

## La molla giocattolo

In questa prova utilizzeremo una molla che è capace, tra l'altro, di scendere le scale e di fare altre cose divertenti. Noi però la useremo in maniera... più seria!

- 1) Per prima cosa prendi nota del numero di spire che compongono la molla. Poi piega una delle due spire situate all'estremità come è indicato alla voce "molla giocattolo" nell'elenco dei materiali. Fissa il righello, lasciandolo sporgere un po', al piano della sedia posta sopra il tavolo, per mezzo del nastro adesivo. Infila la molla nel righello lasciandone pendere solo una parte, non più dei due terzi delle spire. Il gancio va in basso e servirà per appendere alla molla le rondelle di massa nota. Servendoti ancora di nastro adesivo, fissa il metro di carta (dalla parte dello zero) sul righello; il metro, opportunamente appesantito con i fermagli per renderlo "a piombo", permette di rilevare le posizioni  $y$  delle varie spire (vedi figura 1). Per facilitare le letture sul metro, fa' in modo che la sua graduazione sia a contatto con la molla e che si trovi dietro la molla stessa rispetto ai tuoi occhi.
  - a) - Ricava sperimentalmente la funzione  $\Delta y = f(n)$ , dove  $\Delta y$  è la lunghezza assunta in direzione verticale dalla singola  $n$ -esima spira con molla scarica, ed  $n$  è il numero di spire sottostanti (vedi Figura 1).
  - b) - Determina la massa della molla con la minor incertezza possibile.
- 2) In questa seconda fase, la molla andrà sospesa in posizione ribaltata rispetto alla precedente. Fai passare la spira senza gancio, quella che sarà all'estremità più bassa della molla, attorno al bordo del bicchierino, per sorreggerlo, e serviti di un po' di nastro adesivo per fissarla meglio. Infila poi nel bicchierino le due cannucce a croce. Quando la molla oscilla in verticale, dopo un po' di tempo cessa la propagazione di perturbazioni lungo la molla stessa e le spire oscillano all'unisono. Se avvengono solamente oscillazioni longitudinali, il loro periodo viene detto "periodo proprio" delle oscillazioni longitudinali. Oltre a queste oscillazioni, la molla può compiere anche oscillazioni torsionali in un piano orizzontale. Queste oscillazioni sono evidenziate se infili nelle cannucce alcune rondelle, mantenendo le cannucce stesse orizzontali: aumenta così il momento d'inerzia del sistema bicchierino-cannucce, che altrimenti sarebbe trascurabile, così come è trascurabile se le rondelle vengono poste dentro il bicchierino.

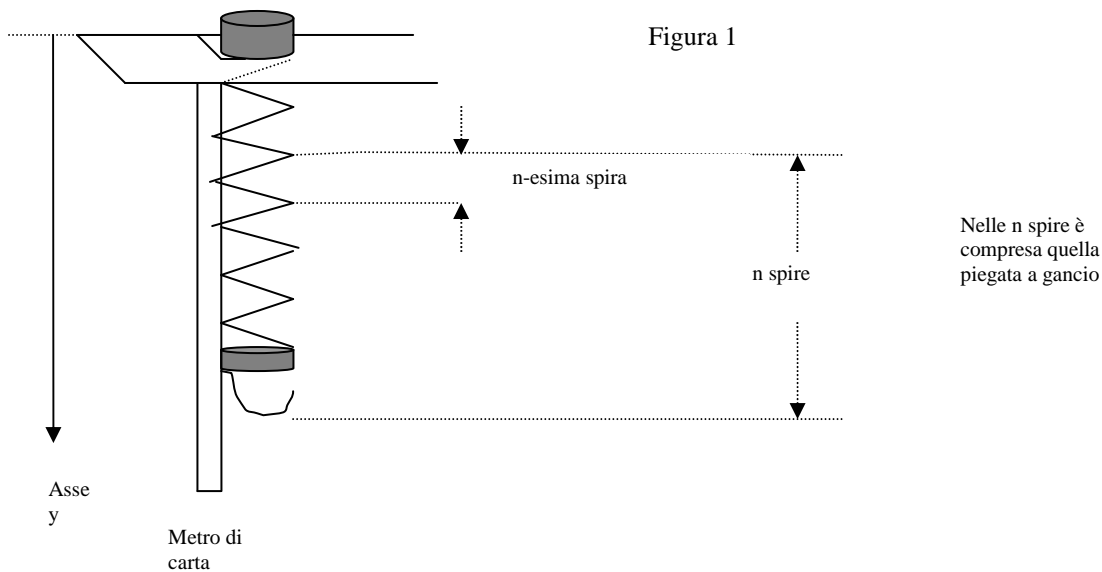
Se non ci fossero contemporaneamente anche le oscillazioni longitudinali, le oscillazioni torsionali del sistema avrebbero un "periodo proprio" dato dalla relazione  $T_{\text{torsionali}} = 2\pi(I/C)^{1/2}$  ove  $I$  indica il momento d'inerzia del sistema oscillante e  $C$  il rapporto tra il momento della forza di torsione e l'angolo di rotazione, se quest'ultimo non è troppo grande. I due moti di oscillazione si influenzano a vicenda, ma in situazioni particolari, dette di risonanza, avviene un trasferimento pressoché totale di energia dall'uno all'altro; in questi casi i due "periodi"<sup>1</sup>, coincidono con quelli propri e sono uguali tra loro, con buona approssimazione;

  - a) Lascia pendere 60 spire della molla, infila nelle cannucce complessivamente 12 rondelle distribuendole sulle cannucce stesse come ritieni più opportuno; regola poi la distanza di queste dall'asse di rotazione fino a che osservi che il moto di oscillazione orizzontale si alterna con quello verticale con uno scambio completo di energia (situazione di risonanza): quando uno cessa l'altro ha la massima ampiezza, e viceversa. È importante far partire il sistema sempre dalla stessa situazione iniziale: in particolare, il bicchierino va posto a non più di 5 o 6 cm dalla posizione di equilibrio statico, senza alcuna torsione della molla.
    - Quanto vale il "periodo" proprio di ciascuno dei due moti oscillatori?
    - A quale o quali distanze dall'asse della molla hai posto le rondelle?
    - In questa situazione determina  $C$  esprimendola in unità di misura SI.
  - b) Dalla prima situazione di risonanza, prevedine un'altra con solo 30 spire in oscillazione e sempre con 12 rondelle. Per fare la previsione richiesta è necessaria anche un'ipotesi sul nuovo valore  $C'$  del rapporto tra momento della forza di torsione e angolo di rotazione: l'ipotesi è che  $C'$  sia inversamente proporzionale al numero di spire che oscillano. Difatti la parte oscillante diventa più rigida al diminuire del proprio numero di spire.
    - A quale distanza dall'asse longitudinale della molla prevedi che andranno sistemate le rondelle?
    - Controlla se alla distanza prevista c'è la risonanza, altrimenti aggiusta la posizione delle rondelle fino ad ottenerla. Quanto vale il "periodo" proprio di ciascuno dei due moti oscillatori?
    - Quanto vale la nuova  $C'$  ricavata dalle misure, in unità SI? Questo valore e l'ipotesi di proporzionalità inversa con il numero di spire sono coerenti tra loro? Da' una risposta motivata.

---

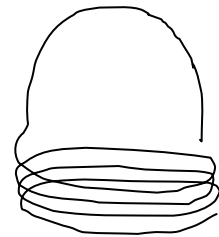
<sup>1</sup> Viene indicato con "periodo" la durata di un'oscillazione completa, anche se, come potrai vedere, non si tratta di moti periodici veri e propri, in quanto l'ampiezza varia vistosamente durante il movimento. Il "periodo" è però pressoché costante.

Indica chiaramente e brevemente il procedimento seguito per rispondere alle varie richieste. Trascrivi poi le risposte sintetiche nel “QUADRO RIASSUNTIVO” che consegnerai con la relazione. Il punteggio che verrà assegnato dipenderà dalla correttezza, completezza e chiarezza delle risposte e sarà al massimo di 200 punti.



#### Materiali e indicazioni:

- Molla giocattolo. Piega a metà la spira ad una delle due estremità, ruotandola di 90° attorno al suo diametro, fino a formare un gancio perpendicolare alla giacitura delle altre spire (v. disegno a lato).
- 12 rondelle. La loro massa complessiva è indicata in grammi sulla confezione con un'incertezza di  $\pm 0,1\text{g}$ . Le masse delle singole rondelle possono differire tra loro al massimo dello 0,4%
- Un bicchierino di plastica con due coppie di fori per inserire le cannucce
- Cannucce da bibita. Prova a infilare una rondella su ciascuna cannuccia e assicurati che possa scorrere con una certa facilità. Se la cannuccia è troppo grossa, scartala e prova con un'altra. Usa solo il pezzo rigido lungo circa 18 cm, taglia via il resto dall'inizio della pieghettatura. Ti serviranno solo due cannucce, a meno che tu non ritenga che siano troppo corte. In questo caso puoi aumentarne la lunghezza inserendo una cannuccia in un'altra: schiaccia e piega lungo l'asse longitudinale un pezzetto di cannuccia lungo un paio di centimetri, per poterlo infilare così assottigliato nell'altra cannuccia, fino a bloccarlo.
- Pennarello indelebile per segnare il punto medio e punti a distanze note sulle cannucce, per contrassegnare eventualmente qualche spira di riferimento
- righello per sostenere la molla
- righello per effettuare misure
- nastro adesivo di carta per fissare il righello alla sedia e per fissare il bicchierino alla molla
- cronometro
- metro di carta da fissare al righello con nastro adesivo, e da lasciar pendere lungo la molla
- fermagli da carta da fissare in fondo al metro per appesantirlo e renderlo “a piombo”
- sedia come supporto per la molla, da porre sul banco
- piatto da porre sul pavimento, in corrispondenza della molla appesa, per evitare che le rondelle rotolino via sul pavimento, in caso di caduta della molla. Specialmente nella seconda fase, controlla che la molla sia sempre ben appoggiata sul righello che la sostiene.



Sul tavolo di servizio:

- Carta millimetrata
- Forbici

N.B. Questo foglio va consegnato insieme con la relazione

NOME

NUMERO DEL TAVOLO

QUADRO RIASSUNTIVO

		Risultati
1 a	$\Delta y = f(n)$	
1 b	massa della molla	
2 a (60 spire)	“periodo” delle oscillazioni longitudinali	
	“periodo” delle oscillazioni torsionali	
	distanza/e misurata/e	
	$C$	
2 b (30 spire)	distanza prevista	
	distanza/e misurata/e	
	“periodo” delle oscillazioni longitudinali	
	“periodo” delle oscillazioni torsionali	
	$C'$	
	Il valore di $C'$ e l'ipotesi sono coerenti tra loro?	