

SCHEMA PER LO STUDENTE

LA FORZA ELASTICA

I

Titolo dell'esperienza

LA FORZA ELASTICA

Autori

Paola Cattaneo, Savina Ieni, Lorella Liberatori e Marco Litterio

Docenti del **L.S.S. Labriola (Ostia, Roma)**

II

Breve descrizione del fenomeno fisico

Se una molla viene allungata o compressa essa tende a ritornare alla lunghezza di riposo: la forza con cui reagisce la molla è direttamente proporzionale all'allungamento o alla compressione ed ha stessa direzione ma verso opposto rispetto alla forza che li ha prodotti.

$$\vec{F} = -k\vec{\Delta x}$$

k = coefficiente di elasticità della molla

III

Descrizione generale dell'esperienza e obiettivi

Si tratta della classica esperienza di verifica della legge di Hooke che può essere effettuata facilmente anche con attrezzatura di laboratorio tradizionale.

- Verificare che esiste una relazione lineare tra la forza applicata ad una molla e il suo allungamento
- Trovare il valore della costante elastica della molla.

IV Materiali e strumenti occorrenti

- Molla
- Pesetti vari che si possano appendere facilmente
- Sostegno per la molla (fig. 4)
- Catetometro (fig. 5) [sensibilità 1mm, portata 750 mm]
- CBL (fig. 1)
- Calcolatrice TI92 PLUS Texas Instruments (fig. 2)
- Sensore di forza (fig. 3) [sensibilità 0,01 N; portata ± 10 N]

Foto dei materiali e dell'assemblaggio

fig. 1



fig. 2



fig. 3



fig. 4



fig. 5



V Descrizione dell'allestimento della prova

Di seguito è riportata la sequenza delle operazioni da eseguire per allestire l'esperimento.

1. Collegare il CBL ad un alimentatore di 6V, se sprovvisto di batterie (Fig. 6)
2. Collegare la sonda di forza al canale CH1 del CBL (Fig. 7)
3. Collegare il CBL alla calcolatrice grafica con l'apposito cavetto (Fig. 8)
4. La situazione finale dei collegamenti è riassunta nella foto seguente (Fig.9)



Fig. 6



Fig. 7



Fig. 8



Fig. 9

Posizioniamo il sostegno su un piano libero e affianchiamo ad esso un catetometro per misurare la variazione d'estensione della molla in tensione. Assicuriamo al sostegno il sensore di forza e appendiamo la molla al sensore stesso.



VI

Descrizione generale del procedimento di misura ed eventuali accorgimenti

Con il catetometro misuriamo direttamente l'allungamento della molla x al quale associamo l'errore di lettura $\Delta x = 0,1$ cm.

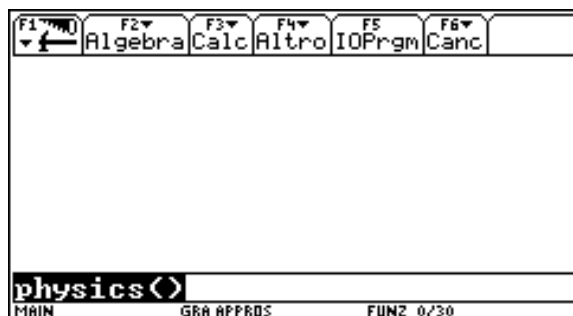
Attraverso il sensore di forza, al quale è appesa molla che verrà allungata dall'azione dei vari pesetti, misuriamo la forza ad esso applicata. È bene notare che anche quando non abbiamo alcun peso attaccato alla molla il sensore misura quello della molla stessa: prima di acquisire i dati sarà quindi opportuno utilizzare la funzione di azzeramento, come indicato nelle istruzioni: andremo così a sottrarre di volta in volta il peso della molla e otterremo quindi la forza di richiamo della molla F al variare dei pesetti ad essa attaccati; ad F associamo l'errore dovuto alla sensibilità dello strumento di misura $\Delta F = 0,01$ N.

Se la molla che abbiamo a disposizione è abbastanza rigida o se i pesetti che utilizziamo sono piccoli potremmo verificare un posizionamento anomalo del dato in corrispondenza del primo rispetto agli altri nel grafico: in effetti la legge di Hooke è verificata nelle fasi intermedie dell'allungamento della molla e si possono notare delle anomalie quando la molla inizia ad allungarsi o se poniamo un peso eccessivo attaccato ad essa. In tal caso possiamo ripetere le misure evitando di porre un unico pesetto.

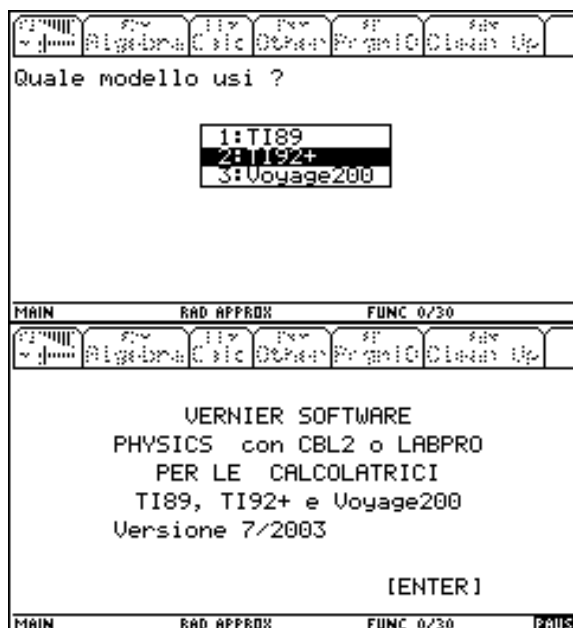
Ricordiamoci comunque di non porre un peso eccessivo attaccato alla molla.

A questo punto tutto è pronto e passiamo alla fase di acquisizione dei dati.

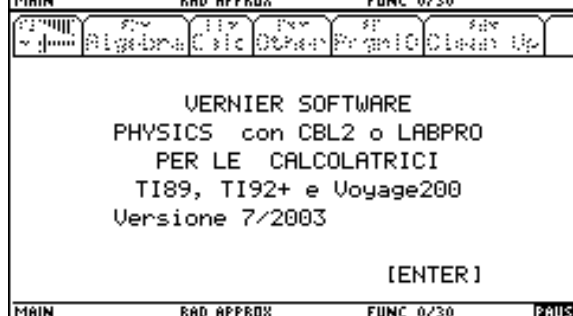
1. Accesa la calcolatrice, al prompt digitare physics() e premere <ENTER>



2. Dopo qualche secondo di apparente inattività (la scritta <BUSY> in basso a destra indica che la calcolatrice sta caricando il software) compare la schermata per la selezione del modello di calcolatrice: selezionare TI92+ e premere <ENTER>



3. La schermata successiva dà informazioni sul software: premere <ENTER>



4. Comparare il menù principale e la prima operazione da compiere è predisporre la sonda



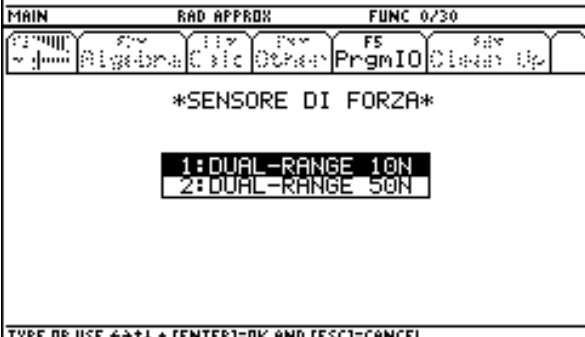
5. Selezionare il numero (1) ...



6. Dal menù dei sensori selezionare quello di forza come in figura e premere \langleENTER>



7. Sono previste due configurazioni operative, diverse per portata e sensibilità (in figura sono mostrate le portate), del sensore di forza. Si passa da una portata all'altra con un selettore posto sulla sonda. In questo caso selezionare come in figura



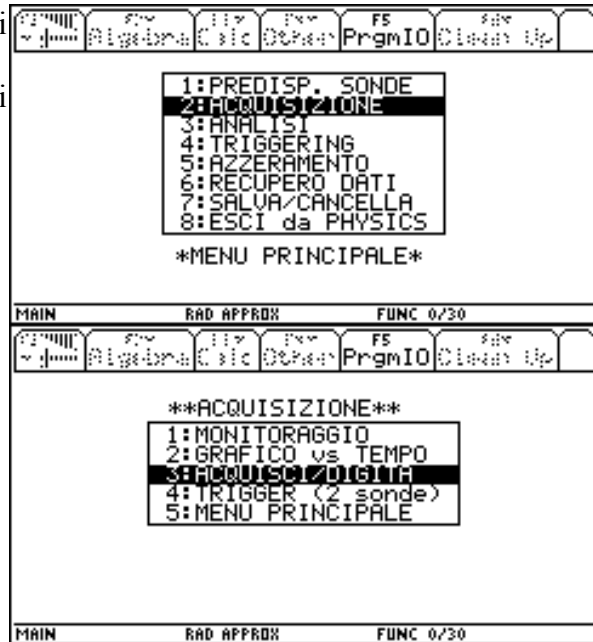
8. Procedere a collegare il sensore in CH1 del CBL qualora non fosse stato già fatto precedentemente



9. Non ricalibrare il sensore a meno che non siano presenti evidenti problemi nel qual caso attenersi alle procedure indicate sul manuale.



10. Si ritorna al menù principale nel quale si seleziona la funzione di azzeramento e, una volta terminata questa fase, quella di acquisizione dei dati.



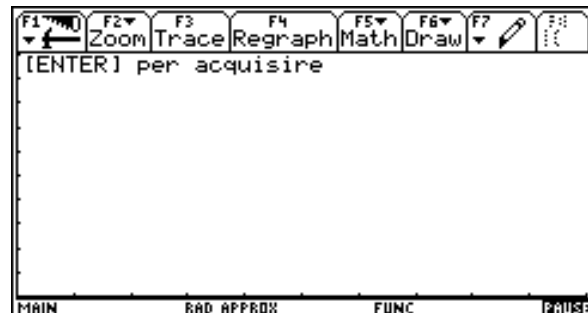
11. Selezioniamo la modalità <ACQUISISCI/DIGITA>

(NOTA: L'acquisizione può procedere in 4 modalità:

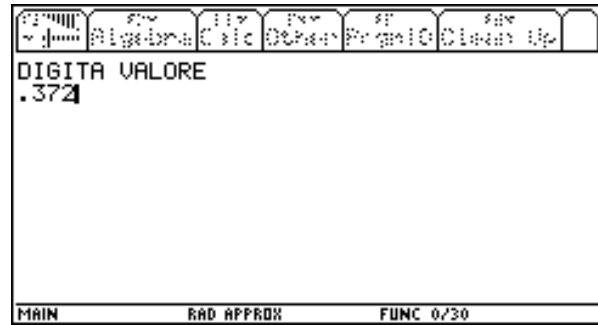
- MONITORAGGIO, esegue e ripete continuamente la misura, senza memorizzare i dati, utile per misure preliminari
- GRAFICO vs TEMPO, per acquisire i dati in una sequenza temporale di cui si possono impostare l'intervallo di tempo fra una misura e l'altra ed il numero totale di dati; è utile nelle misure di grandezze variabili nel tempo
- ACQUISISCI/DIGITA, esegue una misura ed offre il prompt per inserire il dato relativo alla grandezza correlata prima di eseguire la misura successiva; è la modalità più conveniente in questo esperimento, dove al prompt daremo i valori della lunghezza della molla
- TRIGGER, acquisisce i dati di seguito ogni volta che viene premuto il tasto [+])

12. I led del CBL lampeggiano ad indicare che la misura è stata effettuata e vi viene richiesto di premere <ENTER> per memorizzare il dato.

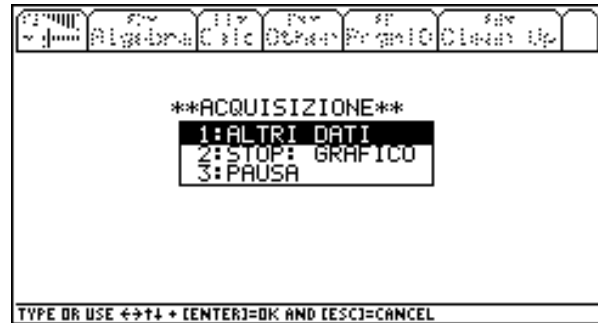
NOTA: a questo punto, e cioè prima di premere <ENTER>, la misura è già stata eseguita. Nelle misure successive impostare il nuovo valore dell'allungamento alla schermata precedente a questa.



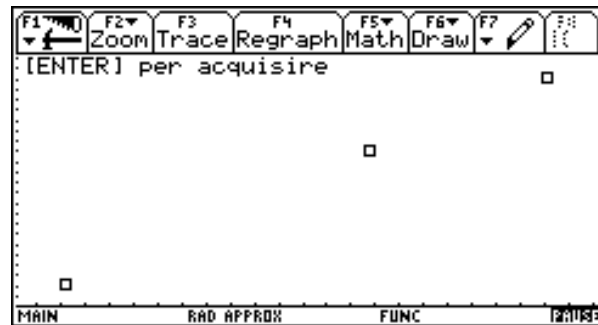
13. Immettere il valore della lunghezza



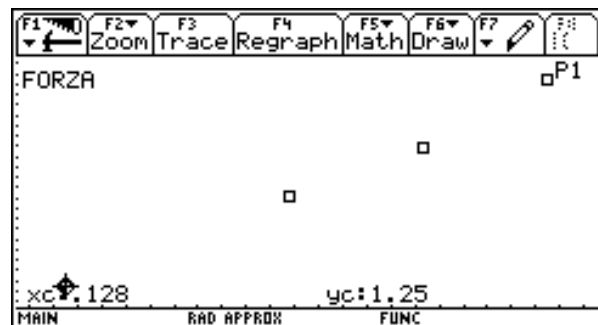
14. Selezionare <ALTRI DATI> e ripetere le due operazioni precedenti per il numero di misure previste (attenzione a cambiare il numero dei pesetti prima di premere <ENTER> su questa schermata, vedi nota al punto 11.)



15. Dopo ogni acquisizione viene mostrato il grafico dei dati misurati



16. Eseguite tutte le misure si seleziona STOP: GRAFICO e si ottiene il grafico finale



Compare il piano cartesiano con i valori delle misure effettuate. Notare che: i quadratini sono solo l'elemento grafico utilizzato per indicare il punto del piano e non riportano gli errori di misura; spostando il prompt, controllato dal mouse della calcolatrice, si possono leggere i valori numerici dei dati.

A questo punto la fase di acquisizione dei dati è terminata.

ATTENZIONE: per procedere con la relazione si dovrà utilizzare il grafico appena ottenuto, quindi non spegnere la calcolatrice e non utilizzarla in altro modo!

VII

Elenco delle tabelle e dei grafici da riprodurre

Per ogni misura riportare in una tabella l'allungamento della molla x con l'errore Δx , la forza di richiamo della molla F con l'errore ΔF , il rapporto tra le due grandezze $k = F/x$.

N°	x (m)	Δx (m)	F (N)	ΔF (N)	$k = F/x$ (N/m)	Δk (*) (N/m)

(*) Se $a=b/c \Rightarrow \Delta a=a(\Delta b/b + \Delta c/c)$

Rappresentare graficamente i punti sperimentali (i punti con le incertezze) riportando in ascissa l'allungamento della molla e in ordinata il valore della forza applicata.

VIII

Guida all'analisi dei dati e alla determinazione delle grandezze derivate con relativi errori

Elaborazione algebrica

- Verificare che il valore k si mantenga costante entro gli errori sperimentali e che quindi sia verificata la legge di Hooke.
- Calcolare il valor medio \bar{k} e la semidispersione massima $\Delta\bar{k}$ e riportare i valori in tabella.

$\bar{k} = (k_1+k_2+k_3+\dots+k_n)/n$ (N/m)	$\Delta\bar{k} = (k_{\max}-k_{\min})/2$ (N/m)
19,3	0,3

- Se dai dati emerge qualche anomalia, indicare quale, proporre una spiegazione e suggerire come ripetere le misure per cercare di eliminarla.

Elaborazione grafica

- Disegnare la migliore curva che passa per i punti sperimentali e verificare che sia una retta passante dall'origine del sistema di riferimento, come ci si aspetta dalla legge di Hooke.
- Determinare il coefficiente di elasticità della molla (con la relativa unità di misura) calcolando il coefficiente angolare della retta.

$$k = (F_1 - F_0) / (x_1 - x_0) = 19,5 \text{ N/m}$$

IX

Conclusioni (confronto tra risultati ottenuti e aspettati)

Utilizzare le tabelle e i grafici suggeriti ed elaborare i dati confrontando infine risultati ottenuti e aspettati:

- verificando che il coefficiente angolare della retta sia compatibile con il valore trovato algebricamente.

X

Questionario

1. Che cosa afferma la legge di Hooke?

2. Spiega il significato di grandezze direttamente proporzionali

3. A quale curva teorica corrisponde l'equazione della legge di Hooke?

4. Indicando con k il coefficiente di elasticità della molla come varierebbero il grafico e k se utilizzassimo una molla +/- rigida?

5. Cosa accade poniamo una seconda molla uguale alla prima in serie e applichiamo ad esse la stessa serie di pesi?

6. E se le molle sono in parallelo?
