

LEGGE DI CONSERVAZIONE DELL'ENERGIA MECCANICA TOTALE

Scopo

Verificare sperimentalmente la legge di conservazione dell'energia meccanica totale.

Premessa teorica

L'energia è la grandezza fisica che misura la capacità di un corpo o di un sistema di compiere lavoro. Il lavoro è l'azione mediante la quale una forza applicata su un oggetto provoca uno spostamento; la sua unità nel Sistema Internazionale è il joule (J), pari a $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$.

Nel contesto meccanico distinguiamo essenzialmente due forme di energia che saranno rilevanti nell'esperienza di laboratorio: l'energia cinetica e l'energia potenziale. La somma di queste due energie prende il nome di energia meccanica totale.

L'energia cinetica è l'energia posseduta da un corpo in base alla sua velocità e alla sua massa. Per un corpo che si muove traslazionalmente con velocità v e di massa m :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Questa formula è ricavabile da quella del lavoro della forza del corpo in movimento ad una certa velocità.

L'energia potenziale gravitazionale è quella che un corpo possiede perché si trova in un punto di un campo di forze conservativo. Per un corpo di massa m a quota h è

$$E_p = mgh,$$

dove g è l'accelerazione di gravità ($\approx 9,81 \text{ m/s}^2$) e l'origine dell'energia potenziale può essere scelta a piacere, nel punto scelto h sarà uguale a zero.

Questa formula è ricavabile da quella del lavoro della forza peso.

Il lavoro netto compiuto sulle forze risultanti su un corpo è uguale alla variazione della sua energia cinetica e all'inverso della variazione dell'energia potenziale:

$$L = \Delta E_c$$

$$L = -\Delta E_p$$

Quando le forze sono conservative (es. la forza peso), e quindi il lavoro necessario non dipende dal percorso seguito, ma solo dal punto iniziale e da quello finale, è possibile associare loro un'energia potenziale e riscrivere l'equilibrio energetico in termini di conservazione dell'energia meccanica.

La legge di conservazione dell'energia meccanica dice che, se sulle masse agiscono solo forze conservative (o se il lavoro delle forze non conservative è trascurabile), la somma di energia cinetica e potenziale resta costante:

$$E_{\text{mecc}} = E_c + E_p = \text{costante.}$$

E quindi:

$$E_{c1} + E_{p1} = E_{c2} + E_{p2}$$

In cui 1 e 2 indicano due momenti differenti nel tempo e nello spazio del corpo.

Materiali:

- -Pendolo (che ha come massa una palla da biliardo)
- -Supporto
- -Sensore di velocità
- -Goniometro
- -Flessometro
- -Calibro
- -Bilancia

Procedimento:

- Misurare tramite una bilancia la massa della palla da biliardo (0,12179kg), la lunghezza del filo del pendolo (0,257m) tramite il flessometro ed il diametro della palla (0,044m) con il calibro;
- Si ricava il raggio della palla dividendo il diametro per 2 (0,044m/2 = 0,022m);
- Tramite il goniometro ci si assicura che l'angolo di lancio sia di 30°;
- Si accende il sensore, che permette di misurare la velocità, e si lascia la palla da biliardo;
- Si ripete questo procedimento con lo stesso angolo per tre volte, calcolando poi la velocità media;
- Si ripete il medesimo procedimento con un angolo di 45°;

I dati ottenuti sono nella seguente tabella:

angolo	V ₁	V ₂	V ₃	V _m
30°	0,94m/s	0,93m/s	0,93m/s	0,93m/s
45°	1,36m/s	1,34m/s	1,32m/s	1,34m/s

- Per dimostrare la legge di conservazione dell'energia meccanica totale è necessario che la seguente equazione sia vera:

$$E_{c1} + E_{p1} = E_{c2} + E_{p2}$$



- E quindi che:

$$\frac{1}{2}mv_1^2 + mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2 + mgh_2$$

- Nel caso specifico v_1 è uguale a zero, dato che la pallina parte da ferma e h_2 è uguale a zero dato che è il punto più basso da cui passa la pallina e viene scelto come valore in cui h è zero. Dunque:

$$mgh_1 = \frac{1}{2}mv_2^2$$

- L'unico dato che manca è h_1 che è possibile ricavare tramite le formule della trigonometria. Infatti, h_1 è uguale alla differenza tra la lunghezza totale del filo sommato al raggio della pallina e la proiezione del punto di partenza della pallina sul filo quando questo è perpendicolare al suolo. Questo secondo dato è possibile ricavarlo tramite il coseno dell'angolo di inclinazione del pendolo moltiplicato per la lunghezza del filo sommato al raggio della pallina. L'equazione diventa dunque:

$$mg[(l + r) - (l + r)\cos(\alpha)_1] = \frac{1}{2}mv_m^2$$

- Sostituendo con i valori nel primo caso:

$$0,12179kg * 9,8m/s^2 [(0,257m + 0,022m) - (0,257m + 0,022m)\cos(30^\circ)] = \frac{1}{2} * 0,12179kg * 0,93m^2$$

- Che diventa:

$$0,045J = 0,053J$$

- Il cui scarto percentuale tra i due membri dell'equazione è del 15%.
- Nel secondo caso:

$$0,12179kg * 9,8m/s^2 [(0,257m + 0,022m) - (0,257m + 0,022m)\cos(45^\circ)] = \frac{1}{2} * 0,12179kg * 1,34m^2$$

- Che diventa:

$$0,098J = 0,11J$$

- Il cui scarto percentuale tra i due membri dell'equazione è del 11%.

Conclusioni:

L'esperimento si può considerare parzialmente riuscito dato che tra i valori in entrambi i casi è presente uno scarto percentuale non trascurabile, ma comunque non eccessivo. La differenza nelle misure è imputabile ad errori sperimentali, come quello di parallasse, dovuti alla mancanza di esperienza degli sperimentatori, od ad errori dovuti all'obsolescenza dei materiali utilizzati.

