

## VERIFICA DELLA LEGGE DEGLI ALLUNGAMENTI ELASTICI

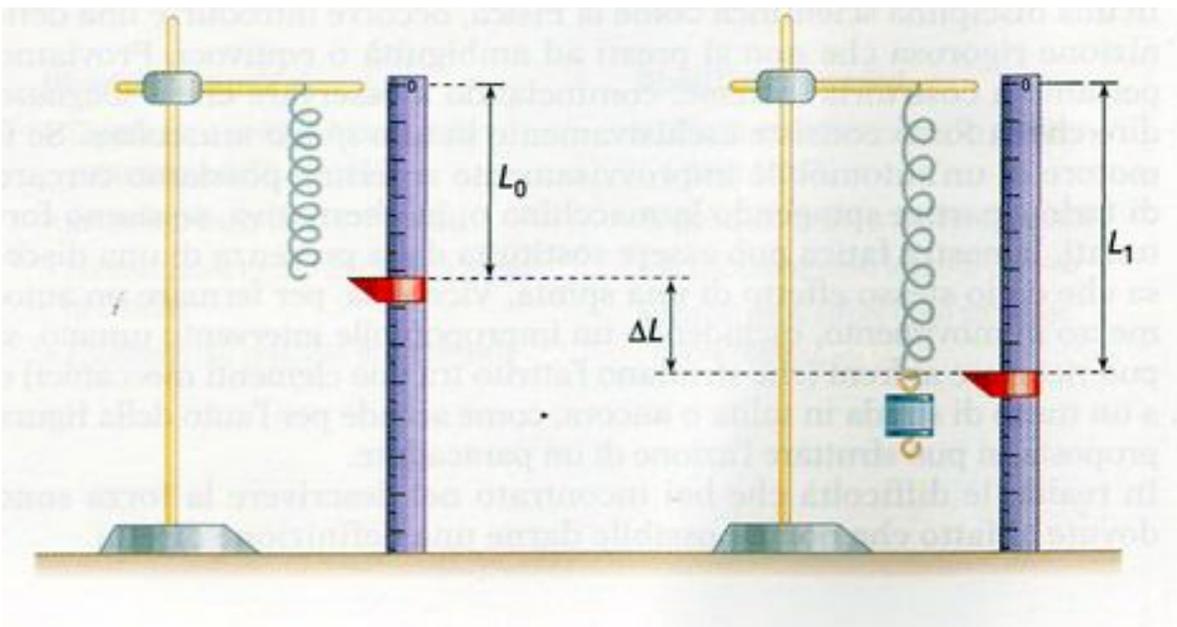
### Legge di Hooke

1) **Considerazioni teoriche:** In questa esperienza vogliamo verificare la legge sugli allungamenti elastici (Legge di Hooke) che è caratteristica dei corpi elastici. Come l'esperienza insegna, i corpi in natura possono essere plastici o elastici. I plastici tendono una volta deformati ad assumere la forma che gli è stata data. Gli elastici una volta deformati, applicando a essi una forza, quando essa smette di agire tendono a ritornare allo stato iniziale. Inoltre si nota che all'aumentare della forza applicata la deformazione aumenta, fino a un limite massimo, dopo il quale questa caratteristica scompare. Tra l'altro si nota che tale forza si oppone sempre alla causa che ha prodotto tale deformazione. Tale forza che si manifesta solo nel momento in cui noi agiamo sulla molla, è detta Forza Elastica. Noi vogliamo vedere se la legge elastica  $F = -K \cdot \Delta l$  è vera. Il segno meno sta a indicare che la forza elastica è uguale e opposta alla forza applicata. Per verificare tale legge misureremo le forze applicate, che saranno rappresentate da delle masse che applicati alla molla, sottoposte alla forza gravitazionale, agiranno con una forza sulla molla allungandola (fig.). Misureremo la lunghezza della molla nelle varie condizioni e poi faremo una analisi dei dati per verificare se la legge è rispettata ed è vera per i corpi elastici. Più precisamente confronterò l'allungamento della molla (di quanto si allunga la molla con un pesetto applicato rispetto alle condizioni iniziali-  $\Delta l = L_f - L_0$ ) con il peso applicato alla molla.

2) **Strumento usato:** fettuccia metrica: Sensibilità 0.1 cm  
Portata: 200,0 cm  
3 pesetti da 0.50 N e 1 pesetto da 0.25 N,  $\eta \square \% = 2\%$ .

3) **Apparecchiatura:** Molla, supporto metallico, sostegno, gancio metallico.

4) **Schema dell'esperimento:**



5) **Descrizione dell'esperimento:** si prende un sostegno metallico (fig) e su di esso si aggancia la molla di cui vogliamo verificare l'elasticità, e se essa rispetta la legge di

Hooke. Per prima cosa si misura la lunghezza della molla a riposo ( $L_0$ ) e si riporta il valore nella tabella. Successivamente si aggancia alla molla una massa, di quelle disponibili. Dopo qualche istante, si toglie la massa e si verifica se la molla è ritornata alla lunghezza iniziale. Se accade questa circostanza significa che la nostra molla è elastica e possiamo continuare l'esperimento. Si continua l'esperimento attaccando alla molla una massa di 25 g che equivale sulla superficie terrestre a una forza peso di circa 0,25 N, e si misura la lunghezza attuale ( $L_{25}$ ). Continuando, si agganciano alla molla pesi sempre maggiori come riportati in tabella e si misura la nuova lunghezza della molla. Continuiamo in tale modo fino ad arrivare a una forza peso di 1,75 N. A questo punto togliamo tutti i pesi applicati e rimisuriamo la molla a riposo per vedere se ha subito qualche deformazione, cioè se la lunghezza iniziale è la stessa dell'inizio dell'esperimento ( $L_0$ ). A questo punto dovremmo ripetere l'esperimento per avere per tutte i pesi applicati più misure, come ci suggerisce la teoria degli errori. Per quel che riguarda il valore dell'errore assoluto nelle misure 'avendo eseguito una sola misura di lunghezza della molla nelle varie condizioni di carico, prendo come errore il doppio della sensibilità, cioè 0.2 cm il quanto nel misurare collimo sia all'inizio della molla che alla fine della stessa e quindi faccio un doppio errore.

**6) Tabella delle misure effettuate:** valori della forza peso applicata alla molla e della lunghezza della stessa durante la prova con i rispettivi allungamenti, ed errori di misura.

Fp(N)	$\varepsilon_f$ (N)	L(cm)	$\varepsilon_L$ (cm)	$\Delta l$ (cm)	$\varepsilon_{\Delta l}$ (cm)	Fp/ $\Delta l$ (N/cm)	$\varepsilon_{Fp/\Delta l}$ (N/cm)
0	0	19.0	0.2	0	0.4	0	0
0.25	0.005	20.5	0.2	1.5	0.4	0.17	0.05
0.50	0.01	21.5	0.2	2.5	0.4	0.20	0.04
0.75	0.02	23.0	0.2	4.0	0.4	0.19	0.03
1.00	0.02	24.2	0.2	5.2	0.4	0.19	0.02
1.25	0.03	25.5	0.2	6.5	0.4	0.19	0.02
1.50	0.03	26.5	0.2	7.5	0.4	0.20	0.02
1.75	0.04	27.5	0.2	8.5	0.4	0.20	0.02

7) Calcolare il  $\Delta l$ , e l'errore assoluto sul  $\Delta l$ .

$$\Delta l_{25} = L_{25} - L_0 = 20,5 - 19,0 = 1,5 \text{ cm};$$

$$\Delta l_{50} = L_{50} - L_0 = 21,5 - 19,0 = 2,5 \text{ cm};$$

$$\Delta l_{75} = L_{75} - L_0 = 21,5 - 19,0 = 2,5 \text{ cm};$$

e continuiamo così per tutti i valori.

Per quel che riguarda il valore dell'errore assoluto su  $\Delta l$ , dato che esso è ottenuto come differenza fra due valori misurati in modo diretto, si sommano gli errori assoluti delle singole misure.

$$\varepsilon_{\Delta l} = \varepsilon_{L_{25}} + \varepsilon_{L_0} = 0,2 + 0,2 = 0,4 \text{ cm}.$$

Tale valore sarà valido per tutti gli errori sui  $\Delta l$  ( $\varepsilon_{\Delta l}$ ). (vedi tab.)

Continuando calcoleremo il rapporto fra  $F_p$  ed  $\Delta l$  e il rispettivo errore assoluto di misura. Tale grandezza si indica con la lettera  $K$  e sta ad indicare la costante elastica della molla:

$$K_{25} = F_{p25} / \Delta l_{25} = 0,25 / 1,5 = 0,16666 \text{ (N/cm)};$$

$$K_{50} = F_{p50} / \Delta l_{50} = 0,50 / 2,5 = 0,2 \text{ (N/cm)};$$

$$K_{75} = F_{p75} / \Delta l_{75} = 0,75 / 4,0 = 0,1875 \text{ (N/cm)};$$

e così continuando.

Per l'errore assoluto, dato che la grandezza è derivata dal rapporto fra due grandezze fisiche (peso e allungamento), esso viene calcolato attraverso la somma degli errori relativi di misura per il valore della grandezza di cui vogliamo l'errore assoluto

$$\varepsilon_{K_{25}} = (\varepsilon_{\Delta l_{25}} / \Delta l_{25} + \varepsilon_{F_{p25}} / F_{p25}) * K_{25}$$

Applicando tale formula ai nostri dati otterremo:

$$\varepsilon_{K_{25}} = (\varepsilon_{\Delta l_{25}} / \Delta l_{25} + \varepsilon_{F_{p25}} / F_{p25}) * K_{25} =$$

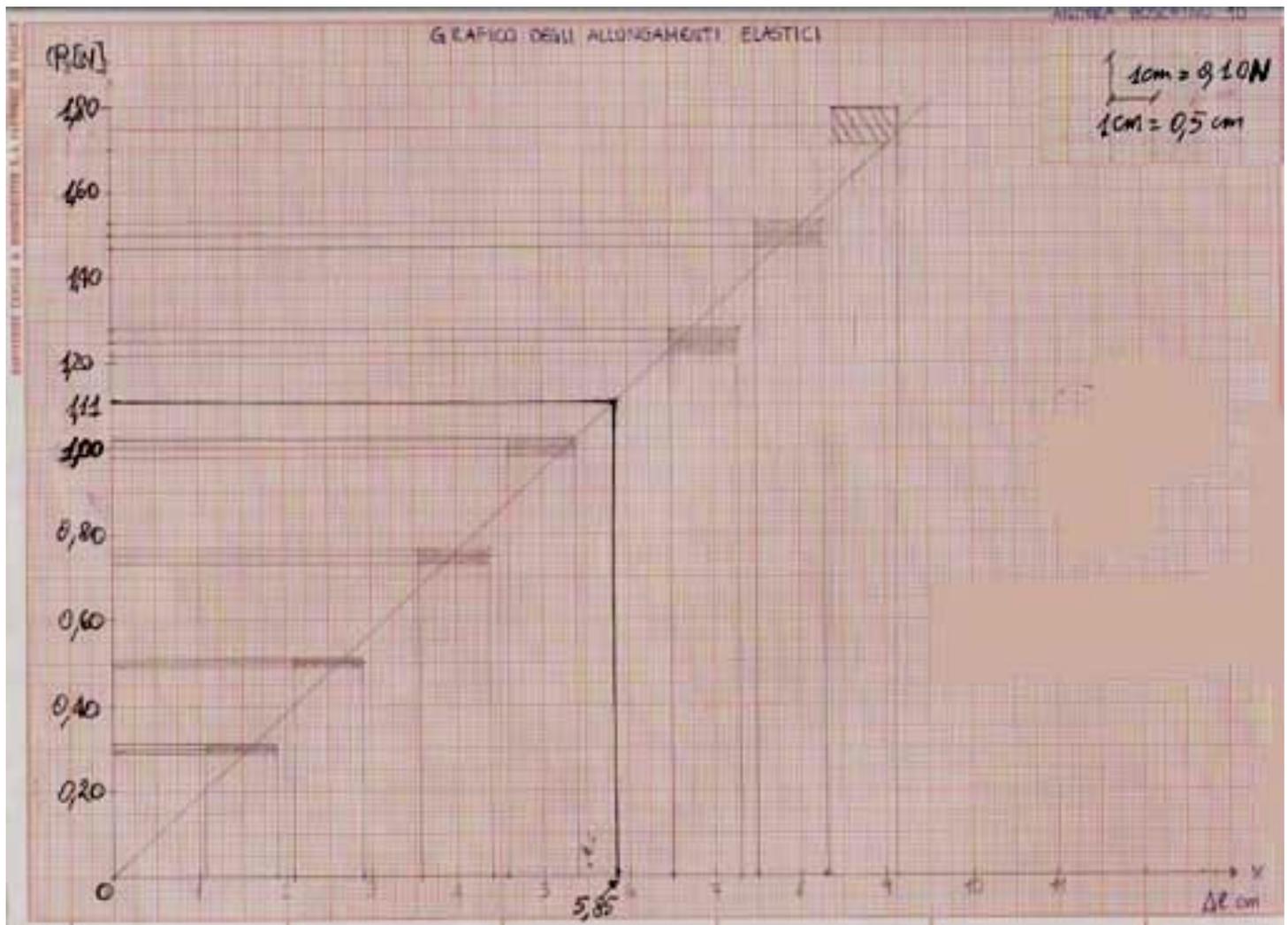
$$\varepsilon_{K_{25}} = ((0,4 / 1,5) + (0,005 / 0,25)) * 0,16666 = 0,0477 \text{ (N/cm)};$$

dato che gli errori assoluti vanno dati con una sola cifra significativa esso va arrotondato alla prima cifra significativa superiore cioè 0,5 (N/cm) e di conseguenza da quanto detto sulla teoria degli errori il valore della  $K_{25}$  va arrotondato alla cifra dell'errore cioè  $K_{25} = (0,17 \pm 0,05) \text{ (N/cm)}$ .

Continuando con tutte le altre misure si arriva ai valori riportati in tab.

Dall'analisi dei dati in tabella si vede che nei limiti degli errori sperimentali le  $K$  calcolate per le singole coppie di valori *peso/allungamento* sono uguali, quindi  $F_p$  e  $\Delta l$  sono direttamente proporzionali.

**8) Grafico:** Una analisi più veloce e di facile interpretazione è la realizzazione di un grafico cartesiano dove poniamo sulle ascisse allungamento e sull'ordinate la forza peso. Naturalmente in tale grafico oltre a portare in scala i valori di  $F_p$  e  $\Delta l$ , vanno disegnati in scala anche i rettangoli di incertezza. Se tutti i rettangoli sono allineati allora possiamo tracciare una retta passante per qualsiasi punto dei rettangoli e che incontra tutti i rettangoli del nostro grafico.. Se ciò avviene possiamo dire che le due grandezze  $F_p$  e  $\Delta l$  sono *direttamente proporzionali*.



9) Determinare dal grafico della dipendenza tra forza ed allungamento.

$$K = F_p / \Delta l = 1,11 / 5,85 = 0,19 \text{ N/cm}$$

Questa che abbiamo calcolato rappresenta una delle infinite costanti di elasticità della nostra molla. E' possibile determinare la K di massima pendenza e quella di minima sul grafico, utilizzando la stessa procedura descritta, oppure calcolare la K media in modo analitico, utilizzando i valori in tabella e quindi l'errore assoluto associato alla K media

10) Dire se la legge fisica è stata verificata nei limiti degli errori sperimentali:

La nostra legge di hook che prevedeva la dipendenza diretta tra forza applicata alla molla e allungamento della stessa per la molla presa in esame è vera. Lo conferma sia il grafico prodotto con i dati in tabella dove è possibile tracciare infinite rette che passano per i vari rettangoli di incertezza, sia facendo l'analisi analitica dei dati calcolati in tabella dove le varie K per singoli valori sono costanti nei limiti degli errori sperimentali.