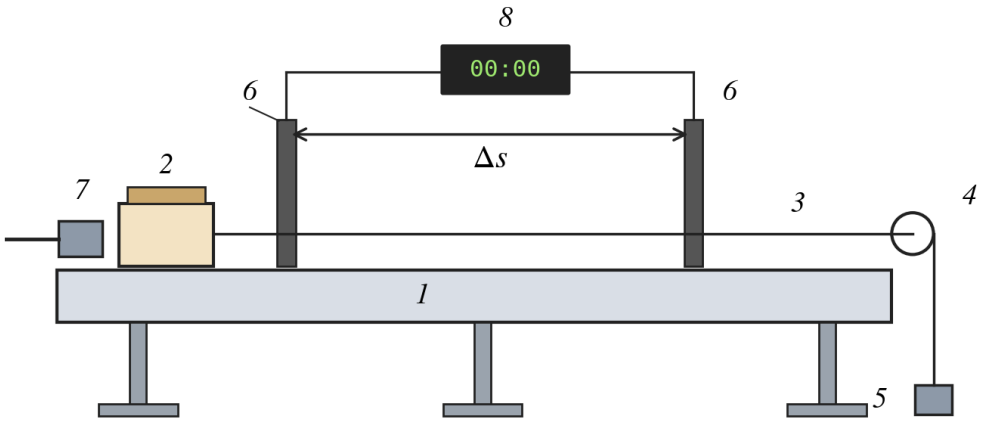


Figura 1 – Guidovia a cuscino d'aria (1), carrello (2), filo inestensibile (3), carrucola (4), portapesi e pesetti (5), fotocellule (6), elettrocalamita (7), timer (8); Δs è la distanza tra le fotocellule.

Il dispositivo è lo stesso utilizzato nella prova sul moto rettilineo uniformemente accelerato. Questa volta si fissa lo spazio Δs percorso dal carrello tra le due fotocellule e si modifica di volta in volta il numero dei pesetti sul portapesi, e quindi la forza applicata.

Materiali e strumenti

Strumento / materiale	Caratteristiche	Sensibilità / incertezza	Armadio e ripiano
Guidovia a cuscino d'aria	Completa di compressore e carrello	–	-
Filo inestensibile e carrucola	Collegano il carrello al portapesi	–	2C
Portapesi e pesetti	Pesetti da spostare uno alla volta dal carrello al portapesi	–	1C
Fotocellule (2) e elettrocalamita	Avvio e arresto del conteggio; blocco del carrello	–	-
Timer	Misura dell'intervallo di tempo t tra le fotocellule	±0,01 s	-
Asta millimetrata	Misura di s_0 e s (quindi di Δs)	±0,001 m	2B
Dinamometro	Misura della forza-peso del portapesi	±0,01 N	2B

Contenuti teorici

L'enunciato del secondo principio della dinamica è la base teorica della prova: a partire da forza e accelerazione, già note, se ne verifica la diretta proporzionalità e si definisce così in modo completo una nuova grandezza, la massa, nota finora solo dal punto di vista operativo. Enuncia il secondo principio della dinamica e ricava la formula per calcolare l'accelerazione.

.....

.....

Descrizione della prova

Fase di preparazione

La preparazione coincide con quella della prova sul moto rettilineo uniformemente accelerato; le differenze sono due.

a) La distanza tra le fotocellule viene scelta una volta per tutte, non troppo piccola affinché la misura di a sia più attendibile. Si misura $\Delta s = s - s_0$ con l'asta millimetrata (vedi Help 1).
b) Con il dinamometro si misura la forza-peso del portapesi da solo, poi con un pesetto, con due pesetti ecc., fino al numero massimo di pesetti previsto, riportando i valori con i relativi errori di sensibilità nelle colonne 1 e 2 della Tabella 1.
c) Prima di iniziare si dispongono sul carrello tutti i pesetti previsti; spostandoli uno alla volta dal carrello al portapesi si ottiene un aumento progressivo della forza applicata, senza prendere pesi dall'esterno, perché la massa del sistema deve restare costante.

Fase di esecuzione

a) Si apre il circuito dell'elettrocalamita: il carrello parte e attraversa entrambe le fotocellule.
b) Si legge l'intervallo di tempo sul timer.
c) Si chiude il circuito dell'elettrocalamita e si rimette il carrello nella posizione di partenza.

d) Lasciando invariata la posizione delle fotocellule, si ripete la prova altre due volte per verificare la validità del valore di *t* da riportare nella colonna 3 (vedi Help 2).

e) Si sposta un peso dal carrello al portapesi e si ripete il procedimento dal punto a) al punto d); conviene far raddoppiare, triplicare ecc. la forza applicata, così da vedere subito come si comporta l'accelerazione.

f) Si ripete il passaggio precedente per il numero di volte necessario, che dipende dal numero di pesetti disponibili inizialmente sul carrello.

Raccolta dei dati e tabelle

Dati preliminari:

$$\Delta s = (0{,}800 \pm 0{,}002)\ \text{m} \qquad \Delta x(t) = 0{,}01\ \text{s}$$

Tabella 1 – Misure e grandezze calcolate

F (N)	$\Delta x(F)$ (N)	t (s)	t^2 (s²)	$\Delta x(t^2)$ (s²)	$a=2\,\Delta s/t^2$ (m/s²)	$\Delta x(a)$ (m/s²)	$F/a=m$ (kg)	$\Delta x(m)$ (kg)

Elaborazione dei dati

Colonne 4 e 6

$$a = \frac{2\,\Delta s}{t^2} = \ldots\ \text{m/s}^2 \qquad \Delta x(t^2) = 2\,t\,\Delta x(t) = \ldots \qquad \Delta x(a) = \left[\frac{\Delta x(\Delta s)}{\Delta s} + \frac{\Delta x(t^2)}{t^2}\right] a = \ldots$$

Colonna 8: la massa

$$m = \frac{F}{a} = \text{——} = \ldots\ \text{kg}$$

Valore medio della massa

$$m_M = \frac{m_1 + m_2 + \ldots + m_n}{n} = \ldots \qquad \frac{m_{\max} - m_{\min}}{2} = \ldots \qquad m = (\ldots \pm \ldots)\ \text{kg}$$

Grafici

Costruisci su carta millimetrata il grafico a (asse y) – F (asse x), riportando per ogni punto gli intervalli di indeterminazione, e traccia la retta passante per l'origine. Allega il grafico alla relazione.

$$k = \frac{a_B - a_A}{F_B - F_A} = \ldots \qquad m = \frac{1}{k} = \ldots\ \text{kg}$$

Analisi dei risultati e conclusioni

Se i valori del rapporto F/a sono abbastanza vicini (ovvero, se nel grafico hai trovato una retta che passa per l'origine e attraversa tutti gli intervalli sperimentali), puoi concludere di aver verificato il secondo principio della dinamica. In caso contrario indica quali problemi si sono verificati (guidovia non orizzontale, attrito).

Conclusioni:

.....

.....

.....

Help 1

L'incertezza di Δs è la somma degli errori di sensibilità dell'asta millimetrata su s e su s_0:

$$\Delta x(\Delta s) = \Delta x(s) + \Delta x(s_0)$$

Help 2

Serie di misure ripetute di t: valore medio ed errore massimo.

$$t_M = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{3} \qquad \Delta x(t) = \frac{t_{\max} - t_{\min}}{2}$$

Help 3

L'incertezza del rapporto F/a, cioè della massa, è:

$$\Delta x(m) = \left[\frac{\Delta x(F)}{F} + \frac{\Delta x(a)}{a}\right] \cdot m$$