

Il Coefficiente di Restituzione di una Pallina

Obiettivo dell'Esperimento: Realizzare una misura per il Coefficiente di Restituzione di una palla e poter descrivere l'Elasticità di un urto, misurando l'altezza di un rimbalzo, relazionandosi con l'altezza dalla quale la palla è stata lasciata cadere.

Definizione del Coefficiente di Restituzione:

Il coefficiente di restituzione è una quantità bidimensionale definita dalla relazione:

$$e = \frac{h_i}{h_r}$$

DOVE:

- **hi:** altezza iniziale da cui viene lasciata cadere la pallina.
- **hr:** altezza massima raggiunta dalla pallina dopo il rimbalzo.

MATERIALI:

- Una pallina da tennis.
- Una riga per misurare le altezze.
- Una superficie rigida e uniforme (Il pavimento della classe).
- Videocamera (per maggiore precisione).

PROCEDURA:

Come prima cosa abbiamo misurato l'altezza iniziale dalla quale la pallina verrà lasciata cadere.

Vogliamo partire dalla caduta della palla, con caduta libera e partiamo dalla posizione in cui la palla è stata ultimamente fermata, lasciando la palla cadere senza alcuna forza esterna.

Per l'osservazione cercheremo di valutare quanto appaia un'altezza grande e per l'analisi dopo il primo rimbalzo.

Indicativamente 4 ripetizioni avranno luogo ad ogni altezza fissata.

SVOLGIMENTO DELL'ESPERIMENTO:

1. Abbiamo scelto la prima altezza da cui far cadere la pallina, 100 cm. Abbiamo appoggiato la riga al muro e misurato varie volte **100 cm**, in modo da essere sicuri che l'altezza fosse corretta.
2. Dopodiché abbiamo posizionato la pallina all'altezza precedentemente misurata e l'abbiamo lasciata cadere, osservando il punto in cui la pallina raggiungeva la sua massima altezza. Abbiamo ripetuto il tutto 4 volte, in modo da avere dei dati più precisi a nostra disposizione; queste sono le altezze ottenute:

h_1 (1)	57 cm
h_1 (2)	62 cm
h_1 (3)	56 cm
h_1 (4)	62 cm

3. Abbiamo ripetuto lo stesso procedimento, cambiando però l'altezza da cui far cadere la pallina, che questa volta è di **60 cm**.

Dopo le misurazioni opportune abbiamo ottenuto i seguenti dati che indicano la massima altezza raggiunta dalla pallina dopo il rimbalzo:

h_1 (1)	32 cm
h_1 (2)	35 cm
h_1 (3)	33 cm
h_1 (4)	31 cm

4. A questo punto svolgiamo nuovamente il procedimento per la terza volta, dove abbiamo come altezza iniziale **200 cm**.

Dopo aver fatto rimbalzare la pallina, abbiamo ottenuto i seguenti risultati:

h_1 (1)	100 cm
h_1 (2)	96 cm
h_1 (3)	99 cm
h_1 (4)	102 cm

DATI REGISTRATI:

Dopo aver rilevato i dati dall'esperimento li abbiamo inseriti nella seguente tabella ed abbiamo calcolato la media dei valori.

h_0 (cm)	h_1 1 (cm)	h_1 2 (cm)	h_1 3 (cm)	h_1 4 (cm)	media
100	57	62	56	62	59,25
60	32	35	33	31	32,75

200	100	103	99	102	101
-----	-----	-----	----	-----	-----

A questo punto calcoliamo l'errore di misura.

Per calcolare l'errore σ dobbiamo applicare la seguente formula:

$$EM = \sqrt{\frac{(prima\ misura\ dell'altezza\ finale - altezza\ media) + (seconda\ misura\ dell'altezza\ finale - altezza\ media) + \dots}{numero\ di\ misurazioni - 1}}$$

Nella seguente tabella sono riportate tutte le misure con i corrispondenti errori:

hi (cm)	hr 1 (cm)	hr 2 (cm)	hr 3 (cm)	hr 4 (cm)	media (cm)	errore (cm)
100	57	62	56	62	59,25	$\pm 3,201$
60	32	35	33	31	32,75	$\pm 1,707$
200	100	96	99	102	99,25	$\pm 2,645$

Se l'errore calcolato è >2 , allora si mantiene una sola cifra significativa, mentre se l'errore è <2 se ne tengono 2;

Quindi:

$\pm 3,201 \rightarrow \pm 3$ (arrotondo per difetto)
$\pm 1,707 \rightarrow \pm 1,7$ (arrotondo per difetto)
$\pm 2,645 \rightarrow \pm 3$ (arrotondo per eccesso)

A questo punto possiamo approssimare anche la media, che si basa sull'approssimazione precedentemente fatta all'errore:

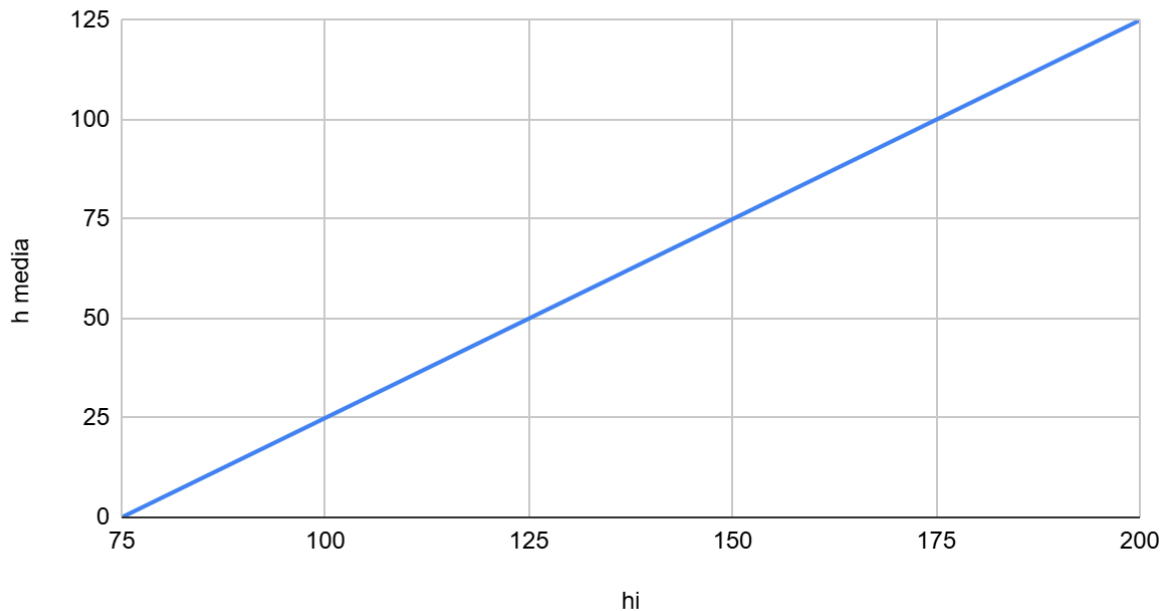
59,25 $\rightarrow 59 \pm 3$ cm
32,75 $\rightarrow 32,8 \pm 1,7$ cm
99,25 $\rightarrow 99 \pm 3$ cm

Ora abbiamo tutti i dati necessari per calcolare il coefficiente di restituzione della pallina per tutti e tre i casi:

$$\begin{aligned}
 1. \ e &= \frac{h_{media}}{h_i} = \frac{59}{100} = 0,59 \\
 2. \ e &= \frac{h_{media}}{h_i} = \frac{32,8}{60} = 0,55 \\
 3. \ e &= \frac{h_{media}}{h_i} = \frac{99}{200} = 0,49
 \end{aligned}$$

A questo punto, sapendo che e corrisponde anche al coefficiente angolare della retta derivante da $\frac{h_i}{h_r}$, possiamo raffigurare questa relazione in un grafico.

h media rispetto a h_i



Va bene, manca però il fit

CONCLUSIONI :

Il coefficiente di restituzione misura quanto un urto sia elastico. Per la pallina testata, il valore di e ottenuto è tipicamente inferiore a 1.

L'esperimento ha permesso di verificare che il coefficiente di restituzione dipende dal materiale della pallina e della superficie, nonché dall'altezza iniziale, sebbene quest'ultima influenza sia minima entro certi limiti.

FINE