

Guida all'uso dell'apparecchio e discussioni didattiche

Per dimostrare la seconda legge di Newton e per stabilire il concetto di massa inerziale $M=F/a$, si devono misurare sia la forza F sia l'accelerazione a . Per la misura dell'accelerazione vi sono in commercio eccellenti apparecchi, per esempio la smart pulley, non così per la misura della forza con cui è trascinato il corpo. Eppure le fotocopie allegare, tratte dai migliori testi di fisica in uso nelle scuole secondarie superiori, mostrano come l'esigenza della misura di F sia sentita.

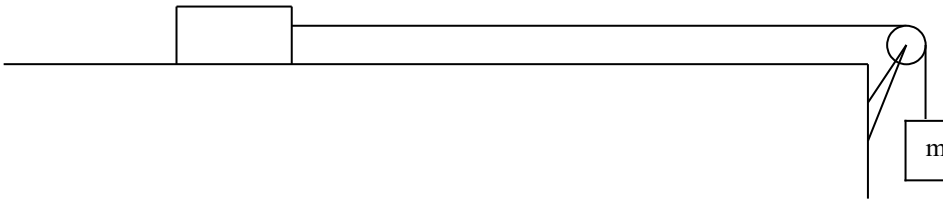


Fig.1

Questa forza di solito è prodotta da una massa appesa m , che trascina un corpo di massa M su una rotaia ad aria, come in figura. Premesso che tale forza è $P=mg$ quando M è tenuta ferma e che diventa $F=MP/(M+m)$, quando M è lasciata andare, ho rilevato che gran parte delle ditte produttrici di apparecchiature didattiche rispondono all'esigenza di misurare F raccomandando di tenere $M \gg m$ con il malcelato intento di rendere la differenza fra P e F piccola, nascosta sotto l'errore sperimentale, in modo che si possa usare P in luogo di F . "Far venire gli esperimenti", confidando che lo studente, a causa della sua scarsa conoscenza teorica, non si accorga del trucco, è un metodo che non posso condividere.

Altre (poche) ditte propongono invece di spostare parti di massa da M a m in modo che la massa del sistema sia costante. Questo procedimento teoricamente è correttissimo ma la scelta didattica è discutibile: in tal modo si presume la conoscenza della seconda legge di Newton e del concetto di massa inerziale, che è quanto si deve stabilire. In effetti il metodo va manifestamente contro l'impostazione didattica desumibile dalle fotocopie dei testi allegati.

Che io sappia, la risposta alla necessità di misurare forze costanti su oggetti in moto è parzialmente risolta in pochissimi laboratori superattrezzati dove viene collocato un anello di gomma fra il filo che trascina il corpo e il corpo trascinato Fig. 2. Durante l'esperimento l'anello viene fotografato con metodo stroboscopico e la comparazione delle immagini permette di mostrare come la forza di trazione sia costante. Con tale sistema però se la massa traente m non è piccolissima rispetto a M sorgono oscillazioni. Comunque io non ho mai visto un tale dispositivo se non in filmati. La figura che riporto l'ho tratta da un testo di fisica dell'Amaldi.

Un'altra proposta per la soluzione del problema viene dalla ditta statunitense Pasco: la massa M viene trascinato attraverso un dinamometro con un trasduttore. Il trasduttore è poi collegato a un computer con un filo, che perturba l'esperienza. Il filo è inevitabile: io stesso ho calcolato che l'informazione è troppo intensa per essere inviata tramite onde elettromagnetiche. Inoltre il passaggio istantaneo da F a P induce oscillazioni armoniche, che durano per tutta la fase di trazione, a cui la ditta non ha rimediato.

Il dispositivo che propongo permette di misurare la forza in parola, di mostrare che essa resta costante durante la trazione ed elimina le oscillazione dovute al brusco cambiamento di P in F , (anche con M e m dello stesso ordine di grandezza o addirittura con $m > M$).

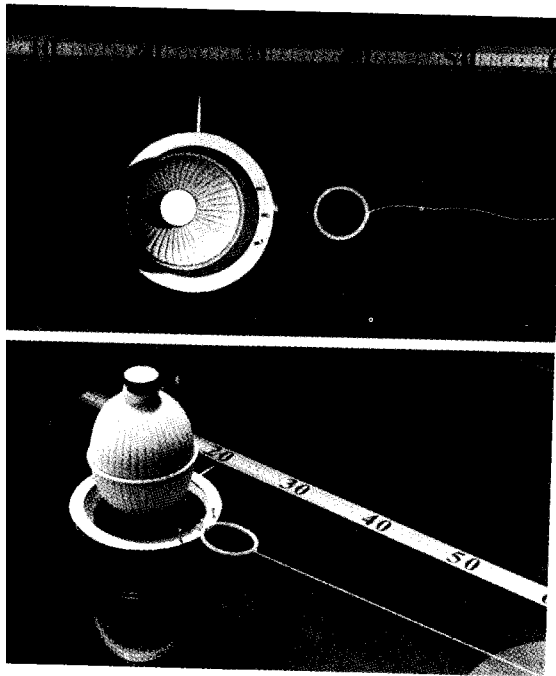


Figura 5.11. Il disco a ghiaccio secco è trainato mediante una forza applicata attraverso la cordicella. Si può essere certi che la forza è costante nel tempo quando la deformazione dell'elastico interposto tra il disco e la cordicella resta sempre la stessa.

Fig. 2

Anche per dimostrare completamente la **legge dell'attrito** si ha la necessità di misurare la forza su un oggetto in moto. Infatti quasi tutte le case costruttrici di apparecchiature didattiche propongono un piano ad inclinazione variabile su cui porre un corpo. In tal modo si misura solo la forza di stacco F_s , da cui si può ricavare il coefficiente di attrito statico ma non la forza F_d necessaria a mantenere il corpo in moto uniforme, che permette di calcolare il coefficiente di attrito dinamico. Con il mio dispositivo si possono misurare ambo le forze F_s e F_d e mostrare che F_d è costante durante la trazione.

Il dispositivo che ho fatto costruire, che uso, funziona regolarmente, può essere fissato a qualunque apparato (slitta per rotaia ad aria, carrello, corpi per misurare gli attriti) già presente nei laboratori.

Misura della forza durante l'esperienza della seconda legge di Newton.

Si pensi di operare con una slitta su una rotaia ad aria, come in Fig.2.

1. Si tiene ferma la slitta con il filo in trazione e m sollevata. Si avvolge il nastro 4, facendo ruotare manualmente una paletta, in tal modo il lato orizzontale dell'anello 3, detto barretta, si solleva dalla base del dispositivo. Si attacca la carta adesiva su questa base, si inchiostra la barretta e si lascia libera la paletta di girare. Il nastro si srotola e la barretta cade sulla carta lasciando il segno A. Se si guarda al dinamometro vi si legge la forza P.
2. Si lascia andare la slitta. La forza diminuisce da P ad F e la slitta arretra. Essa tira il nastro 4 che mette in rotazione le palette 6. L'arretramento è lento perché l'aria resiste alla rotazione delle pale. In tal modo si evitano le oscillazioni armoniche prodotte dal rilascio della molla del dinamometro. Inoltre la tensione del nastro solleva la barretta durante il suo arretrare e impedisce che essa strisci sulla carta inchiostRANDOLA. Raggiunto l'equilibrio fra la

forza elastica e quella traente, la slitta cessa di arretrare, il nastro si distende e la barretta cade formando il segno B.

3. Quando la massa m colpisce il suolo la forza F diventa zero. La slitta1 arretra ulteriormente, il nastro si tende perché fa girare le palette, la barretta si solleva e ricade quando anche la molla non è più tesa, lasciando il segno C.

Note.

La dimensione delle palette non è critica io uso le stesse palette con il dinamometro da 5N, per ogni valore della massa m . Per il dinamometro da 1N uso palette più piccole. Mi regolo che l'anello cada e formi il segno B 10-20 cm dopo che lascio la slitta.

Prima di operare il dinamometro va azzerato per lavorare in orizzontale.

Misura delle forze d'attrito.

Il dispositivo va collocato su un blocchetto che striscia e deve essere trascinato da un argano che assicuri il moto uniforme in luogo del peso della massa m .

1. Il filo inizialmente è disteso e il dinamometro segna la forza zero. Si solleva l'anello, lo si inchiostra e si porta la slitta2 sotto esso. In questa posizione la slitta2 è arretrata ed ha l'anello inchiostrato posto orizzontalmente sopra essa. Si attacca la carta sulla base del dispositivo.
2. Si avvia l'argano. La slitta2 viene spinta in avanti dall'anello. Quando il blocchetto si mette in moto la slitta1 arretra e l'anello cade lasciando il segno E sulla carta. Infatti la forza necessaria F_d per mantenere in moto uniforme il blocchetto è inferiore alla forza F_s necessaria per lo spunto.
3. Finita l'esperienza, ritornando l'anello sul segno E si può leggere F_d e ritornando l'anello sulla slitta2 si può leggere F_s . Infatti la slitta2 è rimasta immobile, nella posizione in cui è stata spinta nella fase di spunto del blocchetto.

Nota.

Il mulinello non serve in questa esperienza: gli attriti impediscono le oscillazioni armoniche.

Il segno E risulta inequivocabile, anche in presenza di piccole sbavature che si producono nella caduta e l'arretramento dell'anello dalla slitta2, infatti la barretta permane su E per tutta la trazione che dura parecchi secondi.

Misura del rapporto massa inerziale massa gravitazionale.

La slitta può essere caricata con corpi a piacere.

1. Sia p il peso della slitta caricata a piacere, quindi
2. misurare il rapporto $i=F/a$ con la slitta così caricata.
3. Calcolare e annotare il rapporto $r=p/i$.
4. Ripetere varie volte, con slitte caricate diversamente, le operazioni 1-2-3.
5. Notare che il rapporto r è una costante. Ovviamente se il peso e la forza sono misurati in newton il rapporto varrà 1.