Titolo

Verifica del secondo principio della dinamica (Relazione forza-accelerazione)

Obiettivi

L'obiettivo principale dell'esperienza di laboratorio consiste nell'ottenere la conferma sperimentale della validità del **secondo principio della dinamica**.

Schema esperimento

Materiali e strumenti

- Guidovia a cuscino d'aria
- Carrello con supporti per pesetti
- Filo inestensibile
- Carrucola
- Portapesi e pesetti
- Fotocellule per il rilevamento del tempo
- Elettrocalamita di sgancio
- Timer digitale

Contenuti teorici

L'enunciato del secondo principio della dinamica afferma che l'accelerazione di un corpo è direttamente proporzionale alla forza risultante applicata a esso e inversamente proporzionale alla sua massa.

$F = ma$ oppure in forma equivalente $a = \frac{F}{m}$

In questa esperienza si dimostra come, mantenendo costante la massa complessiva del sistema m, l'accelerazione a aumenti in maniera direttamente proporzionale all'aumentare della forza F.

Descrizione della prova

L'esperimento si svolge allestendo un sistema di misura su una guidovia a cuscino d'aria, sulla quale scorre un carrello collegato, tramite un filo inestensibile e una carrucola, a un portapesi. Nella **fase di preparazione**, si misura con precisione la distanza Δs tra le due fotocellule e si determina la forza-peso iniziale dei pesetti utilizzando un dinamometro. Inizialmente, i pesetti vengono disposti sugli appositi sostegni presenti sul carrello.

Nella **fase di esecuzione**, l'operazione si sviluppa in questo modo:

1. Si apre il circuito dell'elettrocalamita per liberare il carrello, il quale parte e attraversa consecutivamente entrambe le fotocellule.
2. Un timer collegato registra il tempo impiegato (t) per percorrere il tratto Δs.
3. Terminato il passaggio, si richiude il circuito dell'elettrocalamita per riagganciare e riportare il carrello nella posizione di partenza.
4. Mantenendo invariata la posizione delle fotocellule, si ripete la misura del tempo altre due volte per verificare la stabilità e la ripetibilità dei dati.
5. Si sposta un pesetto dal carrello al portapesi (aumentando la forza traente F) e si ripete la procedura di misurazione.

Raccolta dei dati e tabelle

Dati preliminari

Distanza tra le fotocellule: $\Delta s = (0{,}800 \pm 0{,}002)\text{m}$

Sensibilità del timer: $\Delta x(t) = 0{,}01\text{s}$

Sensibilità del dinamometro: $\Delta x(F) = 0{,}01\text{N}$

1	2	3	4	5	6	7	8	9
F	Δx(F)	t	t^2	$\Delta x(t^2)$	a	Δx(a)	F/a=m	Δx(m)
0,10	0,01	2,38	5,66	0,05	0,282	0,003	0,35	0,04

Nella tabella compaiono alcuni dati come esempio per i calcoli.

Elaborazione dei dati

I procedimenti per completare le colonne 4 e 6 (con eventualmente le 5 e la 7, riguardanti le incertezze), li abbiamo visti in dettaglio nella scheda *"Il moto rettilineo uniformemente accelerato"*. Invece, nella colonna 8 metti i risultati del rapporto fra la forza applicata e l'accelerazione del carrello:

$$m = \frac{F}{a} = \frac{0{,}10\ N}{0{,}282\ m/s^2} = 0{,}35461\ kg \approx 0{,}35\ kg$$

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

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

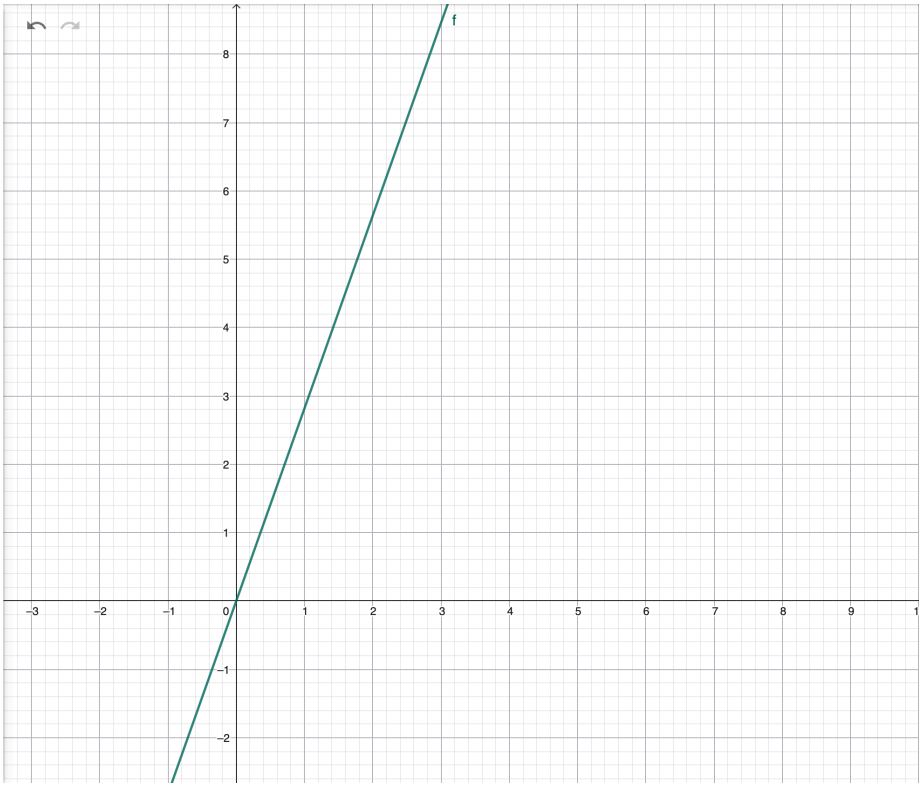
Per cui:

$$\Delta m = \left(\frac{0{,}01}{0{,}10} + \frac{0{,}003}{0{,}282}\right) \cdot 0{,}35461 = 0{,}11064 \cdot 0{,}35461 = 0{,}03923\ kg \approx 0{,}04\ kg$$

Per cui il valore finale della misura della massa risulta essere:

$m = (0{,}35 \pm 0{,}04)$ kg

Grafici



Analisi dei risultati e conclusioni

I valori ottenuti per il rapporto F/a risultano compatibili entro i margini di errore sperimentale. Nel grafico cartesiano, la retta passa per l'origine ed attraversa i rettangoli di indeterminazione di tutte le coppie di valori misurati.

I risultati confermano sperimentalmente il **secondo principio della dinamica**, in quanto dimostrano che:

1. L’accelerazione di un corpo è direttamente proporzionale alla forza totale applicata.

2. Il rapporto costante tra forza e accelerazione rappresenta la massa m dell'intero sistema in moto.

Eventuali fonti di errore o discrepanze: In caso di deviazioni significative dalla linearità o valori di m non costanti, le cause principali risiedono in:

Guidovia a cuscino d'aria non perfettamente livellata in orizzontale.

Attrito residuo tra guidovia e carrello, specialmente quando il carrello viene caricato con un numero elevato di pesetti.

Se necessario:

Help 1

Help 2

Help 3