

## OLIMPIADI DI FISICA 2004

6 maggio 2004

Giochi di Anacleto: Istruzioni per la prova in laboratorio

### Materiale riservato per i docenti

*Scheda per la commissione che allestisce la prova e valuta i lavori degli studenti*

#### Una banda elastica potrebbe essere un buon dinamometro?

##### Presentazione

L'esperimento mira ad analizzare l'andamento della deformazione di un elastico quando è sottoposto ad una forza traente gradualmente crescente e gradualmente decrescente.

In genere un elastico presenta una deformazione pressoché lineare rispetto alla trazione solamente in un intervallo delle forze applicate,  $F$ . Una migliore approssimazione del comportamento del materiale è data dalla formula

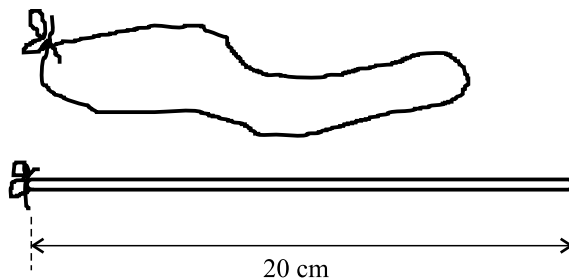
$$F = kT(x - x^{-2})$$

dove  $x$  è la deformazione relativa dell'elastico allungato:  $x = L/L_0$ ,  $T$  è la temperatura assoluta dell'elastico e  $k$  una costante che dipende dal materiale e dalla lunghezza e lo spessore dell'elastico.

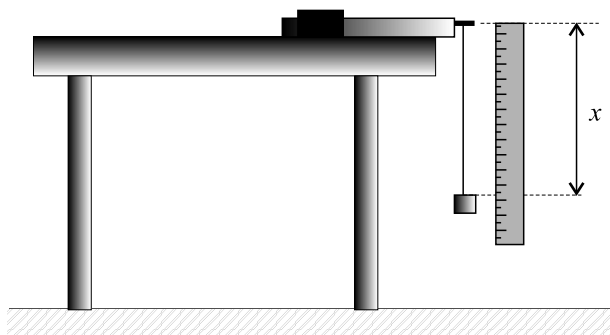
Rappresentando su un piano cartesiano l'allungamento dell'elastico in funzione della forza che lo tende si ottiene una curva che ha solamente una regione lineare. Riducendo gradualmente la tensione, la curva che si ottiene è diversa; infatti gli allungamenti, a parità di tensione, sono in genere maggiori di quelli ottenuti per le medesime forze nella fase di aumento della tensione. Si tratta di un fenomeno di isteresi caratteristico del materiale che, nella fase di accorciamento, subisce cambiamenti a livello microscopico a spese di parte dell'energia ricevuta nella fase di allungamento. Generalmente si nota anche un piccolo allungamento permanente quando l'elastico è completamente libero da trazione. Se lo stesso elastico fosse testato di nuovo allo stesso modo di prima gli allungamenti registrati sarebbero maggiori. Non presentando una perfetta reversibilità rispetto alle deformazioni generate da una forza di trazione l'elastico, che non mostra di essere perfettamente elastico, non sarà uno strumento affidabile se si vorrà usare come dinamometro. Anche la risposta alla trazione non è pronta e si notano delle variazioni di lunghezza mantenendo la medesima forza di trazione per qualche minuto.

##### Materiali e preparazione dell'esperimento

L'elastico da usare si acquista in rocchetti nelle mercerie chiedendo del "filo elastico". Si consiglia di usare filo elastico nuovo lungo circa 45-50 cm, nel quale si annoderanno le due estremità in modo da ottenere un elastico doppio di lunghezza 20 cm, circa.



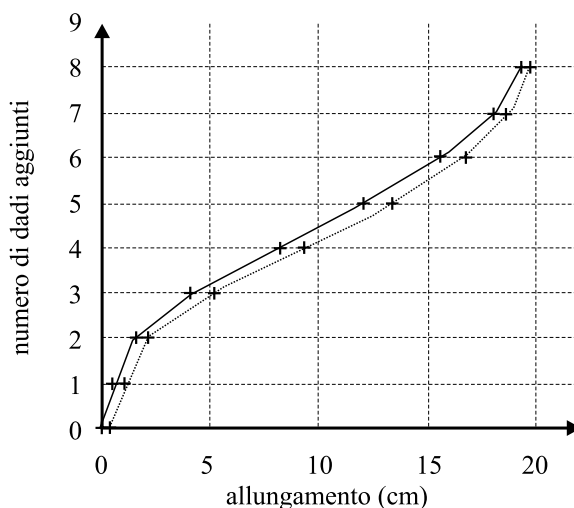
La tensione potrà essere generata caricando il filo sospeso verticalmente ad un supporto con dadi di acciaio tutti uguali con massa di circa 10 - 15 g. Usando dadi più leggeri sarà maggiore il numero delle misure da prendere: si giudichi quindi la disponibilità degli studenti a porre attenzione ad un più alto numero di misure e si scelgano i dadi in conseguenza. L'elastico può essere appeso ad un'asticciola fissata trasversalmente al banco con nastro adesivo da pacchi. Può essere utile infiggere un chiodo alla sua estremità, facendo in modo che stia ben fermo anche quando si aggiungeranno dei pesi all'elastico. Le misure della lunghezza dell'elastico saranno prese con una riga. I dadi potranno essere inseriti in una reticella (vanno bene quelle leggere usate per i frutti) o in un cestello preparato con un bicchiere di plastica e uno spago sottile fermato a modo di manico attraverso due forellini praticati nel bicchiere. Reticella o cestello saranno appesi alla banda elastica mediante un gancino che si può ottenere da un fermaglio di misura grande.



### Esempio di risultati

Usando dadi da 13.7 g ciascuno e una banda elastica lunga, da scarica, 19.1 cm si è trovato:

n dadi	$m$ (g)	$L$ (cm)	$dL$ (cm)	$L'$ (cm)	$dL'$ (cm)
0	0	19.1	0	19.5	0.4
1	14.3	19.6	0.5	20.1	1.0
2	28.0	20.7	1.6	21.2	2.1
3	41.7	23.2	4.1	24.3	5.2
4	55.5	27.3	8.2	28.4	9.3
5	69.2	31.2	12.1	32.5	13.4
6	83.0	34.7	15.6	35.9	16.8
7	96.7	37.2	18.1	37.7	18.6
8	110.4	38.5	19.4	38.5	19.4



L'energia dissipata nel processo di allungamento e successivo accorciamento dell'elastico risulta di 9.9 J. Nelle risposte gli studenti mostreranno di saper rappresentare misure su tabelle e su grafici, di saper trovare una linea che approssima adeguatamente i punti sul grafico e di riconoscere le deviazioni sistematiche degli allungamenti nella fase di scarico da quelli della fase di carico, senza confondere le differenze con errori di misura. Nell'interpretazione del grafico dovrebbero osservare che il filo si allunga via via che si aggiungono dadi ed aumenta la forza di trazione. L'allungamento dovuto all'aggiunta di un nuovo dado però non è sempre lo stesso. Dapprima cresce sempre di più, poi si mantiene costante quindi comincia a diminuire e diminuisce sempre più velocemente. Sarebbe apprezzabile che venisse individuato un tratto di andamento lineare della curva e ne venisse indicato il coefficiente.

Per il ciclo nella fase di scarico dell'elastico gli studenti dovrebbero osservare che ha lo stesso andamento di quello della fase di carico, ma che le lunghezze dell'elastico a parità di tensione si mantengono sempre maggiori. Se si genera un allungamento permanente come nel caso riportato dovrebbe essere considerato nella risposta.

Lodevole è lo studente che, con buone abilità di osservazione, si accorge che l'allungamento dell'elastico non si stabilisce con prontezza e che, nelle misure, decide di attendere qualche minuto prima della lettura. Anche senza questo accorgimento però i dati in genere consentono le osservazioni previste.

Molti studenti conoscono il procedimento per misurare l'energia elastica di una molla per via grafica. Ovviamente questi saranno favoriti nel rispondere alle ultime domande. Si consiglia di avvisare gli studenti che prendono parte all'Anacleto in Laboratorio che qui, come in Domande e Risposte non ci si aspetta che debbano conoscere tutto.

### Valutazione

GRIGLIA DI VALUTAZIONE :	Totale Punti 100
1 Tabella dei dati misurati chiaramente leggibile .....	
2 Andamento del grafico in cui si identifica (se le misure prese lo consentono) la sistematica separazione delle due serie di misure, nella fase di aggiunta dei dadi e nella fase di riduzione del numero di dadi .....	
3 Scelta opportuna della scala sugli assi del grafico .....	
4 Unità di misura riportate e corrette .....	
5 Interpreta il grafico in termini di cresce, decresce, cresce più (meno) rapidamente, e, se i suoi dati lo consentono, identifica due diversi andamenti nelle due fasi dell'esperimento ed un eventuale allungamento residuo dell'elastico alla fine delle misure .....	
6 Identifica i valori che corrispondono all'intervallo di linearità .....	
7 Riconosce che quando viene scaricato l'elastico, a parità di peso, è sempre più lungo che nella fase in cui viene caricato .....	
8 Interpreta l'area della regione compresa fra le due curve come misura dell'energia dissipata nel processo .....	
9 Calcola correttamente a quanti Joule (nel testo si chiede in Nm) corrisponde l'energia dissipata nel processo .....	
10 Identifica nella non reversibilità (e nella non ripetibilità) dei comportamenti dell'elastico il motivo per cui non può essere usato come dinamometro affidabile .....	