

MOTO PARABOLICO

lavoro svolto dagli allievi della classe 2^AB - a.s. 2009/10

Scopo

L'obiettivo dell'esperienza è verificare che un grave lanciato in orizzontale *nel vuoto*, descrive una *traiettoria parabolica*.

Ciò è il risultato della composizione di due moti elementari: *rettilineo uniforme* lungo la direzione orizzontale ed *uniformemente accelerato* lungo quella verticale.

Apparecchiatura e materiale utilizzato

- 1 pallina da tennis.

Principio teorico

Consideriamo il lancio di un grave in orizzontale, con velocità iniziale \vec{v}_0 . Trascurando la resistenza aerodinamica, l'unica forza che agisce sul corpo è quella di gravità il cui effetto dinamico consiste nel causare una accelerazione diretta verso il basso: l'accelerazione di gravità \vec{g} .

Il moto del grave è quindi risultante di due spostamenti indipendenti che si sovrappongono:

- * Quello orizzontale $x(t)$ che il corpo avrebbe, per inerzia, se non ci fosse l'attrazione gravitazionale;
- * La caduta libera $y(t)$ che il corpo subirebbe se non avesse l'impulso iniziale prima della caduta.

Individuando la posizione inizialmente occupata dal grave come origine di un sistema cartesiano ortogonale, le coordinate x e y hanno le seguenti espressioni matematiche:

$$\begin{cases} x = v_0 \cdot t & \text{moto rettilineo uniforme orizzontale} \\ y = -\frac{1}{2}g \cdot t^2 & \text{moto rettilineo uniformemente accelerato verticale} \end{cases}$$

Risolvendo l'equazione parametrica ("eliminando" il parametro tempo) si ricava l'equazione

cartesiana della traiettoria: $y = -\frac{g}{2v_0^2} \cdot x^2$.

Essa è l'equazione di una parabola avente vertice nell'origine e con la concavità verso il basso.

Analisi del moto con TRACKER

Tracker rappresenta un software di "modellazione" dei fenomeni fisici compilato da Douglas Brown, già insegnante di Fisica al Cabrillo College di Monterey (California) ed attualmente collaboratore del Progetto OSP (Open Source Physics).

Si tratta sostanzialmente di un programma in Java che perciò può "girare" su qualsiasi sistema operativo, Windows, Linux o Mac. È reperibile "freeware" al link:

<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

Si può installare sul proprio PC oppure eseguirlo direttamente dal sito Web. In ambedue i casi la procedura d'uso è identica:

- Si installa Java;
- Si installa Quicktime (per chi usa Windows e Mac);
- Si procede all'utilizzo di Tracker.

Se si opta per il download del programma su PC, si deve tenere presente che esso non ha un "Installer", cioè non

include un programma che si prende cura di estrarre i file necessari all'esecuzione e di creare i link e le icone necessarie. Il software è un semplice eseguibile e quindi lo si deve collocare in posizione ben accessibile per poi "lanciarlo".

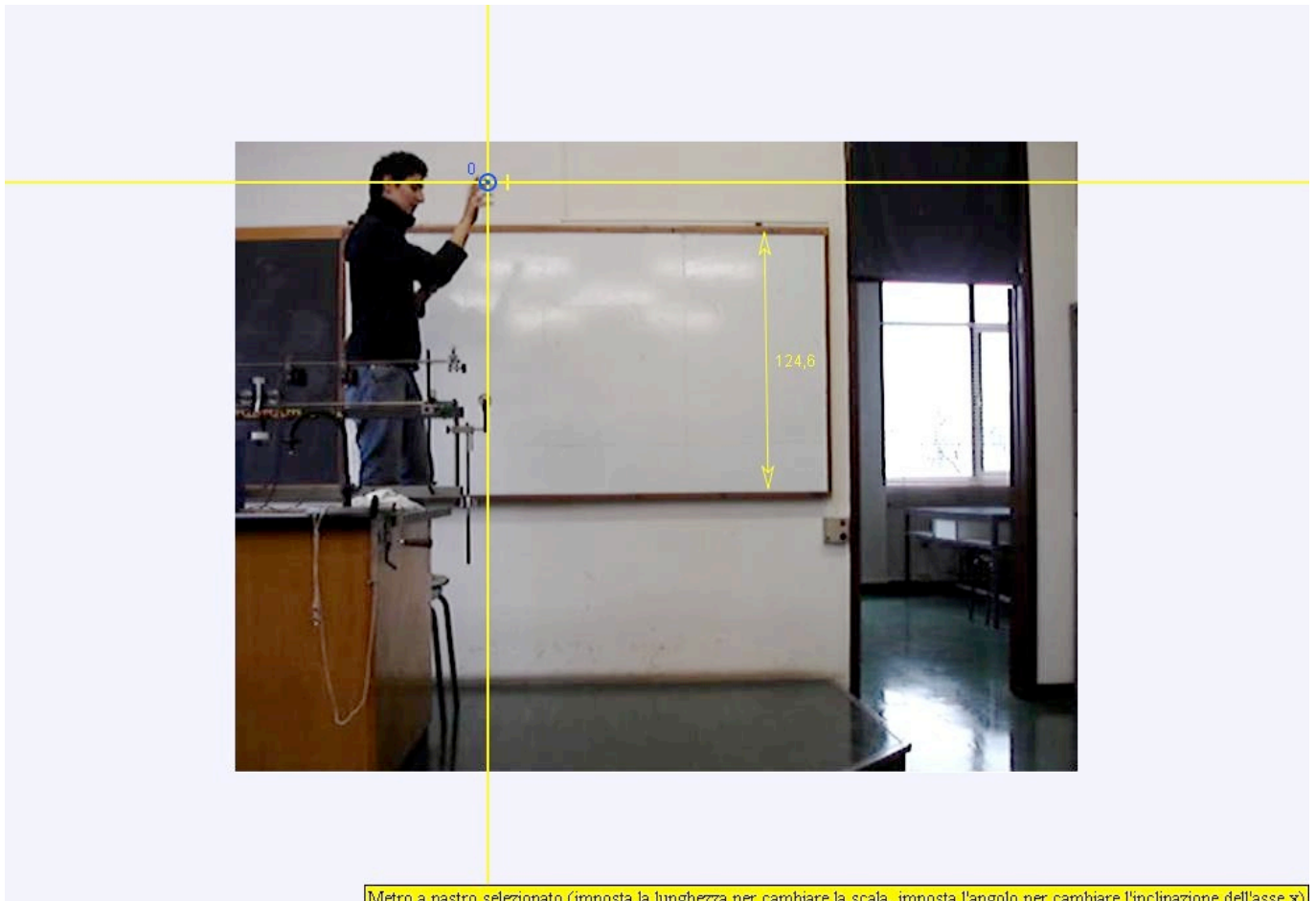
Le esperienze che possono essere studiate quantitativamente sono numerose. Fra queste sicuramente rientrano i moti, soprattutto tutti quelli che presentano difficoltà di misurazione sia con la strumentazione "tradizionale" sia con quella "on line".

Non si tratta assolutamente di simulare il processo, bensì di rilevare le misure delle grandezze significative, ogni qualvolta il fenomeno può essere filmato: il rimbalzo di un oggetto, la rotazione di un corpo rigido, l'oscillazione di un pendolo, il lancio di un proiettile, lo spettro di una sorgente elettromagnetica, eccetera eccetera ...

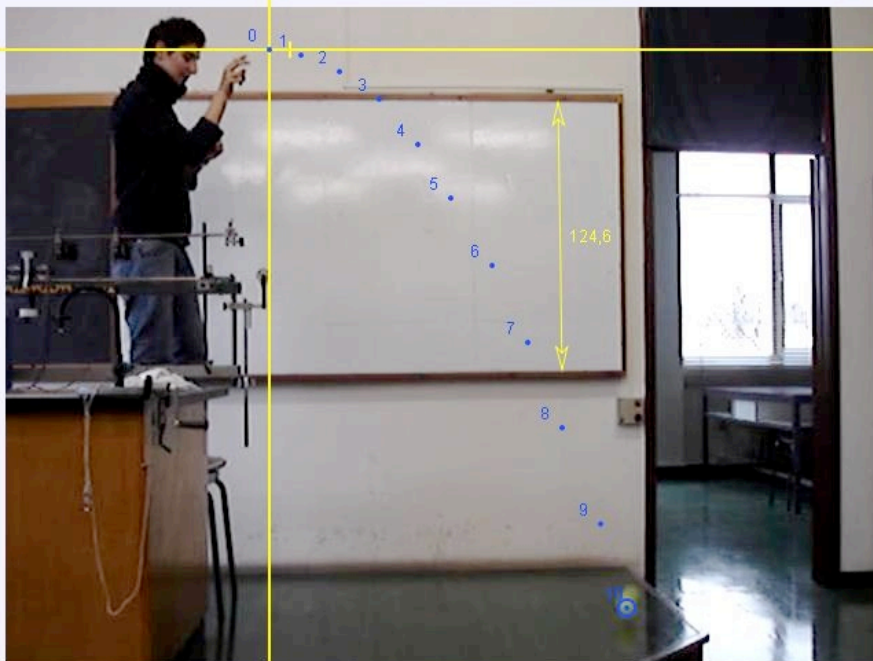
Il lancio di una pallina da tennis è stato, pertanto, filmato con una foto camera digitale SONY DSCW12, alla velocità di 30 fps (file *Moto_obliquo-2B.mpg* nella cartella *Filmati_Tracker*).

La sequenza di immagini è stata quindi elaborata con il software, ottenendo i risultati riportati nel file *Moto_obliquo-2B.trk*, contenuto nella cartella *File_Tracker*.

Di seguito si riporta la vista principale **prima del lancio**:



e dopo il lancio:



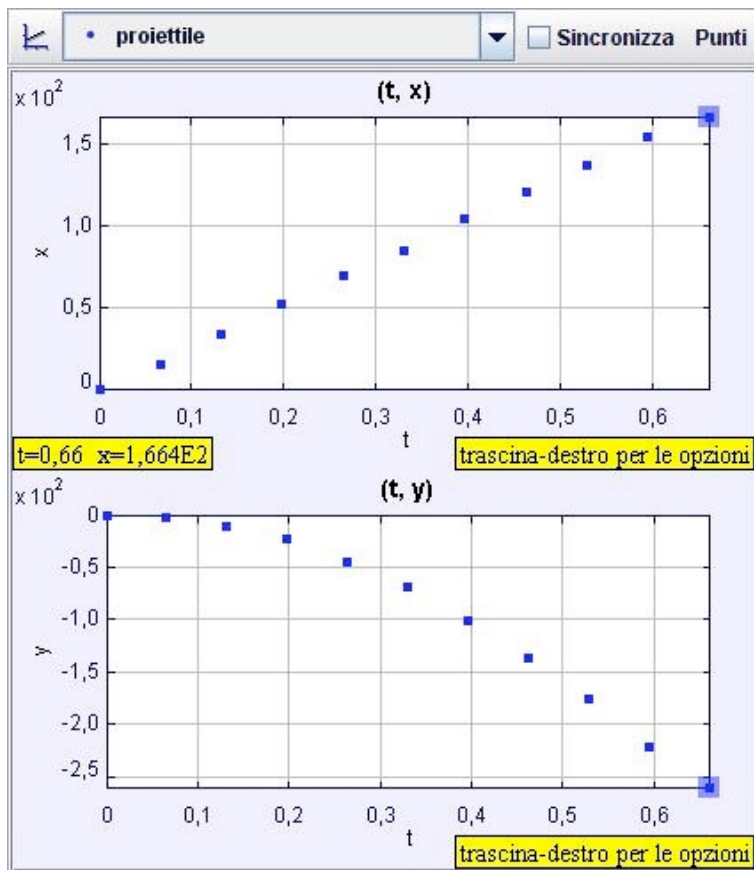
Metro a nastro selezionato (imposta la lunghezza per cambiare la scala, imposta l'angolo per cambiare l'inclinazione dell'asse x)

Come si può vedere nell'immagine sopra, l'insieme delle posizioni successivamente occupate dalla pallina da tennis, intesa come punto materiale, rappresenta effettivamente un arco di parabola.

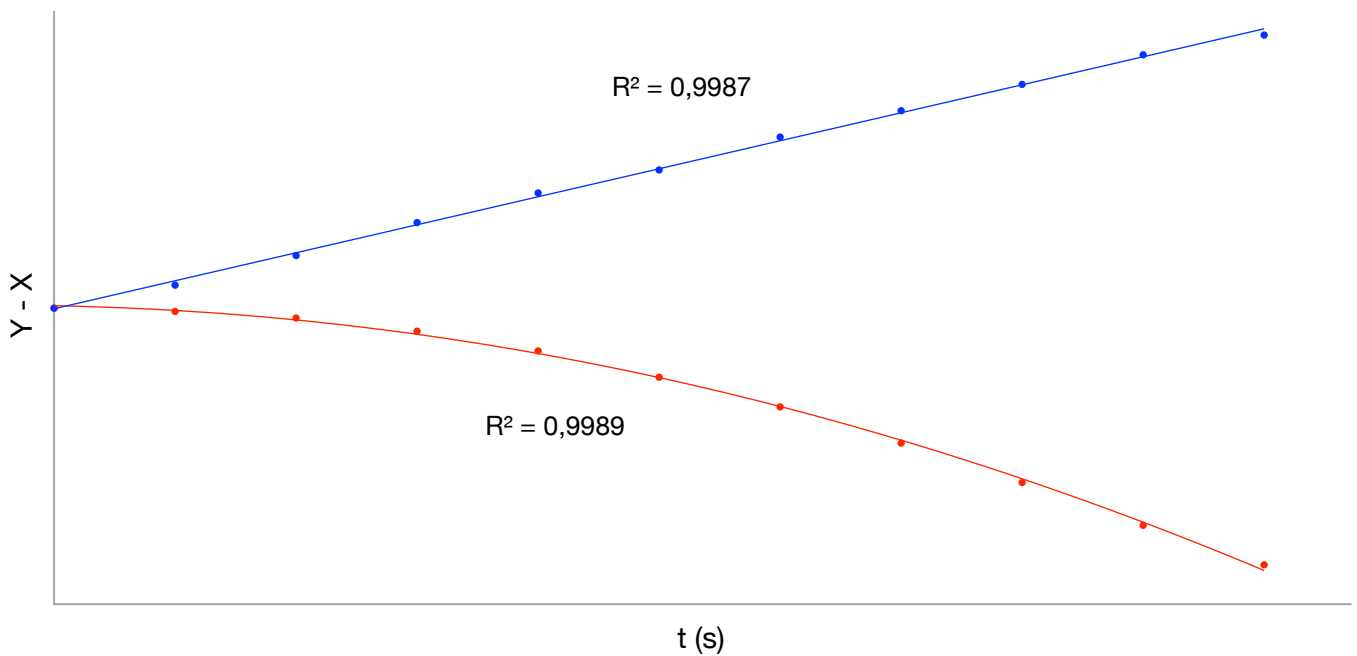
Di seguito la tabella delle misure "raccolte" da *Tracker*: l'intervallo di tempo t (s), lo spazio x e y in cm, percorsi rispettivamente nelle direzioni orizzontale e verticale rispetto all'origine del sistema di riferimento (indicata nelle immagini dall'etichetta 0).

• proiettile			Dati
t	x	y	
0	-0	0	
0,066	14,694	-2,555	
0,132	32,901	-10,222	
0,198	51,427	-22,999	
0,264	69,315	-44,081	
0,33	84,647	-68,996	
0,396	103,813	-100,299	
0,462	120,423	-136,075	
0,528	136,394	-175,683	
0,594	154,282	-220,403	
0,66	166,42	-259,372	

L'interpolazione dei punti sperimentali é eseguita immediatamente dal programma, come dimostrano i grafici da esso generati:



L'elaborazione, però, può essere autonomamente svolta esportando i dati in un qualsiasi *foglio di calcolo* (nel caso in esame è stato utilizzato Numbers, piattaforma Mac OsX).



Il fitting dei punti sperimentali ed il valore del coefficiente di determinazione per ambedue i moti elementari, mostrano che effettivamente il corpo si muove in orizzontale di moto uniforme e descrive un moto ad accelerazione costante lungo la direzione verticale.