

Esperienza

10•F ENERGIA GRAVITAZIONALE ED ENERGIA CINETICA CON ROTAIA A CUSCINO D'ARIA

L'obiettivo di questa esperienza consiste nello studiare il moto di un corpo in discesa in assenza di attrito su un piano inclinato a lunghezza e inclinazione variabile. I calcoli eseguiti consentiranno di confrontare l'energia cinetica finale del corpo con la variazione della sua energia potenziale gravitazionale.

Materiali e strumenti

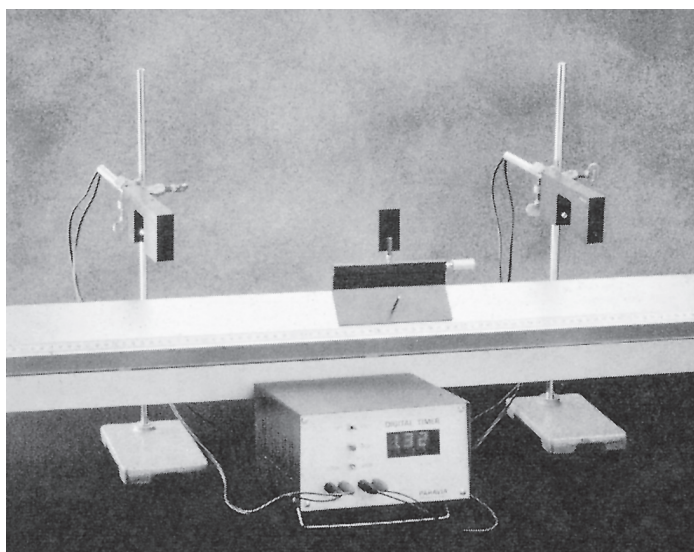
- rotaia a cuscino d'aria con dispositivo di sgancio con elettrocalamita
- slitta con bandierina
- fotocellula collegata a cronometro elettronico o computer per misurare il tempo
- spessori per consentire di inclinare la rotaia
- metro avvolgibile
- righello (o calibro)
- bilancia

Procedimento

Descrizione apparecchiatura

L'apparecchiatura che è riprodotta in figura è costituita da una rotaia, a sezione triangolare o rettangolare, dentro alla quale si invia aria compressa. L'aria fuoriesce dalla parte superiore della rotaia, che presenta dei piccoli fori disposti regolarmente. Un corpo (detto slitta o carrello) è appoggiato sulla rotaia e costituisce l'oggetto di cui si intende studiare il moto. Il sottile strato d'aria che si forma sotto la slitta fa sì che essa possa scorrere sulla rotaia con attrito trascurabile.

La misura del tempo si ottiene con un dispositivo elettronico comandato dall'interruzione di un fascio di luce intercettato dalla bandierina posta sulla slitta.



Misure preliminari

massa della slitta dotata di bandierina: $m =$ _____
 larghezza della bandierina posta sulla slitta: $l_{\text{ban}} =$ _____
 altezza di uno spessore: $h_s =$ _____
 distanza fra i punti d'appoggio della rotaia: $l =$ _____

Calcolate l'inclinazione della rotaia con un solo spessore:

$$i = h_s / l = \text{_____}$$

Usando due o tre spessori uguali, l'inclinazione sarà doppia, tripla e così via.

Determinazione della velocità istantanea

Per eseguire le misure dovete:

- mettere la rotaia in posizione orizzontale e poi inclinarla ponendo uno spessore sotto uno dei punti d'appoggio;
- porre la slitta in cima alla rotaia in modo che sia trattenuta dall'elettrocalamita;
- posizionare la fotocellula a una distanza predeterminata dalla slitta l . Dato che la larghezza della bandierina non è trascurabile, per evitare un errore sistematico la distanza deve essere misurata partendo dall'estremità anteriore della bandierina, con la slitta nella posizione iniziale, fino alla metà della bandierina, con la slitta nella posizione finale;
- disattivare l'elettrocalamita e determinare il tempo di oscuramento della fotocellula dovuto al passaggio della bandierina.

Ripetete più volte le misure.

→ Tabella dei dati del gruppo

Prova	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	8 ^a	9 ^a	10 ^a	Valore medio
t (s)											

Calcolate la velocità istantanea facendo il rapporto tra la larghezza della bandierina (l_{ban}) e il tempo di oscuramento:

velocità istantanea finale:

$$v = \Delta s / t_m = l_{\text{ban}} / t_m = \text{_____}$$

Determinazione dell'energia potenziale e dell'energia cinetica

- Ripetete le misure modificando la distanza l (per esempio : 0,25 m, 0,50 m, 0,75 m, 1,00 m).
- Ripetete le misure raddoppiando lo spessore e quindi l'inclinazione della rotaia.

Per completare la tabella riportata di seguito dovete svolgere i seguenti calcoli:

altezza da cui è scesa la slitta $h = i \cdot l$

energia potenziale gravitazionale iniziale ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$) $E_{\text{pg}} = m \cdot g \cdot h$

energia cinetica finale $E_{\text{cin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$

→ Tabella dei dati di tutti i gruppi

Spessore (m)	i	l (m)	h (m)	m (kg)	t_m (s)	V (m/s)	E_{pg} (J)	E_{Cin} (J)

La rotaia a cuscino d'aria

La rotaia a cuscino d'aria, eliminando quasi completamente l'attrito tra il corpo in movimento e la rotaia stessa, permette la verifica di principi della fisica, riguardanti il moto, in condizioni quasi ideali.

Le caratteristiche e gli accessori sono riportati di seguito.

- La rotaia può essere utilizzata orizzontalmente: se l'inclinazione è nulla la slitta deve rimanere ferma in qualunque posizione. Si può controllare ancor meglio lanciando la slitta e verificare che la sua velocità sia costante in entrambi i versi.
- La rotaia può essere utilizzata leggermente inclinata: ciò si può facilmente ottenere partendo con la rotaia orizzontale e sollevandola da un lato con piccoli spessori di altezza nota.
- La slitta può essere trainata da pesetti, posti su un apposito piattello portapesi, tramite un filo e una carrucola. In questo caso è utile che i pesetti possano essere caricati sulla slitta per mantenere costante la somma delle masse.
- Una riga tarata, solidale con la rotaia, permette di misurare la distanza percorsa dalla slitta. Una riga scorrevole permette di modificare la posizione dell'origine.
- La massa della slitta, per esempio di 100 g, può essere aumentata caricandola con masse campione, anch'esse di 100 g.
- Un dispositivo di sgancio permette di trattenere la slitta finché non è premuto il pulsante che disattiva un'elettrocalamita.
- Un dispositivo a molla, tipo «flipper», permette il lancio della slitta in condizioni ripetibili.
- Per le misure dell'intervallo di tempo si utilizzano fotocellule collegate a un cronometro elettronico o, meglio, a un computer. È opportuno ripetere più volte ciascuna misura per stimarne l'incertezza.
- Una «bandierina» rettangolare inserita sulla slitta intercetta un fascio di luce e dà al computer il segnale di via o di fine misura. Il via può essere anche determinato dal pulsante dell'elettrocalamita.
- Si possono ottenere misure di velocità media facendo il rapporto fra la distanza tra due fotocellule (oppure tra la partenza e una fotocellula) e il tempo impiegato dalla slitta a percorrere tale distanza.
- Si possono ottenere misure di velocità istantanea ponendo le due fotocellule a distanza sufficientemente piccola oppure, più semplicemente, facendo il rapporto fra la larghezza della bandierina, che in questo caso deve essere piccola, e il tempo di oscuramento di una sola fotocellula.

- La velocità istantanea al termine di un moto uniformemente accelerato con partenza da fermo può essere anche più facilmente determinata moltiplicando per 2 la velocità media.

Con la rotaia a cuscino d'aria e gli accessori indicati è possibile effettuare una serie di esperienze per verificare il principio di conservazione dell'energia meccanica. In tutti i casi si valuta l'energia della slitta prima e dopo una trasformazione fra due dei tre tipi di energia meccanica.

DOMANDE

- 1 Quali misure hanno maggiore incidenza sull'incertezza dei risultati?
- 2 Tenendo conto degli errori sperimentali, che cosa emerge dal confronto dell'energia potenziale iniziale con l'energia cinetica finale?
- 3 La relazione tra energia potenziale ed energia cinetica varia al variare della lunghezza l considerata?
- 4 La relazione tra energia potenziale ed energia cinetica varia al variare dell'inclinazione della rotaia?