

Determinazione del coefficiente di attrito dinamico

Obiettivo

Ricavare il coefficiente di attrito dinamico tra diversi materiali mediante considerazioni energetiche

Materiale occorrente

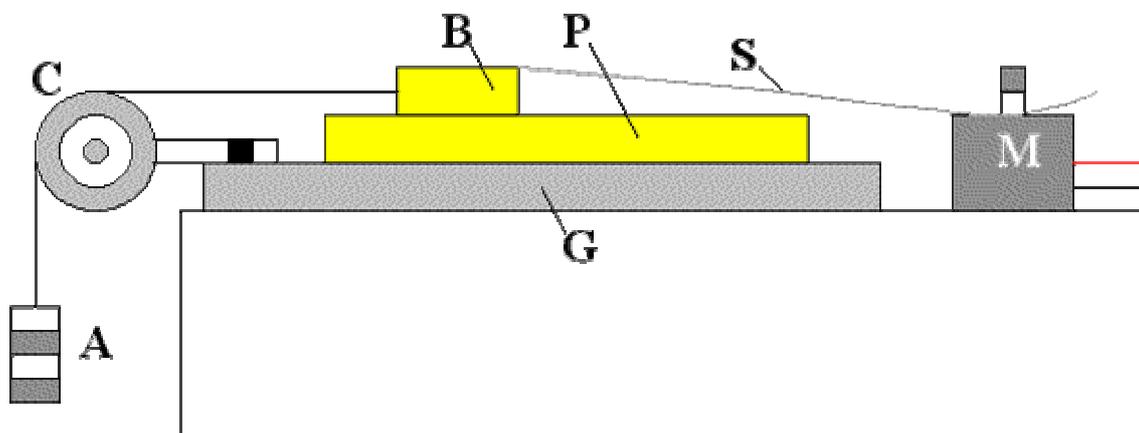
Guida metallica G, pedana P di legno verniciato, blocco B di legno verniciato con panno e plexiglas, carrucola C, filo, pesi A da appendere al filo, striscia di carta carbone S, marcatempo elettromagnetico M, trasformatore, deviatore (*vedi fig.*)

Procedimento

Si disponga la guida metallica G sul banco, trattenendola per impedire che scivoli sul banco. Si faccia in modo che un'estremità della guida corrisponda al bordo del banco, e si connetta ad essa una carrucola C disposta orizzontalmente. Si sistemi sulla guida la pedana P di legno verniciato, e su di essa il blocco B. Si colleghi il portapesi A da 25 grammi al carrellino tramite un filo che deve scorrere sulla carrucola; il portapesi A andrà caricato con i pesetti in modo tale che il blocco parta nell'esatto istante in cui la zavorra è lasciata libera di cadere, altrimenti anziché l'attrito dinamico si misurerà quello statico. Si disponga il marcatempo elettromagnetico M all'estremità opposta della guida rispetto alla carrucola, e lo si connetta al trasformatore da 6 Volt, eventualmente tramite l'interruttore, prestando attenzione ad evitare corti circuiti.

Si colleghi quindi al blocco B una striscia S di carta carbone di lunghezza opportuna, facendola scorrere tra le guide del marcatempo in modo che si trovi sotto il martelletto di quest'ultimo; si ponga attenzione affinché, quando il carrellino percorre la guida, la striscia non si pieghi tra le guide del marcatempo. Affinché il blocco B non parta anzitempo, occorre trattenerlo con le mani.

Quando tutto è pronto, lasciare il carrellino libero di muoversi nello stesso istante in cui si fa partire il marcatempo. Quest'ultimo lascerà sulla carta carbone tutta una serie di punti, che permetteranno di valutare velocità ed accelerazione del carrellino, secondo le modalità già seguite durante le esperienze per verificare le leggi del moto rettilineo uniforme ed uniformemente accelerato.



L'esperienza va ripetuta almeno tre volte, per sincerarsi che i risultati ottenuti siano attendibili. Dopo averla effettuata appoggiando il blocco B sulla pedana P dalla faccia più ampia, è conveniente ripeterla appoggiandolo sulla faccia più stretta e ripetere le misurazioni, onde dimostrare che l'attrito è indipendente dalla superficie di appoggio. Successivamente l'esperienza andrà ripetuta appoggiando sulla pedana il lato con il panno (attrito maggiore) e con il plexiglas (attrito minore), così da poter confrontare i diversi valori ottenuti nei tre casi.

Elaborazione dei dati

Anzitutto si ricava la velocità del sistema suddividendo la striscia di carta carbone nei soliti tratti contenenti cinque punti, e corrispondenti ciascuno a 0,1 s. Se il tratto considerato per lo scorrimento del blocco è piuttosto breve, esso si muoverà approssimativamente di moto uniforme, per cui i tratti risulteranno avere tutti uguale lunghezza: in questo caso, la forza d'attrito annulla completamente la forza trainante della gravità. Come già eseguito nell'esperienza relativa alle leggi del moto rettilineo uniforme, si esegue la divisione $v = \Delta s / \Delta t$ per ogni tratto, poi se ne esegue la media e si trova la velocità v , del blocco. È poi possibile calcolare l'energia cinetica del sistema blocco + pesi attraverso la formula:

$$E_c = \frac{1}{2} (M + m) v^2 \quad (1)$$

dove m è la massa del portapesi ed M è quella del blocco. Successivamente si ricava l'energia potenziale $U = m g h$ posseduta dal portapesi all'inizio della caduta (la "fonte di energia" del sistema) ed il lavoro L_a delle forze di attrito, dato ovviamente dalla differenza tra l'energia potenziale messa a disposizione dalla gravità e l'energia effettivamente convertita in movimento. Il coefficiente di attrito dinamico μ_d legno verniciato su legno verniciato si ricaverà infine mediante la facile formula:

$$L_a = F_a h = \mu_d M g h$$

Alla fine conviene tabulare tutti i dati nel seguente modo:

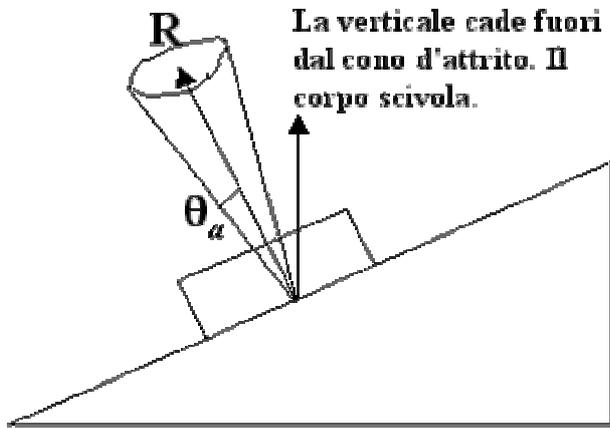
# prove	U [J]	t [s]	v [m s ⁻¹]	E _c [J]	L _a = U - E _c [J]	μ_d
Prima						
Seconda						
Terza						

Osservazione. Se il tratto percorso dal blocco fosse più lungo, il moto risulterebbe uniformemente accelerato, come si verifica sperimentalmente. Allora, a partire dalle leggi del moto uniformemente accelerato nelle quali si ponga $v_0 = 0$, si ricava immediatamente $v = 2 h / t$. In essa, h è lo spazio percorso, valutabile sulla striscia di carta o mediante un'asta graduata posta accanto alla pedana di legno, e t è il tempo impiegato a percorrerlo, a sua volta ottenuto grazie al prodotto del numero di spazi ottenuto sulla striscia per 0,02 secondi che, come si ricorderà, è l'intervallo di tempo intercorso

tra due battiti successivi del marcatempo. In tal caso, questa è la velocità da introdurre nella formula (1) per il calcolo dell'energia cinetica.

Determinazione del coefficiente di attrito statico

È possibile eseguire un interessante confronto misurando anche il coefficiente di attrito statico μ_s tra gli stessi materiali. Questa misura si può effettuare in modo semplice



attraverso la valutazione dell'apertura del cosiddetto "*cono d'attrito*": se, inclinando la pedana P di legno, la verticale rimane all'interno del cono d'attrito, che ha per asse la reazione vincolare R esercitata sul blocco B ed ampiezza pari a θ_a , esso rimane fermo; non appena la reazione vincolare esce dal cono, esso si mette in moto (vedi disegno a sinistra). La relazione tra coefficiente d'attrito statico μ_s e l'angolo θ_a è la seguente:

$$\mu_s = \operatorname{tg} \theta_a$$

Si tratta allora di ripetere numerose volte, nelle stesse condizioni, l'esperienza che consiste nell'inclinare lentamente la pedana, finché il blocco non si mette in moto. Per valutare l'inclinazione (cioè θ_a) basta segnlarla su un foglio verticale tenuto parallelamente alla pedana, e misurarla subito dopo con un goniometro. Alla fine il coefficiente d'attrito statico dovrebbe risultare nettamente maggiore di quello dinamico.

Suggerimenti per osservazioni

- Perché per calcolare la velocità mediante la formula (1) occorre considerare costante la forza di attrito?
- Provate a valutare l'accelerazione a con cui si muove il sistema blocco + pesi. Essa è uguale o no all'accelerazione di gravità g ? È maggiore o minore? Perché?
- Perché l'energia potenziale del sistema blocco + pesi è maggiore e non uguale all'energia cinetica?
- Tutte le forze considerate sono conservative oppure no?
- Perché si parla di attrito dinamico e non di attrito statico? Perché è necessario che il blocco si metta in moto non appena noi lasciamo andare il portapesi?
- In che unità si misura il coefficiente di attrito?
- Il coefficiente di attrito dinamico trovato è una caratteristica del legno utilizzato oppure no? Perché esso è maggiore del coefficiente di attrito statico?

Rev.	Data
0	22.10.2002
Rev.	Data
1	4.10.2004