Esperienza di laboratorio n. 1

Titolo dell’esperienza: LA LEGGE DI HOOKE

Gruppo di lavoro:

Scopo dell’esperienza:

Verifica della legge di Hooke, calcolo del valore dell’accelerazione di gravità “**g**” e calcolo della massa della Terra.

Materiali:

Qui di seguito è indicata la <u>lista dei materiali necessari per l’esperienza nel **nostro laboratorio** e la collocazione in vetrina degli stessi</u>:

Materiali	Vetrina (colonna/ripiano)	Altro
Due aste di acciaio		
una molla		
piattello porta – pesi		
varie masse di valore pari a 10g, 25 g, 50g		
metro snodabile		
cronometro manuale al centesimo di secondo		
bilancia digitale al decimo di grammo		

Introduzione:

La formulazione della legge sulle forze elastiche si deve al fisico inglese R. Hooke (1635-1703), il quale stabilì che la forza elastica è direttamente proporzionale all'intensità della deformazione (sempre per valori inferiori al limite di elasticità) ed è sempre opposta a quella che provoca la deformazione stessa. L’ allungamento della molla a cui è agganciata una massa m (figura n.1), è maggiore quanto più grande è la forza con cui essa viene tirata. Secondo la legge di Hooke, il modulo della forza elastica è dato dall'espressione:

$$mg = k\Delta l \qquad (1)$$

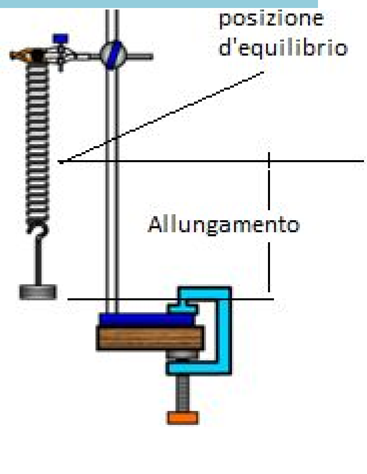


figura n.1

dove m la massa del corpo agganciato, g l’accelerazione di gravità, k la costante elastica della molla, Δl l’allungamento.

Quindi da $\Delta l = \frac{g}{k}$ m, ponendo A = $\frac{g}{k}$, si ha: $k = \frac{g}{A}$ (2)

Se si allontana la massa m dalla sua posizione di equilibrio (figura n.2) a un punto generico di ascissa x la forza di richiamo elastica produrrà un moto armonico. La II legge della dinamica è:

$$F = ma = kx \qquad (3)$$

Risolvendo l’equazione differenziale si ottiene la bel nota equazione $x(t) = asen(\omega y + \varphi)$ (4)

dove la pulsazione $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ (5)

E periodo $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$
(6)

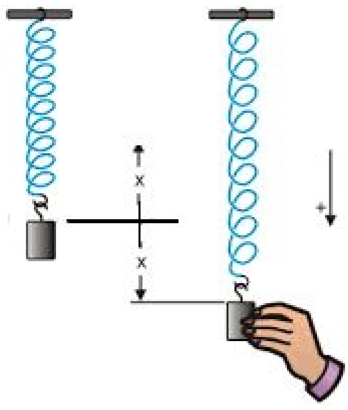


figura n. 2

E conseguentemente $m = \frac{kT^2}{4\pi^2}$ (7)

Ponendo $B = \frac{k}{4\pi^2}$ si ha: $k = 4\pi^2$ B (8)

Uguagliando le espressioni di k ottenute dalla (2) e dalla (3) si ottiene: $\frac{g}{A}$ = $\frac{2\pi^2}{B}$, da cui si ricava il valore di g, cioè: quindi g= $\frac{4\pi^2}{B}A$.

Sulla superficie della Terra la forza di attrazione su un corpo m è F = mg, ma anche tramite la forza di gravitazione universale $F = G\frac{mM}{R^2}$. Uguagliando le due espressioni si ottiene: $M = \frac{R^2 g}{G}$ (9)

Apparato Sperimentale:

Si fissa un morsetto al tavolo e poi su di esso un’asta lunga e tramite un morsetto snodabile un’asta corta. Si appende una molla ad un’estremità all’asta corta e all’altra un piattello porta-pesi dove alloggeranno le varie masse. Per misurare l’allungamento si utilizza un’asta di metallo su cui è incollato un centimetro cartaceo e un cronometro per le oscillazioni. (vedi figura n.3)

Metodo di misura:

Prima attività:

1) Pesare con la bilancia elettronica le varie masse e registrare su un foglio di lavoro i valori con la loro incertezza;

2) appendere il porta-pesi scarico e registrare l'allungamento (differenza tra la posizione dell'indice della molla con solo il piattello e quella di equilibrio) sulla **tabella n. 1**;

3) porre sul piattello la massa minore, registrare la nuova posizione dell'indice e registrare il conseguente allungamento;

4) aggiungere una seconda massa al piattello, misurare a partire dalla nuova posizione l'ulteriore allungamento e registrare i dati ancora nella **tabella 1**;

5) ripetere la stessa procedura fino ad esaurire tutte le masse a disposizione. (N.B. Per ottenere più punti sperimentali si possono combinare le viarie masse).

Seconda attività:

6) appendere la prima massa al piattello e avere cura questa volta di misurare la massa complessiva (massa appoggiata + massa piattello), allontanare il porta-pesi dalla posizione di equilibrio e misurare almeno 10 oscillazioni. Ripetere almeno cinque volte la misura e registrare nella tabella n. 2 il valore della massa oscillante e il tempo medio di 10 oscillazioni. Dividere per 10 per ottenere il periodo medio.

Tabella n.1

Numero di prove	Allungamento X (cm)	Incertezza Allungamento ΔX (cm)	Massa agganciata M (g)	Incertezza Massa (g)
1	1,3	0,2	25,4	0,1
2	2,4	0,2	50,8	0,1
3	3,8	0,2	76	0,1
4	5	0,2	101,4	0,1
5	6,2	0,2	126,1	0,1
6	7,5	0,2	151,5	0,1

8) aggiungere una ulteriore massa ripetere la misura del tempo di 10 oscillazioni e riportare i valori della massa e del tempo sulla **tabella n.2** (riportata in seguito).

9) Ripetere la procedura più volte.

Tabella n.2

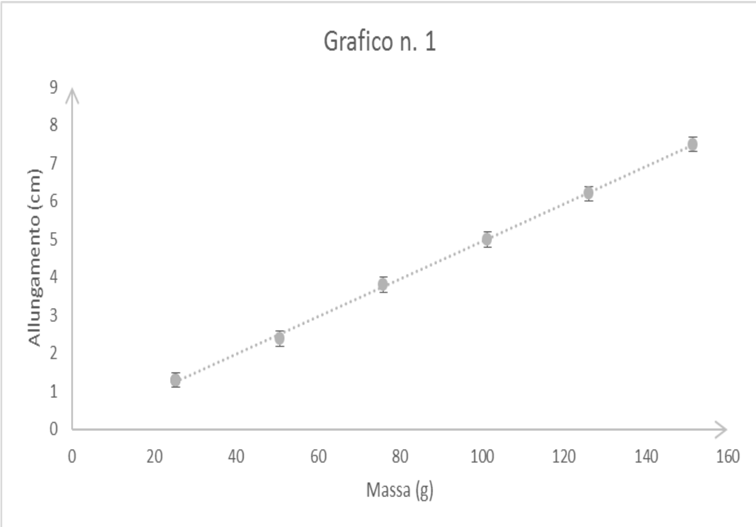
Numero di prove	periodo T (s)	Incertezza periodo ΔT (s)	periodo al quadrato T^2 (s^2)	Incertezza periodo al quadrato ΔT^2 (s^2)	Massa agganciata M (g)	Incertezza Massa (g)
1	0,35	0,01	0,1225	0,007	50,9	0,1
2	0,41	0,01	0,1681	0,0082	76,3	0,1
3	0,48	0,01	0,2304	0,0096	101,5	0,1
4	0,52	0,01	0,2704	0,0104	126,9	0,1
5	0,56	0,01	0,3136	0,0112	151,6	0,1
6	0,6	0,01	0,36	0,012	177	0,1
7	0,56	0,01	0,3136	0,0112	176,4	0,1

Analisi dei dati

Per analizzare i dati si faccia uso del foglio elettronico Excel. Aprire una pagina Excel nella quale si riportano i risultati ottenuti e si calcolino i valori del quadrato del periodo. (vedi tab.1 e tab.2).

Dalla tabella 1 si costruisca un grafico (si veda grafico n.1) con Excel (vedi appendice n.1) riportando in ordinate gli allungamenti e in ascisse le masse. Dalla funzione regressione lineare di Ecel (si veda appendice n.2) si calcoli il coefficiente angolare A = $\frac{g}{k}$, (si veda la (2))e la sua incertezza A e ΔA . Si ha:

A = (0,0490 ± 0,0006) $\frac{cm}{g}$



Dai dati della tabella n.2 si costruisca il grafico riportando in ordinate i valori del quadrato del periodo e in ascisse le masse. (Si veda grafico n.2)

Con la funzione regressione lineare di si calcolino i valori di B (si veda la [8]) coefficiente angolare della retta e la sua incertezza Δ B.

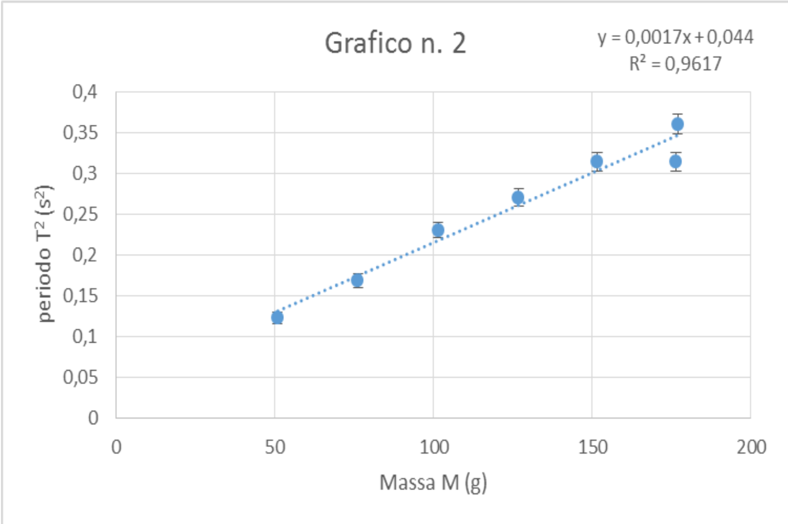
B = (0,00189± 0,00006) $\frac{s^2}{g}$

Si può calcolare il valore di g= $\frac{4\pi^2}{B}A = \frac{4\,x\,(3{,}14)^2}{0{,}00189}x\,0,0490$ = 1033 $\frac{cm}{s^2}$ = 10,33 $\frac{cm}{s^2}$

E $\frac{\Delta g}{g} = \left(\frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}\right)$ quindi $g = \left(\frac{A}{A} + \frac{B}{B}\right)g = \left(\frac{0{,}0006}{0{,}0490} + \frac{0{,}00006}{0{,}00189}\right)\cdot 10,33 = 0,3\frac{m}{s^2}$

In definitiva: $g = (10,3 \pm 0,3)$ con un errore percentuale di $\cong 3\%$.

Per la misura della massa della Terra prendiamo i valori per la costante di gravitazione



G = 6,67 × 10^{-11} **N** m² / **kg²** e per il raggio terrestre R = 6.371 km esenti da incertezze.

$M_{Terra} = (6,3 \pm 02) \bullet 10^{24} kg$ per mezzo della formula (9) e per incertezza $\frac{\Delta M_T}{M_T} = \frac{\Delta g}{g}$.

Sitografia per simulatori: