

# TAVOLO AD ARIA

## SOMMARIO

Lo scopo dell'esperienza è di verificare la conservazione della quantità di moto nell'urto di due pedine su un tavolo ad aria.

## MISURE DA EFFETTUARE ED ANALISI

Se la risultante delle forze esterne agenti sul sistema (costituito dalla due pedine coinvolte nell'urto) è nulla, la quantità di moto del sistema si conserva. L'equazione vettoriale che esprime la legge di conservazione si può scomporre in due equazioni scalari per le componenti sui due assi  $x$  ed  $y$

$$\begin{aligned} m_1 v_{1x}^i + m_2 v_{2x}^i &= m_1 v_{1x}^f + m_2 v_{2x}^f \\ m_1 v_{1y}^i + m_2 v_{2y}^i &= m_1 v_{1y}^f + m_2 v_{2y}^f \end{aligned} \quad (1)$$

in cui gli indici numerici indicano le due pedine (non dimenticate di misurare le masse) e le lettere “i” ed “f” indicano le quantità iniziali (prima dell'urto) e finali (dopo l'urto). *Il segno delle componenti della velocità è fondamentale!*

Si possono studiare urti con una delle due pedine inizialmente ferma o con entrambe le pedine in moto.

## STIMA DELLA VELOCITÀ

Le componenti delle velocità (medie) di ciascuna delle pedine si possono stimare mediante *fit* con una retta dell'andamento in funzione del tempo della posizione (misurata) corrispondente, e.g.  $v_{1x}$  si ricava dal *fit* di  $x_1$  in funzione di  $t$ . Per stimare le velocità prima e dopo l'urto si deve avere cura di eseguire il *fit* in un intervallo temporale appropriato.

Il programma di analisi permette di *calibrare* la misura della posizione (cioè di ricavare il fattore di conversione tra *pixel* ed unità fisiche) attraverso una lunghezza nota—anche se, in linea di principio, la conservazione della quantità di moto può essere verificata misurando le velocità in pixel/s.

## CONSIDERAZIONI PRATICHE

### STRATEGIA DI MISURA

L'urto tra le due pedine viene registrato da una videocamera controllata da un programma di acquisizione che produce un file video della durata di  $\sim 5$  s. Si consiglia di cercare di registrare almeno 1–2 secondi di moto *libero* (senza urti) per ciascuna delle due pedine sia prima che dopo l'urto, in modo da avere abbastanza punti su cui fare il *fit* in fase di analisi. Si consiglia anche di cercare di non coprire le pedine con la mano durante la registrazione.

### IL FORMATO DEI DATI

Il programma di analisi dei filmati fornisce (nel caso di 2 pedine) un *file* di uscita contenente 6 colonne che rappresentano, per ogni fotogramma analizzato:

1. il numero del fotogramma;
2. il tempo  $t$ , dall'inizio del filmato;
3. le coordinate  $x_1$  ed  $y_1$  della prima pedina.
4. le coordinate  $x_2$  ed  $y_2$  della seconda pedina.

Il sistema di riferimento ha origine nell'angolo in alto a sinistra dell'immagine, con l'asse  $x$  orientato verso destra e l'asse  $y$  orientato verso il basso.

## NOTE SUL PROGRAMMA DI ACQUISIZIONE

Il programma di acquisizione dei filmati si lancia attraverso il collegamento al programma “TAVOLO” che si trova sul desktop. Quando non si trova in modalità di registrazione il programma fornisce un video in tempo reale dalla telecamera posta sopra il tavolo. In questa fase si possono impostare la luminosità, il numero di fotogrammi da acquisire e la velocità (in fotogrammi al secondo) di acquisizione—ma i parametri preimpostati dovrebbero essere ragionevoli.

A questo punto si può avviare la registrazione del filmato premendo il tasto “START”. Una volta terminata la registrazione, il programma chiede il nome con cui salvare il file del filmato (in formato avi). È importante prendere nota della cartella in cui il file viene salvato per ritrovarlo in seguito. (Potete ignorare la finestrella che chiede se si vuole tagliare il filmato producendo una copia ridotta: andate oltre.) Una volta che il filmato è stato salvato (e si è premuto “OK”), il sistema è pronto per una nuova acquisizione.

I filmati vanno trasferiti, tramite *memory stick* USB, su un altro pc dove è installato il programma di analisi.

## NOTE SUL PROGRAMMA DI ANALISI

Una volta acceso il calcolatore, selezionare dal menù principale (in alto a sinistra) *Application*  $\rightarrow$  *Education*  $\rightarrow$  *plasduino*. Questo dovrebbe mostrare la finestra principale del programma di acquisizione. Per questa esperienza, tra la lista dei moduli, lanciate *Video Click* (doppio click sulla linea corrispondente, oppure selezionate la linea stessa e premete *Open*).

Potete aprire i filmati che avete registrato dal menù *File*  $\rightarrow$  *Open clip*. Il filmato è disponibile per l'analisi sotto forma di fotogrammi su cui le posizioni si misurano con un click sinistro del mouse. Dopo un numero di click pari al numero di oggetti impostati – 2 di default – si porta automaticamente al fotogramma successivo, ma potete sempre tornare indietro a correggere. Le misure si salvano da *File*  $\rightarrow$  *Save data to file*.

Notate che non è necessario cliccare su *tutti* i fotogrammi. Nel file di uscita compariranno solo i dati relativi ai fotogrammi per cui sono state identificate le posizioni di tutti gli oggetti.