

G. ALBERINI, A. DELL'ARINGA,
R. GUALTIERI, L. VIONI

Istituto Tecnico Industriale «E. Fermi»,
Mantova

NOTE DI LABORATORIO

a cura di GIULIO CALVELLI

(Per eventuali contributi indirizzare al
curatore - Istituto di Fisica dell'Università -
Via Marzolo 8 - 35100 Padova)

Discesa di un corpo lungo un piano inclinato

Premessa

Nell'unità 1 del «The project physics course» viene descritto in modo sintetico ma preciso un esperimento di dinamica del piano inclinato, tratto da un celebre passo di Galileo Galilei. L'esperienza riveste una duplice importanza: sul piano culturale e storico e su quello didattico. Ripeterlo contribuisce certamente ad avvicinare lo studente alla situazione storica in cui Galileo visse e quindi alla sua opera. Data poi l'estrema semplicità dell'esperimento, esso può essere eseguito in un biennio di scuola superiore sia per lo studio della caduta dei gravi sia per lo studio più in generale della dinamica.

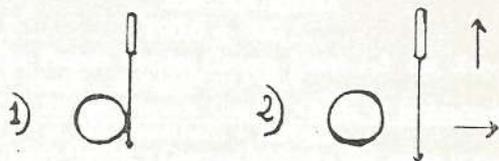
Strumenti adoperati

Tubo di plastica lungo 2,3 m, di diametro 4 cm (tubo in P.V.C. usato in edilizia); morsetti da tavolo; aste metalliche; morsetti a ganasce; metro metallico suddiviso in mm; cacciavite; apparecchio per fleboclisi; cilindro graduato in ml; sferetta di acciaio (per cuscinetti a sfere) di diametro 2 cm.

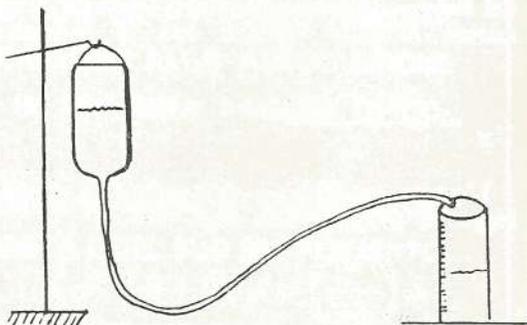
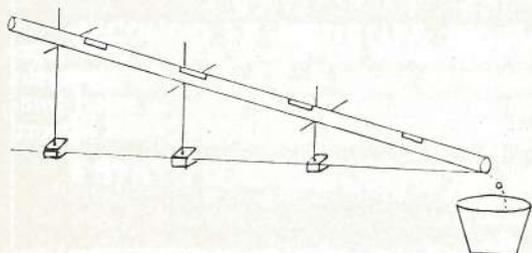
Esecuzione dell'esperimento

Nel tubo di plastica non trasparente sono state ricavate quattro finestrelle distanziate tra di loro di 0,5 m per poter studiare il moto di discesa della sferetta. La sferetta, inserita volta per volta nelle diverse finestrelle, era trattenuta

con la punta di un cacciavite mantenuto perpendicolarmente al tubo. Il cacciavite veniva tolto in modo tale che la sferetta fosse liberata senza spinta o rotazione iniziale (vedere la figura seguente):



Il tempo corrispondente alle quattro distanze percorse era misurato con un orologio ad acqua costituito da un bicchiere per fleboclisi. La scelta di questo strumento è stata fatta al fine di avere un deflusso costante dell'acqua per mezzo della valvola inserita in ogni bicchiere per fleboclisi reperibile come prodotto di scarto di qualsiasi ospedale. Il flusso dell'acqua veniva avviato o fermato con un dito posto all'estremità del tubicino. La sferetta, all'uscita del tubo, veniva raccolta da un cestino per la carta, imbottito di stracci per evitare il rimbalzo e la fuoriuscita della stessa. L'inclinazione del tubo era di circa 30° . Altre esperienze hanno dimo-



strato che per un'inclinazione superiore ai 6° circa, la pallina rotola e striscia. Le misure dei tempi corrispondenti ad ogni valore dello spazio percorso sono state ripetute dieci volte

in ogni gruppo di operatori. Riportiamo i valori sperimentali ottenuti da tre gruppi t_M rappresenta il tempo medio di dieci misure per ogni valore dello spazio in ml di acqua.

	S (m)	t_M (ml _{H2O})	t^2_M (ml ² _{H2O})	$S/t^2_M \left(\frac{\text{m}}{\text{ml}^2_{\text{H}_2\text{O}}} \right)$
Gruppo A	2,000 ± 0,003	11,0 ± 0,5	121 ± 11	0,017 ± 0,002
	1,500 ± 0,003	9,4 ± 0,5	88 ± 9	0,017 ± 0,002
	1,000 ± 0,003	7,7 ± 0,2	59 ± 4	0,017 ± 0,001
	0,500 ± 0,003	5,8 ± 0,2	34 ± 3	0,015 ± 0,001
Gruppo B	2,000 ± 0,003	9,7 ± 0,2	94 ± 5	0,021 ± 0,001
	1,500 ± 0,003	8,7 ± 0,5	76 ± 8	0,020 ± 0,002
	1,000 ± 0,003	7,0 ± 0,5	49 ± 7	0,020 ± 0,002
	0,500 ± 0,003	5,0 ± 0,5	25 ± 5	0,020 ± 0,004
Gruppo C	2,000 ± 0,003	12,1 ± 1,2	146 ± 31	0,014 ± 0,003
	1,500 ± 0,003	11 ± 1	114 ± 21	0,013 ± 0,002
	1,000 ± 0,003	8,4 ± 0,7	71 ± 12	0,014 ± 0,002
	0,500 ± 0,003	5,7 ± 0,7	32 ± 8	0,015 ± 0,002

Calcolo degli errori

Indichiamo con $\varepsilon(S)$ l'errore assoluto su S ; $\varepsilon(t)$ quello su t ; ecc. La posizione iniziale della sferetta è stata determinata a meno di 3 mm per aver dovuto valutare ad occhio la collimazione tra il baricentro della sferetta e la tacca segnata sul tubo di plastica. Poiché il cilindro graduato per la misura dell'acqua defluita era tarato in ml, ad occhio si poteva valutare anche la posizione intermedia (0,5 ml) nelle letture del tempo. L'errore sul tempo medio di dieci misure è stato valutato con la formula:

$$\varepsilon_{t_M} = \frac{t_{\text{Max}} - t_{\text{min}}}{2}$$

L'errore su S/t^2_M è stato valutato con la legge di propagazione degli errori:

$$\varepsilon_r \left(\frac{S}{t^2_M} \right) = \varepsilon_r(S) + \varepsilon_r(t^2_M)$$

da cui

$$\varepsilon \left(\frac{S}{t^2_M} \right) = \varepsilon_r \left(\frac{S}{t^2_M} \right) \cdot \frac{S}{t^2_M}$$

Dato il diverso ordine di grandezza, nella maggior parte dei casi $\varepsilon_r(S)$ è stato trascurato

$$\text{per cui: } \varepsilon_r \left(\frac{S}{t^2_M} \right) \simeq \varepsilon_r(t^2_M) = 2 \cdot \varepsilon_r(t_M)$$

L'inclinazione del tubo di plastica nelle esperienze dei gruppi A, B e C era diversa anche se gli angoli variavano di poco per valori compresi tra 3° e 4° e diversi sono infatti i rapporti

$$\frac{S}{t^2_M}$$

Conclusioni

L'ipotesi iniziale di Galileo che il moto di discesa lungo una rotaia, in assenza di attrito, fosse uniformemente accelerato, lo portava alla

conclusione che $S = \frac{1}{2} at^2$ e che quindi

$$\frac{S}{t^2} = K = \frac{1}{2} a.$$

I risultati sperimentali ottenuti per piccoli valori dell'angolo d'inclinazione della rotaia (del tubo), confortano l'ipotesi iniziale. Il rapporto

$\frac{S}{t^2}$ è costante ed è diverso se si cambia

l'inclinazione della rotaia. Un'ulteriore esecuzione dell'esperienza con mezzi più raffinati (rotaia a cuscinio d'aria, macchina fotografica, ecc.) consente di mettere in relazione l'angolo d'inclinazione della rotaia con l'accelerazione del moto della sferetta. Si osserva così che all'aumentare dell'angolo d'inclinazione aumenta il valore dell'accelerazione. È quindi plausibile l'ulteriore ipotesi che Galileo fece « ...Già che dunque me ne date licenza, considerisi in primo luogo, come effetto notissimo,

che i momenti o le velocità d'un stesso mobile son diverse sopra diverse inclinazioni di piani, e che la massima è per la linea perpendicolare sopra l'orizzonte elevata, e che per l'altre inclinate si diminuisce tal velocità, secondo che quelle più dal perpendicolo si discostano, ... » (Discorsi intorno a due nuove scienze. Giornata terza). Un'interessante applicazione didattica, attuabile anche in un biennio di Istituto tecnico industriale, è quella di ricavare il valore dell'accelerazione di gravità g da questa esperienza con la rotaia inclinata di diversi angoli. Es-

sendo $a = \frac{h}{l} g$ lungo la rotaia, g risulterà dalla

pendenza della retta nel grafico $\left(a, \frac{h}{l}\right)$.

BIBLIOGRAFIA

- The Project Physics Course. Unità 1-3. Ed. Zanichelli - Bologna.
 The Project Physics Course. Guida al laboratorio 1-3. Ed. Zanichelli - Bologna.
 Galileo Galilei, « Discorsi intorno a due nuove scienze » (Giornata terza) U.T.E.T. Torino.

AVVISO PER I SOCI

SI INVITANO TUTTI I COLLEGGI CHE NON LO AVESSERO ANCORA FATTO A RINNOVARE LA LORO ISCRIZIONE ALLA ASSOCIAZIONE SECONDO LE MODALITÀ INDICATE IN SECONDA PAGINA DI COPERTINA.

SI INFORMA CHE, A PARTIRE DA QUESTO NUMERO, AI SOCI MOROSI È STATO SOSPESO L'INVIO DELLA RIVISTA E DEL SUO SUPPLEMENTO.