

ISTITUTO SUPERIORE GAUDENZIO FERRARI CON SEZ. ASS. MERCURINO ARBORIO

Classe	Numero relazione	Cognome e nome
3C L.S.A.	1	Fenoglio Alex

Esperienza: Calcolo coefficiente di restituzione.

10

Date esperienza	Data di consegna	Voto
19/12/2024	8/01/2025	

Obiettivo/scopo della esperienza

Consideriamo una pallina che cade da un'altezza iniziale h_0 e rimbalza torna ad un'altezza massima h_1

L'obiettivo dell'esperienza è stato trovare il coefficiente di restituzione della pallina definito come $\alpha = \frac{E_f}{E_i} = \frac{mgh_1}{mgh_0} = \frac{h_1}{h_0}$ dimostrando che sia <1 come in tutti i sistemi di forze non conservative

Cenni teorici

In un urto in condizioni ideali, l'energia meccanica si conserva e h_0 sarebbe la stessa di h_1 , dunque α (coefficiente di restituzione) è uguale a 1. Perché l'energia si conservi il lavoro sulla pallina deve essere compiuto da sole forze conservative, ovvero forze che in un percorso chiuso svolgono un lavoro nullo, come per esempio la forza peso, quindi:

$$\Delta L = 0.$$

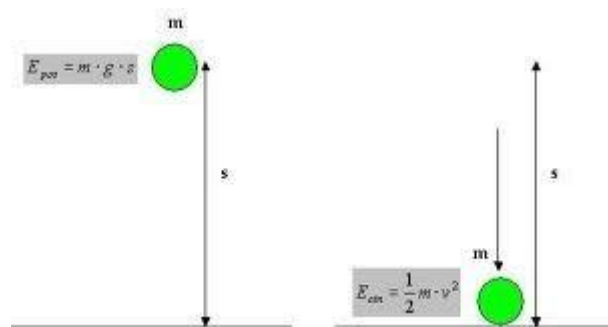


Figura 1: Forze conservative: l'energia potenziale iniziale equivale all'energia cinetica al momento del rimbalzo.

Dunque, il loro lavoro di forze conservative **NON** dipende dal percorso; quindi, il lavoro compiuto da un punto A ad un punto B sarà sempre lo stesso

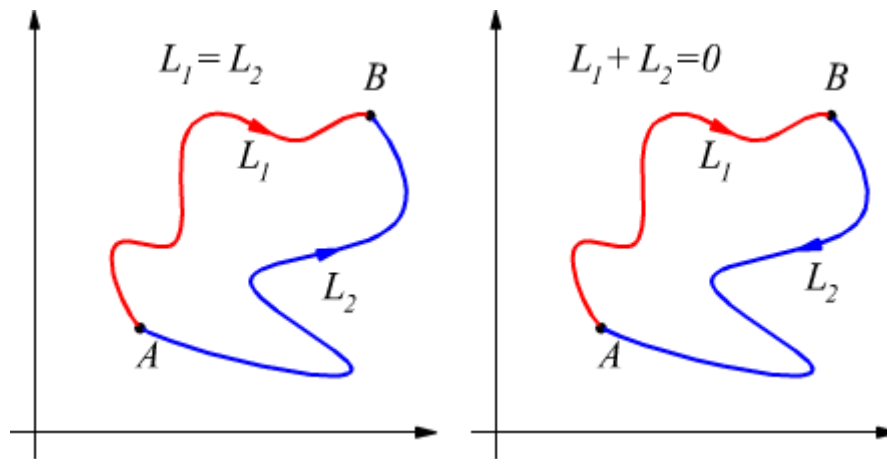


Figura 2: Forze conservative: il modulo del lavoro compiuto da forze conservative NON cambia

Nel nostro caso, però, agiscono anche forze non conservative: l'attrito dell'aria e del pavimento.

Nel momento dell'urto e a contatto con l'aria energia meccanica si trasforma in calore a causa dell'attrito, quindi, non sarà più costante:

la pallina non ritornerà più all'altezza iniziale a causa di perdita di energia meccanica, ma bensì ad un'altezza inferiore (che nell'esperimento abbiamo indicato come h_1), dunque α sarà <1 . Il ciclo si ripete finché tutta l'energia meccanica non si è trasformata in altre forme

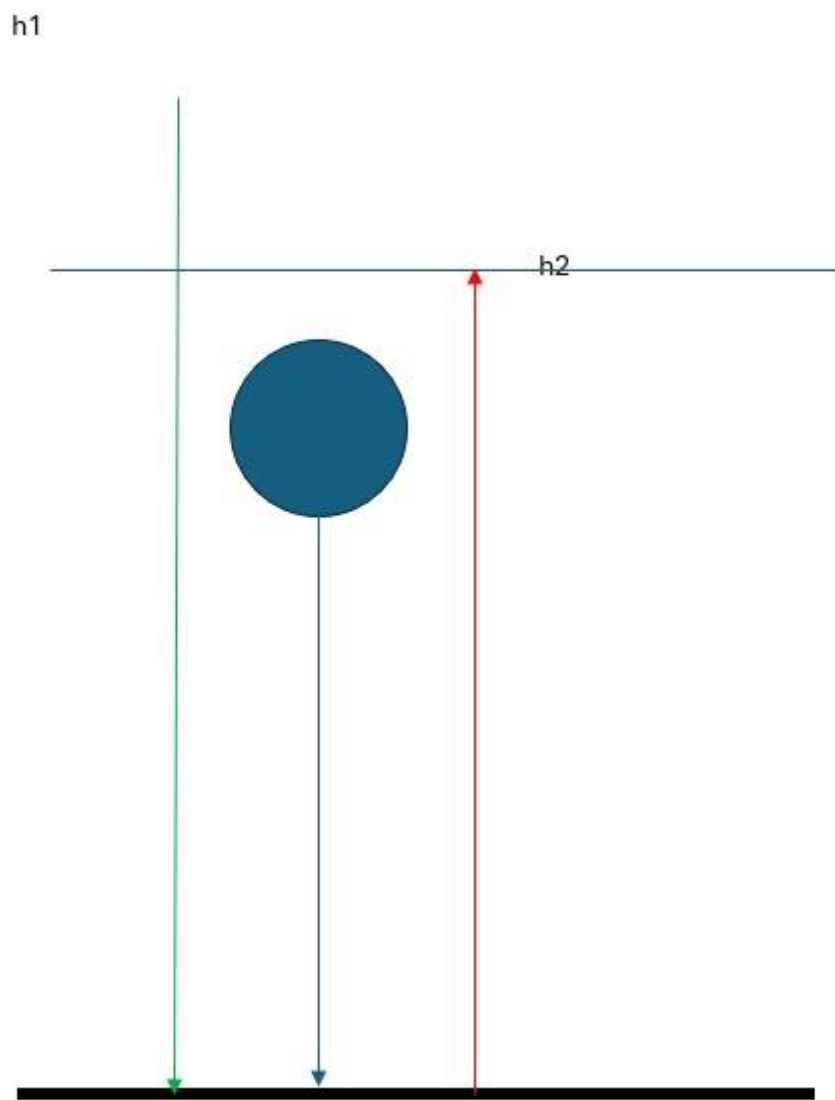


Figura 3: Forze non conservative: la pallina non raggiunge l'altezza iniziale

Strumenti di misurazione

- Righello: Portata 60cm, sensibilità 1mm;
- Telecamera: Portata 10s, Sensibilità 240fps (usato in slow motion per stabilire l'altezza del rimbalzo h_1)

Fase applicativa

Abbiamo innanzitutto misurato l'altezza iniziale dalla quale far cadere la pallina (h_0) con un righello.

Per stabilire l'altezza del rimbalzo (h_1) mentre la pallina cadeva la filmavamo con una fotocamera a 240 fps, in grado di riprodurre il filmato in slow motion grazie al suo elevato framerate. Successivamente, nel video rallentavamo lo spezzone nel quale raggiungeva l'altezza massima dopo il rimbalzo, riuscendo a constatare (in maniera approssimativa) h_1 .

Abbiamo ripetuto il processo 3 volte per ogni h_0 , diminuendo l'errore accidentale.

La tabella sottostante riporta le misurazioni con relative medie e deviazioni standard (i valori espressi sono in cm)

Tabella 1: misurazioni

h_0	Misura 1 h_1	Misura 2 h_1	Misura 3 h_1	Valore medio h_1	Deviazione standard	Misura Finale
50	27,1	27,4	26,9	27,1	0,2	$27,1 \pm 0,2$
80	35	33,5	36,5	35	1,2	$25 \pm 1,2$
100	42	44	43	43	0,8	$43 \pm 0,8$
120	50	52	54	52	1,6	$52 \pm 1,6$

Dato che tra h_1 e h_0 intercorre una relazione del tipo lineare $h_1 = \alpha h_0$, inserendo i valori h_0 e relativi h_1 (medi) all'interno di un grafico a dispersione su fogli Google ed eseguendo il fitting della retta è stato possibile trovare il suo coefficiente angolare **coincidente** con il coefficiente di restituzione della pallina

Nell'immagine sottostante si può visualizzare la retta di tendenza e la sua equazione, con il coefficiente di restituzione:

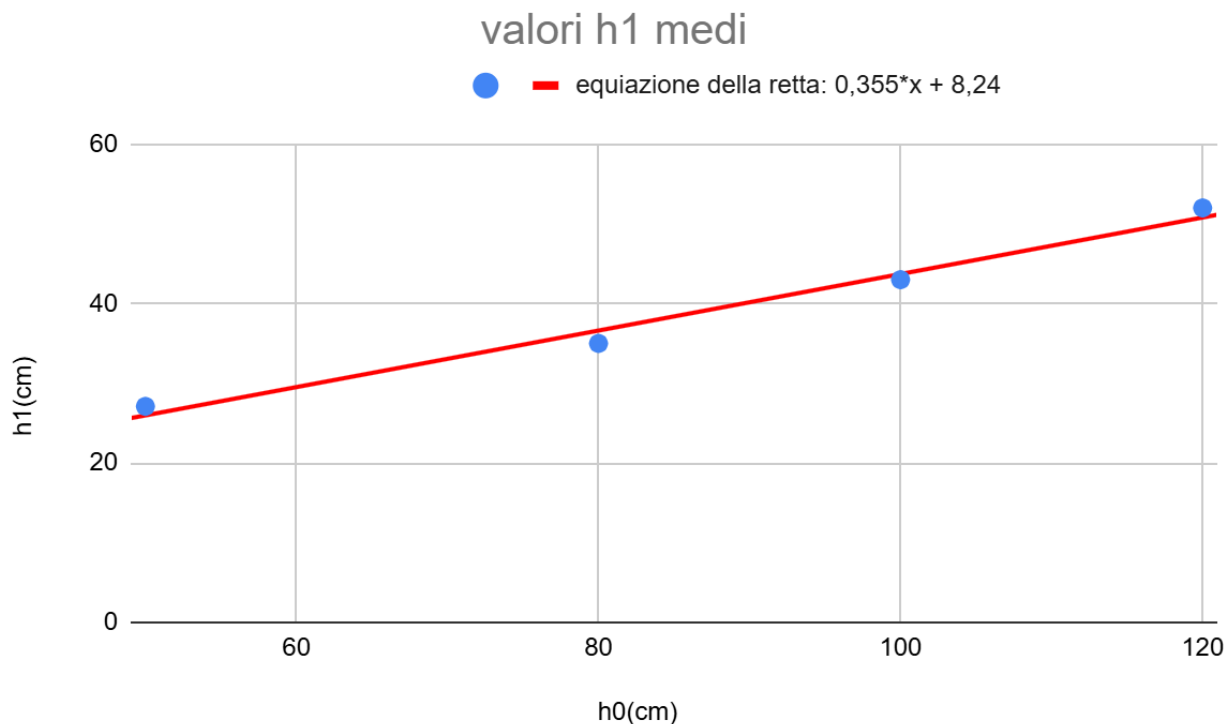


Figura 4: il grafico della retta di tendenza e la sua relativa equazione

Conclusioni

Data la corta portata del righello (60cm) si è rivelato difficile misurare le altezze di rimbalzo h_1 con h_0 superiore.

Il termine noto nell'equazione della retta (8.24) dovrebbe essere uguale a 0, in quanto il rimbalzo non può essere maggiore in nessun caso dell'altezza alla quale stata lanciata la pallina. Molto probabilmente questo termine noto esiste poichè il coefficiente angolare non è costante come abbiamo supposto, ma bensì variabile a causa di forze esterne non conservative

Nonostante ciò, abbiamo dimostrato che il coefficiente di restituzione è minore di 1 come ci aspettavamo

