

Moto di una pallina da ping-pong che rimbalza

Ottavia Foà, Gabriella Greblo e Anna Rambelli
Liceo Scientifico G. Galilei – Trieste

Lo studio di questo fenomeno era già stato proposto nell'anno scolastico 1998/99 in una classe terza in ambito curricolare, e ad un gruppo di studenti che frequentava un corso di laboratorio di fisica on-line pomeridiano¹. Lo scopo era quello di favorire una migliore comprensione del moto di un oggetto che cade verso il basso o che viene lanciato verso l'alto. Lo studio del rimbalzo di una pallina consente di studiare entrambi i casi e di metterli a confronto. Nell'ambito della partecipazione al progetto LES il gruppo di lavoro del Liceo Galilei², dopo aver analizzato la scheda AD ENER1, ha deciso di introdurre nel percorso didattico di una classe terza anche gli aspetti riguardanti lo studio delle trasformazioni energetiche relative al fenomeno in esame; la perdita di energia meccanica della pallina che rimbalza risulta infatti evidente dal diminuire dell'altezza massima raggiunta. Le attività proposte sono state realizzate nel laboratorio di fisica della scuola utilizzando la tecnologia dell'on-line tascabile: il sistema di acquisizione è costituito da un sonar collegato a una calcolatrice TI92 su cui è installato un opportuno software. L'attività di laboratorio è stata svolta dagli studenti divisi in gruppi. Per guidare il lavoro dei ragazzi il docente aveva a disposizione oltre alla strumentazione on-line, la lavagna luminosa e il View-screen, che permette di proiettare su uno schermo il display della calcolatrice. Per l'elaborazione dei dati sono state utilizzate le calcolatrici e l'aula d'informatica annessa al laboratorio di fisica. Le modalità di lavoro scelte per lo studio di questo fenomeno hanno facilitato la comprensione dei seguenti aspetti:

- Individuazione sui grafici degli intervalli di tempo in cui si verificano le diverse fasi del moto
- Accelerazione costantemente negativa della pallina in volo
- Forze agenti sulla pallina in volo
- Applicazione dei principi della dinamica
- Incidenza dell'attrito dell'aria
- Impatto con il terreno (forze agenti, perdita di energia meccanica, variazione della velocità).

I grafici seguenti si riferiscono al moto della pallina da ping-pong lasciata cadere e rimbalzare sotto un sonar che ne registrava il moto; il programma utilizzato elabora i dati di posizione riferendoli al livello del pavimento su cui la pallina rimbalza. Grafico posizione-tempo. Ogni arco di parabola corrisponde al "tempo di volo" in ogni rimbalzo.

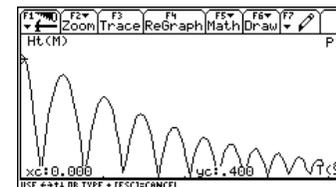


Grafico velocità tempo.

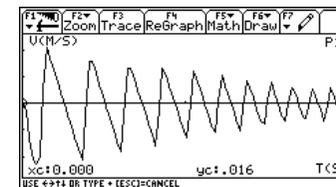
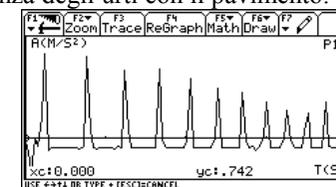


Grafico accelerazione-tempo. Durante ciascun rimbalzo il valore è costante e negativo con picchi positivi in corrispondenza degli urti con il pavimento.



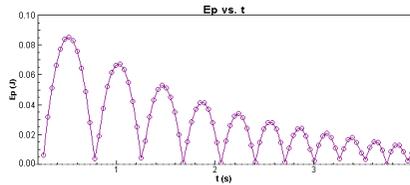
Utilizzando i dati forniti dal sistema di acquisizione on-line è stato possibile compilare una tabella analoga a quella riportata sulla scheda AD ENER1 (per ogni rimbalzo h_1 è l'altezza massima di partenza e h_2 l'altezza massima finale):

	h_2	Ep_1	Ep_2	Ep_2/Ep_1	$Ep_2/Ep_1(\%)$
	0.349	0.274	0.084	0.067	0.80
	0.274	0.216	0.067	0.053	0.80
	0.216	0.169	0.053	0.041	0.77
	0.169	0.139	0.041	0.034	0.83
	0.139	0.113	0.034	0.028	0.82
	0.113	0.098	0.028	0.024	0.86
	0.098	0.084	0.024	0.021	0.87
	0.084	0.073	0.021	0.018	0.86
	0.073	0.062	0.018	0.015	0.83
	0.062	0.052	0.015	0.013	0.87

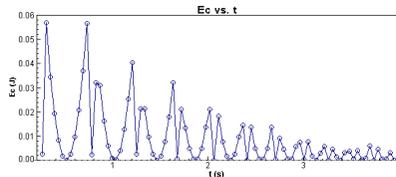
La media dei valori nella colonna Ep_2/Ep_1 (coefficiente di restituzione) vale 83 %. I seguenti grafici rappresentano l'andamento dell'energia potenziale e dell'energia cinetica in funzione del tempo.

¹ Ottavia Foà, Barbara Pecori, Anna Rambelli, Giacomo Torzo, *Dalla palestra al laboratorio: come coinvolgere una classe nello studio delle oscillazioni*, Atti del 1° Convegno Internazionale dell'Associazione per la didattica con le Tecnologie, aprile 1999

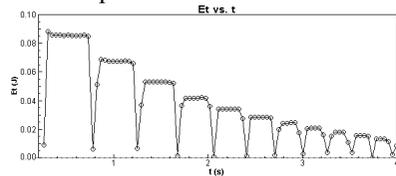
² Ottavia Foà, Gabriella Greblo, Anna Rambelli



L'andamento dell'energia potenziale ovviamente riproduce quello della posizione in funzione del tempo.



Si nota che l'energia cinetica si annulla non solo nei punti di massima altezza, ma anche durante gli urti con il pavimento. Infine è possibile analizzare l'andamento dell'energia meccanica totale in funzione del tempo.



I picchi corrispondenti agli urti con il pavimento sono dovuti al fatto che nel calcolo dell'energia non si tiene conto dell'energia elastica immagazzinata nella pallina (temporaneamente deformata durante la collisione). Si osserva che la perdita di energia meccanica della pallina avviene principalmente durante l'urto, dato che essa resta sostanzialmente costante nei tratti tra un urto e il successivo. L'attività svolta verrà illustrata mediante pagine HTML in modo da permetterne l'immissione in rete. Nella stesura delle pagine HTML intendiamo mantenere l'impostazione proposta nelle schede docente (relative ad altre esperienze, perché la scheda docente relativa a questa esperienza non era disponibile). Il calcolo del coefficiente di restituzione può essere fatto anche calcolando i rapporti tra l'energia totale prima e dopo l'urto, invece che calcolando i rapporti tra i valori della sola energia potenziale: il risultato è ovviamente il medesimo. Indicando con Et_{ot1} la media dell'energia totale nel tempo di volo... si ha:

Et_{ot1}	Et_{ot2}	Et_{ot2}/Et_{ot1}	$Et_{ot2}/Et_{ot1}(\%)$
0.086	0.067	0.80	80
0.067	0.053	0.80	80
0.053	0.042	0.79	79
0.042	0.034	0.81	81
0.034	0.028	0.82	82
0.028	0.024	0.86	86
0.024	0.021	0.87	87
0.021	0.018	0.86	86
0.018	0.015	0.83	83
0.015	0.013	0.87	87