

LICEO SCIENTIFICO GAETANO SALVEMINI – SORRENTO
LABORATORIO DI FISICA

SCHEDA ESPERIMENTO

DESCRIZIONE

TITOLO ESPERIMENTO	M34b - IL PENDOLO BALISTICO (versione completa)		
DESTINATARI	Classi Terze		
PREREQUISITI	Dinamica dei corpi rigidi		
COMPETENZE DA ATTIVARE	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 del momento angolare e dell'energia dei corpi rigidi in rotazione.		
ATTREZZATURE UTILIZZATE			
NOME	COD.	POS	IMMAGINE
Pendolo balistico e accessori	ME-6830	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

Indichiamo con m la massa della biglia, M quella del pendolo comprensivo della biglia, L la distanza del CM dall'asse di rotazione, I il momento d'inerzia del pendolo, 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) Il sistema biglia-pendolo è un sistema per il quale sono nulle sia la risultante delle forze esterne, sia il loro momento, pertanto il momento angolare si conserva. Questo significa che il momento angolare che inizialmente ha la biglia (il pendolo è fermo) dovrà essere uguale a quello che assumerà il pendolo una volta che avrà incamerato la biglia (ciò non vale per l'energia meccanica):

$$L_b m v_0 = I \omega \quad \rightarrow \quad v_0 = \frac{I}{L_b m} \omega$$

dove L_b è la distanza che la biglia ha dall'asse di rotazione al momento dell'urto e ω è la velocità angolare che assumerà il pendolo dopo l'urto anelastico con la biglia.

2) l'energia cinetica rotazionale 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 α :

$$\frac{1}{2}I\omega^2 = Mgh \rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2Mgh}{I}}$$

Poiché risulta

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

si ha

$$\omega = \sqrt{\frac{2MgL(1 - \cos \alpha)}{I}}$$

Unendo le due relazioni trovate abbiamo infine

$$v_0 = \frac{I}{L_b m} \sqrt{\frac{2MgL(1 - \cos \alpha)}{I}}$$

che si può anche scrivere

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

ESECUZIONE DELL'ESPERIENZA

In base alla (*), per calcolare v_0 avremo bisogno di misurare le masse m e M , l'angolo α , la distanza L_b e, cosa più delicata, il centro di massa CM del sistema che ci darà la misura di L e il momento d'inerzia I del pendolo con inclusa la biglia.

STEP 1 – MISURAZIONE DELLA DISTANZA L DEL CENTRO DI MASSA E DEL MOMENTO D'INERZIA I .

La misurazione di queste due grandezze richiede essa stessa un esperimento accurato (*M33 – Momento d'inerzia del pendolo balistico*), per cui si consiglia di eseguire prima questo esperimento o di utilizzare i valori rilevati in un precedente esperimento.

STEP 2 – DISTANZA L_b DELLA BIGLIA AL MOMENTO DELL'URTO

Col nastro millimetrato misuriamo la distanza fra il perno di rotazione del pendolo e il centro dell'incavo che alloggerà la biglia. Per far ciò ci si può avvalere della figura presente sul cannoncino che riporta il centro della biglia (avendo cura però di misurarlo in posizione sulla verticale del perno poiché sarà quello il punto in cui avverrà l'urto). Si consiglia di effettuare la misura più volte e valutarne la media con stima dell'errore.

STEP 3 – 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 4 – ANGOLO α

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 α da inserire nella (*).

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