

**LICEO SCIENTIFICO GAETANO SALVEMINI – SORRENTO**  
**LABORATORIO DI FISICA**

**SCHEDA ESPERIMENTO**

**DESCRIZIONE**

<b>TITOLO ESPERIMENTO</b>	<b>M34a - IL PENDOLO BALISTICO</b> (versione semplice)		
<b>DESTINATARI</b>	Classi Terze		
<b>PREREQUISITI</b>	Dinamica del punto materiale – Centro di massa		
<b>COMPETENZE DA ATTIVARE</b>	Misurazione e stima dell'errore - calcolare il centro di massa empiricamente – applicare le leggi della dinamica rotazionale per calcolare il momento d'inerzia – applicare la conservazione della quantità di moto e dell'energia per il punto materiale.		
<b>ATTREZZATURE UTILIZZATE</b>			
NOME	COD.	POS	IMMAGINE
Pendolo balistico e accessori	<b>ME-6830</b>	A2d	
Bilancia di precisione		Banco centrale	
Nastro millimetrato		A3d	

Questa esperienza vuole simulare una situazione da RIS (o CSI se vi piace di più): calcolare la velocità e l'energia di un proiettile sparato da un'arma. *Il pendolo balistico* consiste in un pendolo dotato di una cassa che incamera il proiettile sparato dall'arma. Nel nostro caso, abbiamo un cannoncino a molla che spara una biglia di metallo nella cassa del pendolo; in seguito all'urto determinato, il pendolo sale di un angolo fino a trasformare tutta la sua energia cinetica in energia potenziale.

**TEORIA**

In questa versione light dell'esperienza, considereremo il pendolo come se tutta la sua massa fosse concentrata nel suo centro di massa (CM) trascurando quindi l'energia rotazionale (tale approssimazione non è lieve).

Indichiamo con  $m$  la massa della biglia,  $M$  quella del pendolo comprensivo della biglia,  $L$  la distanza del CM dall'asse di rotazione,  $v_0$  la velocità con cui è sparata la biglia (quindi la grandezza che vogliamo misurare).

L'esperienza si può suddividere in 2 fasi:

1) la biglia sparata dal cannoncino si incassa nel pendolo configurando un urto totalmente anelastico e, quindi, passando tutta la sua quantità di moto al pendolo (ma non tutta la sua energia):

$$mv_0 = Mv \quad \rightarrow \quad v_0 = \frac{M}{m}v$$

dove  $v$  è la velocità che assumerà il pendolo dopo l'urto anelastico con la biglia.

2) l'energia cinetica acquisita dal pendolo, grazie alla conservazione dell'energia meccanica, si trasforma tutta in energia potenziale gravitazionale quando il pendolo raggiunge la massima altezza  $h$ , segnata dall'angolo di ampiezza  $\alpha$ :

$$\frac{1}{2}Mv^2 = Mgh \rightarrow v = \sqrt{2gh}$$

Poiché risulta

$$h = L(1 - \cos \alpha)$$

si ha

$$v = \sqrt{2gL(1 - \cos \alpha)}$$

Unendo le due relazioni trovate abbiamo infine

$$v_0 = \frac{M}{m} \sqrt{2gL(1 - \cos \alpha)} \quad (*)$$

### **ESECUZIONE DELL'ESPERIENZA**

In base alla (\*), per calcolare  $v_0$  avremo bisogno di misurare le masse  $m$  e  $M$ , l'angolo  $\alpha$  e, cosa più delicata, il centro di massa CM del sistema che ci darà la misura di  $L$ .

#### STEP 1 – MISURAZIONE DEL CENTRO DI MASSA

Misureremo tale posizione empiricamente poiché, seppure sarebbe possibile collocare il CM della sola asta nel suo centro (data la sua regolarità ed omogeneità) difficilmente potremmo individuare quella della cassa che accoglie la biglia (che è irregolare e non omogenea). Quindi, collocata la biglia al suo interno e agganciate alla base le eventuali masse che intenderemo usare nel successivo esperimento di pendolo balistico, procediamo come segue:

- sono necessarie due persone almeno
- posizioniamo un righello trasversalmente ad un nastro misuratore, poggiandolo col bordo sullo zero di tale nastro e tenendolo ben fermo
- un'altra persona adagerà il pendolo sul bordo superiore del righello cercando la posizione d'equilibrio; quando tale posizione sarà ottenuta, segnare la posizione sul nastro del foro di rotazione del pendolo.

In questo modo avremo ottenuto la distanza del CM del pendolo dall'asse di rotazione, cioè la misura di  $L$ .

#### STEP 2 – MASSA DELLA BIGLIA E DEL PENDOLO

Avvalendoci della bilancia di precisione, misuriamo la massa  $m$  della sola biglia e la massa totale  $M$  del pendolo con inserita la biglia e agganciate le masse che eventualmente vorremo usare per appesantire il pendolo.

#### STEP 3 – ANGOLO $\alpha$

Agganciamo il pendolo al suo supporto, inseriamo la biglia nel cannoncino caricandolo al livello desiderato. Assicuriamoci che il segna-angolo sia appoggiato all'asta del pendolo e che indichi il valore 0 (diversamente annotiamo il valore che detrarremo da quello finale) e spariamo la biglia. Il pendolo oscillerà fino ad una certa altezza e poi ritornerà giù ma il segna-angolo sarà rimasto al valore della massima ampiezza raggiunta: questo sarà il valore di  $\alpha$  da inserire nella (\*).

A questo punto si hanno le misure di tutte le grandezze necessarie per calcolare  $v_0$  tramite la (\*).