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

Moto rettilineo uniforme

(misura della velocità e verifica della proporzionalità tra spazio e tempo)

Studenti: .....

Obiettivi

Lo scopo essenziale della prova è misurare la velocità di un corpo che si muove di moto rettilineo uniforme. Inoltre si vuole:

- verificare esplicitamente la diretta proporzionalità tra spazio percorso e intervallo di tempo;
- costruire il grafico spazio-tempo con i punti sperimentali;
- tracciare la retta rappresentativa del moto.

Schema esperimento

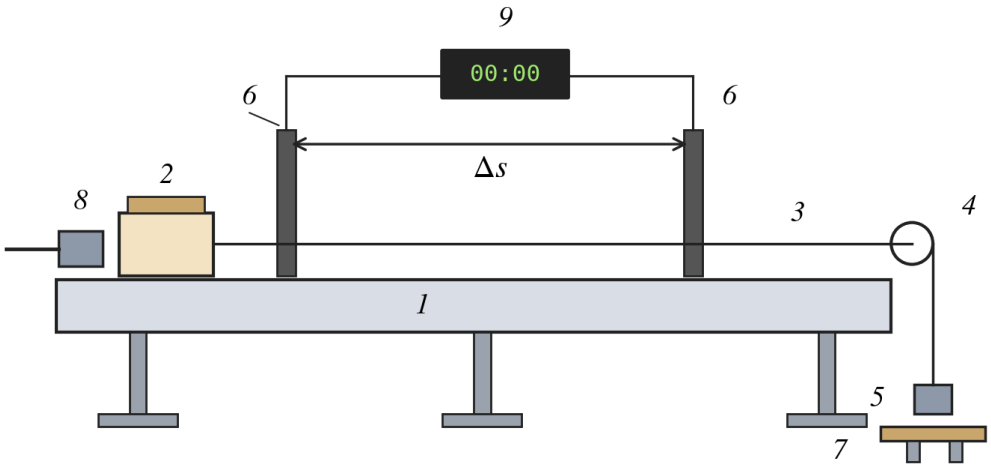


Figura 1 – Guidovia a cuscino d'aria (1), carrello (2), filo inestensibile (3), carrucola (4), portapesi e pesetti (5), fotocellule (6), piattello (7), elettrocalamita (8), timer (9); Δ s è la distanza tra le fotocellule.

Il dispositivo standard è quello illustrato in figura 1. Il carrello, spinto dai pesetti tramite il filo e la carrucola, parte dall'elettrocalamita; il piattello arresta il portapesi dopo un breve tratto, così che da quel momento sul carrello non agisca più alcuna spinta e il moto prosegua a velocità costante.

Materiali e strumenti

Strumento / materiale	Caratteristiche	Sensibilità / incertezza	Armadio e ripiano
Guidovia a cuscino d'aria	Completa di compressore; deve essere perfettamente orizzontale	–	-
Carrello, filo inestensibile e carrucola	Il filo collega il carrello al portapesi passando per la carrucola	–	-
Portapesi e pesetti	Numero fisso di pesetti per spinte uguali; si varia per cambiare la velocità	–	1C
Piattello	Blocca la discesa dei pesetti dopo un breve tratto	–	-
Elettrocalamita	Tiene bloccato il carrello fino all'avvio	–	-
Fotocellule (2) e timer	Avviano e arrestano il conteggio dell'intervallo di tempo Δt	±0,01 s	-
Asta millimetrata	Misura delle posizioni s_0 e s delle fotocellule	±0,001 m	2B

Contenuti teorici

Il moto rettilineo uniforme è il moto di un corpo che si muove lungo una traiettoria rettilinea con velocità costante, cioè percorrendo spazi uguali in intervalli di tempo uguali.

.....

.....

Descrizione della prova

Si misurano gli intervalli di tempo Δt corrispondenti allo spazio Δs percorso dal carrello tra le due fotocellule, modificando di volta in volta Δs; si calcola poi la velocità con la formula nota:

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

Se il moto è effettivamente uniforme, i valori di v così ottenuti dovranno essere molto vicini fra loro.

Fase di preparazione

a) Controllo della guidovia: si accende il compressore, si dispone il carrello sulla guidovia (perfettamente orizzontale, controllata con la livella) e si constata che possa muoversi scivolando praticamente senza attrito.

b) Utilizzo dei pesetti: per avere spinte uguali e misure confrontabili si usa un numero fisso di pesetti sul portapesi che, tramite un filo inestensibile e una carrucola, esercitano un'azione costante sul carrello.

c) Realizzazione del moto uniforme: il carrello è tenuto bloccato dall'elettrocalamita; aprendo il circuito, il carrello è libero di muoversi sotto l'azione dei pesetti. Poiché la sua velocità continuerebbe ad aumentare, si dispone un piattello che, dopo un breve tratto iniziale, blocca la discesa dei pesetti: da quel momento il carrello non subisce più alcuna spinta e la velocità smette di aumentare e resta costante. Il moto d'interesse è quello successivo al contatto dei pesetti con il piattello.

d) Modifica della velocità: la velocità si può modificare regolando il numero di pesetti sul portapesi.

e) Posizionamento delle fotocellule: la prima, che dà inizio al conteggio del tempo, va posta davanti al carrello una volta che il portapesi ha toccato il piattello. Se ne rileva la posizione s_0 sull'asta

millimetrata (colonna 1 della Tabella 1). La posizione s della seconda fotocellula, che ferma il conteggio, va in colonna 2 e viene variata nelle fasi successive; lo spazio percorso $\Delta s = s - s_0$ va in colonna 3 (vedi Help 1).

f) Ultimi controlli: l'elettrocalamita blocca il carrello; il filo è inserito nella scanalatura della carrucola; il timer è azzerato; il compressore è acceso.

Fase di esecuzione

a) Si apre il circuito dell'elettrocalamita: il carrello parte e attraversa entrambe le fotocellule.

b) Dopo aver fermato il carrello alla fine del percorso, si legge sul timer l'intervallo di tempo Δt tra il passaggio davanti alle due fotocellule e si azzera il 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 Δt (vedi Help 2), da riportare nella colonna 5; l'errore di sensibilità va nella colonna 6.

e) Si sposta la seconda fotocellula, si misura la nuova s e si ripete la procedura; conviene raddoppiare, triplicare, quadruplicare ecc. i valori di Δs invece di scegliere valori a caso.

f) Si ripetono i passaggi per il numero di rilevazioni di v richiesto.

Raccolta dei dati e tabelle

Errore di sensibilità dell'asta millimetrata (che incide su s_0 e s) e del timer:

$$\Delta x(s) = 0{,}001 \text{ m} \qquad \Delta x(\Delta t) = 0{,}01 \text{ s}$$

Tabella 1 – Misure e grandezze calcolate

s_0 (m)	s (m)	Δs (m)	$\Delta x(\Delta s)$ (m)	Δt (s)	$\Delta x(\Delta t)$ (s)	$v = \Delta s/\Delta t$ (m/s)	$\Delta x(v)$ (m/s)

Elaborazione dei dati

Velocità

$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\quad}{\quad} = \ldots \text{ m/s}$$

Incertezza di v

$$\varepsilon_r(v) = \frac{\Delta x(\Delta s)}{\Delta s} + \frac{\Delta x(\Delta t)}{\Delta t} = \ldots \qquad \Delta x(v) = \varepsilon_r(v) \cdot v = \ldots \text{ m/s}$$

Valore medio ed errore massimo

$$v_M = \frac{v_1 + v_2 + \ldots + v_n}{n} = \ldots \qquad \Delta x(v) = \frac{v_{\max} - v_{\min}}{2} = \ldots$$

$$v = (\ldots \pm \ldots) \text{ m/s}$$

Grafici

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

Scelti due punti A e B sulla retta:

$$v = \frac{\Delta s_B - \Delta s_A}{\Delta t_B - \Delta t_A} = \dots \text{ m/s}$$

$$\Delta x(v) = \left[\frac{\Delta x(\Delta s_B) + \Delta x(\Delta s_A)}{\Delta s_B - \Delta s_A} + \frac{\Delta x(\Delta t_B) + \Delta x(\Delta t_A)}{\Delta t_B - \Delta t_A}\right] v = \dots$$

Analisi dei risultati e conclusioni

Se riesci a trovare una retta che, oltre a passare per l'origine degli assi, attraversa tutti i rettangoli sperimentali, puoi concludere di aver verificato che spazio percorso e intervallo di tempo sono direttamente proporzionali, cioè che la velocità è costante. In caso contrario, indica quali problemi si sono verificati (guidovia non orizzontale, attrito, timer, massa del filo o attrito della carrucola).

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 Δt: valore medio ed errore massimo.

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

Help 3

Propagazione degli errori per la velocità:

$$\varepsilon_r(v) = \frac{\Delta x(\Delta s)}{\Delta s} + \frac{\Delta x(\Delta t)}{\Delta t} \qquad \Delta x(v) = \varepsilon_r(v) \cdot v$$