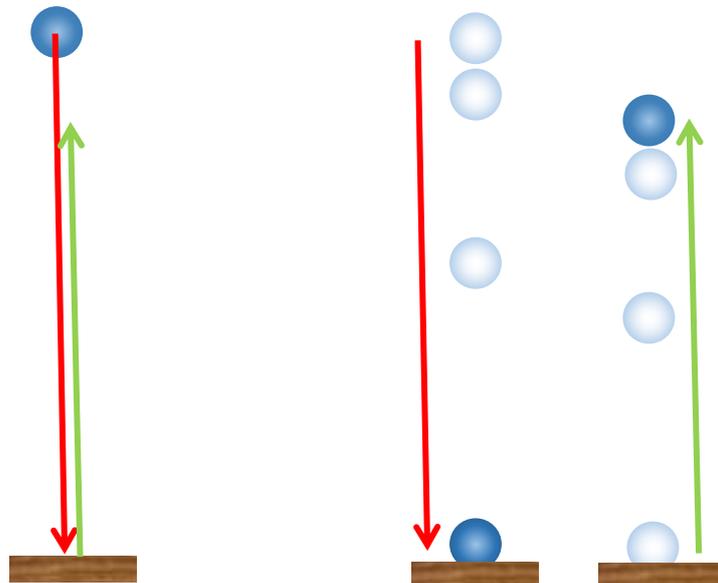




Attività per un laboratorio casalingo

URTI E RIMBALZI DI UNA PALLINA DI GOMMA



A cura di Luisa Bragalenti, Barbara Montolli (AIF – Sezione di Padova)

URTI E RIMBALZI DI UNA PALLINA DI GOMMA

Se lasci andare una pallina di gomma sul pavimento o sul tavolo, questa cade e rimbalza. I due tempi di volo sono brevi, ma se ne può trovare la durata, misurando l'altezza della caduta e del rimbalzo.

Qual è invece la durata del contatto tra pallina e pavimento? Qualche decimo di secondo, qualche centesimo o meno? Si può arrivare a conoscere il suo ordine di grandezza anche senza ricorrere ad apparecchiature sofisticate. Basterà, per esempio, spargere un leggerissimo velo di farina sulla base del rimbalzo e osservare la traccia circolare lasciata dalla pallina sulla farina stessa. Dalla misura del suo diametro si può risalire alla durata del contatto, facendo qualche ipotesi sulle forze responsabili dello schiacciamento della pallina sull'ostacolo.

Queste forze molto intense che entrano in gioco durante l'urto frenano la pallina in un primo tempo e la riaccelerano nella seconda fase dell'urto, causandone poi il rimbalzo.

Materiali:

- Pallina di gomma piena, per esempio tipo "magic"
- Tavolo o pavimento *non* di colore bianco come base per i rimbalzi.
- Sgabello o sedia
- Metro di carta, filo da cucito, fermaglio da carta
- Nastro adesivo trasparente
- Cannucce da bibita o mollette da bucato o altro come indici
- Smartphone: non è necessario ma è utile per un video del rimbalzo
- Farina tipo "00": ne basta un cucchiaino
- Cucchiaino e colino a maglia fine



Figura 1a

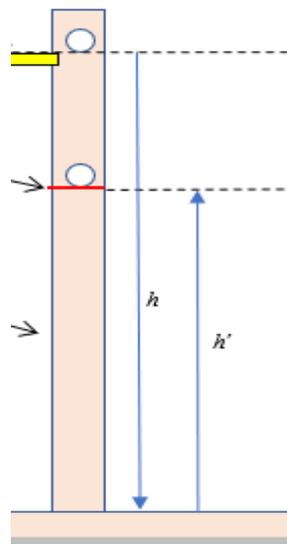


Figura 1b

Con il nastro adesivo, fissa un metro di carta ad uno sgabello, in modo che penda verticalmente come in *Figura 1a* eventualmente appesantito alla base con fermagli da carta. Puoi controllarne la verticalità con un filo a piombo realizzato con filo da cucire e un fermaglio da carta come pesetto. Scegli un punto di riferimento, come la cannuccia rosa in *Figura 1a*, ad un'altezza di almeno una cinquantina di centimetri, e lascia cadere la pallina, senza darle spinte. Questa rimbalzerà ad un'altezza minore di quella di partenza.

Con un'altezza di caduta che non supera i 60 cm, si può ipotizzare che l'effetto della resistenza dell'aria sia trascurabile, e che la perdita di energia meccanica avvenga

solamente nell'urto.

Dai valori delle due altezze, h di caduta e h' di rimbalzo, si può trovare la velocità v con cui la pallina arriva sul pavimento, e la velocità v' con cui riparte dopo l'urto.

Mentre è semplice misurare l'altezza di caduta dalla quota di partenza, è estremamente difficile leggere "al volo" sul metro la quota massima nel rimbalzo. È più facile invece confrontare la posizione di un indice, facilmente spostabile come la cannuccia verde della *figura 1a*, sul metro di carta con la posizione di un punto di riferimento sulla pallina quando questa ha raggiunto la massima altezza. Oppure puoi realizzare un video. Misura il diametro $2r$ della pallina e determina gli spazi percorsi h e h' dal centro O della pallina, rispettivamente nella caduta e nel rimbalzo (v. *figura 1b*).

Calcola le corrispondenti velocità di arrivo v e di partenza v' uguagliando energia cinetica ad energia potenziale gravitazionale, come indicato qui: $mgh = \frac{1}{2}mv^2$; $mgh' = \frac{1}{2}mv'^2$
 Assumi $g=9,81 \text{ m/s}^2$. Non è necessario conoscere la massa m della pallina.

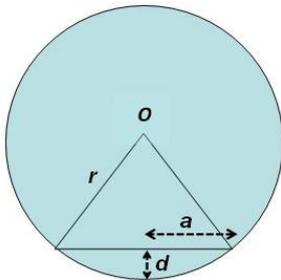


Figura 2

Metti un cucchiaino raso di farina nel colino e spargine un po', in un *leggerissimo* strato sulla "base di atterraggio" della pallina, per esempio colpendolo lateralmente con un cucchiaino.
 Lascia cadere la pallina in modo che il suo centro O cada dall'altezza h di cui hai misurato la corrispondente altezza di rimbalzo h' . La pallina tocca la base, si deforma appiattendosi un pochino e torna alla forma sferica. (figura 2), così facendo sposta la farina nella zona di contatto. Poi riparte verso l'alto.

Realizza più cadute dalla stessa altezza. Osserva le tracce pressoché circolari sulla farina con la piccola zona bianca nel centro (Figura 3), scegli quelle che ti sembrano più nette e misura il loro diametro medio $2 \cdot a$. Dal suo valore si può arrivare a stimare la deformazione d e la durata τ del contatto, facendo, per esempio, la seguente ipotesi: si assume che la forza tra pallina e pavimento sia *costante* nella fase di compressione, e poi ancora *costante* nel successivo ritorno alla forma sferica, con una brusca diminuzione di intensità da una fase all'altra. L'ipotesi, anche se grossolana, consente di stimare la durata dell'urto. Durante l'urto il punto O della pallina, che stava nel centro, ha uno spostamento pari alla deformazione d verso il basso e poi un eguale spostamento verso l'alto.

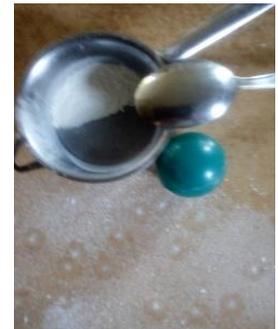


Figura 3

Il teorema di Pitagora permette di trovare d , noti i due raggi r e a . (v. Figura 2)

Nell'ipotesi di forza costante, il moto di O ha accelerazione costante negativa nella compressione, nell'espansione accelerazione costante positiva. In entrambe le fasi la velocità media è proprio la media aritmetica tra velocità iniziale e finale, ma una delle due è nulla, quindi in entrambe le fasi la velocità media è metà della velocità massima calcolata. Il tempo impiegato in ciascuna fase è dato dallo spazio percorso diviso per la corrispondente velocità media, quindi il tempo totale è la somma dei due:

$$\tau = d/(v/2) + d/(v'/2)$$

Determina il valore di τ .

Attenzione alle unità di misura! Assumi per l'accelerazione di gravità il valore $9,81 \text{ m/s}^2$, nei calcoli dovrai quindi esprimere tutti i risultati con unità di misura del SI, eventualmente in notazione scientifica.

Per esempio: 60 cm diviene 0,60 m oppure $6,0 \cdot 10^{-1} \text{ m}$

Attenzione agli arrotondamenti! Per calcolare τ è meglio evitare di immettere nella calcolatrice dati già arrotondati a poche cifre. Arrotonda solo alla fine del calcolo.

Riporta tutti i tuoi risultati, con le cifre che ritieni significative, in una tabella.

Quali sono, secondo te, le fonti di errori sistematici in eccesso o in difetto, nelle varie misurazioni?



Per l'insegnante

Contenuti e spunti didattici

Con materiali poveri, studiare i rimbalzi di una pallina, riflettere su moti accelerati, calcolare velocità medie, misurare indirettamente una deformazione e da questa risalire a una stima del tempo di contatto durante un urto

Esempio di risultati

	$2 \cdot r$ (cm)	$2 \cdot r$ medio (cm)	h (cm)	h' (cm)	$2 \cdot a$ (cm)	a medio (cm)	d (cm)	τ (s)
Pallina blu della foto	3,180 3,170 3,180 3,200 3,170	3,18	61,3	53,5	1,2 1,3 1,3 1,3	0,65	0,14	$(1,72 \cdot 10^{-3})^*$ $2 \cdot 10^{-3}$
Altra pallina più morbida	4,410 4,450 4,460 4,440 4,480	4,448	61,5	46,5	1,8 1,9 1,8 1,9 1,85	0,925	0,20	$(2,49 \cdot 10^{-3})^*$ $2 \cdot 10^{-3}$

*I valori di τ riportati tra parentesi sono stati espressi con un numero eccessivo di cifre, per dare un'idea della piccola differenza tra i risultati ottenibili con due diverse palline. Per cause d'errore ed incertezze delle misure v. Fonte.

Fonte: AIF – La Fisica nella Scuola - Speciale Olimpiadi 2018 - Gara nazionale – Prova sperimentale

Link: <https://www.olifis.it/problemi/naz18spe.zip>