

**CORSO DI PERFEZIONAMENTO IN
«STRATEGIE DIDATTICHE ER PROMUOVERE UN ATTEGGIAMENTO POSITIVO VERSO LA
MATEMATICA E LA FISICA»**

LABORATORIO DI FISICA DOMESTICA

Osservazioni sulle proprietà elastiche dei materiali

Relazione di Lucia Berni

Lo scopo di questo corso di perfezionamento è di individuare delle metodologie che consentano agli alunni di avvicinarsi allo studio della Fisica e della Matematica con spirito positivo e critico. Chi scrive è del parere che imparare a “leggere” la Fisica nella realtà quotidiana sia altamente produttiva e non debba essere considerato solo come uno stratagemma per risvegliare l’attenzione degli alunni durante le lezioni di Fisica. Infatti tale attività, se bene indirizzata, ha infiniti benefici per gli alunni come, ad esempio,

- saper osservare la realtà nella sua complessità e non a partire da modellizzazione prefabbricate;
- stimolare gli alunni ad indagare sul *perché* delle cose;
- verificare che la modellizzazione della realtà è condizionata da ciò che per noi ha interesse prevalente in quel momento;
- comprendere che non esiste una realtà solo *fisica* o solo *chimica*, o *biologica*, ma che tutto il sapere dell’uomo concorre alla spiegazione dei fenomeni;
-

Desidero partire dall’osservazione diretta di fenomeni con i quali possiamo confrontarci nella vita quotidiana e mostrare come sia possibile introdurre gli alunni a “leggere” la Fisica nella realtà. Gli alunni devono essere indotti a ricercare con attenzione, nel fenomeno osservato, quei particolari che ci possano consentire di individuare il “perché” accade ciò che noi osserviamo.

Deve essere un dialogo condotto in modo che gli alunni affinino il loro modo di esprimersi sforzandosi di fare un discorso in italiano corretto e sforzandosi di utilizzare nel modo dovuto i termini scientifici; senza contare che imparare a dialogare civilmente in classe, senza darsi sulla voce l’uno con l’altro, è altamente educativo (specie se trattasi di alunni provenienti dalle scuole medie inferiori che solitamente, per quella che è la mia esperienza, vanno scolarizzati).

Per ogni osservazione fatta è necessario invitare gli alunni a fornire una spiegazione logica a partire da quello che è il loro sapere o, meglio, la loro “visione” del mondo.

Tali interventi devono essere selezionati dall’insegnante che avrà il compito di scartare (motivando) le risposte improbabili, rifiutare quelle “prefabbricate” e convogliare positivamente e costruttivamente ogni altra riflessione fornita dai ragazzi.

A mio parere si deve accettare, nell’ambito della discussione, che i ragazzi si esprimano utilizzando termini fisici di uso comune nella vita quotidiana (come – ad esempio – quello di forza o di posizione di equilibrio) anche senza comprenderne appieno (o addirittura conoscerne) la definizione fisica.

Nei libri di Fisica spesso si leggono definizioni che vengono proposte agli alunni come cosa ovvia e/o che va imparata così com’è. Io trovo sempre utile interrogare gli alunni riguardo alle definizioni date “ex cattedra”. In questa relazione propongo un percorso per una prima superiore relativo alla definizione di corpo elastico. Partendo dalla definizione di corpo elastico che solitamente si trova sui libri di testo, gli alunni sono guidati, attraverso una serie di esperienze riproducibili con oggetti di uso quotidiano, ad indagare sulla complessità della realtà e ad interrogarsi sulla veridicità della

definizione. Sarà interessante scoprire l'efficienza ed i limiti della modellizzazione imposta dalla definizione data dal libro.

L'elasticità dei materiali viene qui esaminata dal punto di vista delle sole sollecitazioni meccaniche.

Il percorso proposto è suddiviso in varie tappe.

All'interno di ogni tappa sono proposte alcune semplici esperienze che susciteranno osservazioni con la relativa richiesta dei "perché"; segue un approfondimento nel quale si desidera esortare gli alunni ad approfondire ulteriormente spingendo il ragionamento oltre l'osservabile, stimolandoli a proporre una modellizzazione del fenomeno osservato.

Le osservazioni, i "perché" e le modellizzazioni proposte sono scelti tra quelli che possono essere riferiti dagli alunni. Molto di ciò che ho qui riportato è per me esperienza vissuta con due classi prime dell'ITIS.

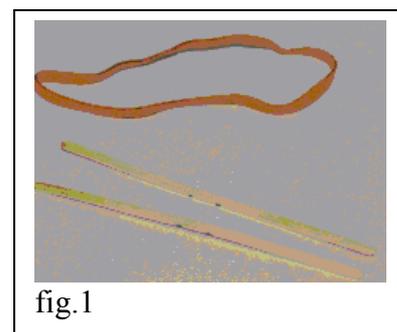
Al termine di ogni tappa si traggono le conclusioni della discussione.

Permetto che cercare di esporre i particolari di una "discussione simulata" non può che risultare noioso, mentre non dovrebbe esserlo la discussione reale. Inoltre sarebbe oltremodo pedante cercare, in questa sede, di dare tutti i dettagli della discussione e far rientrare in questa tutti i casi possibili. Ciò che intendo fare qui è solo tracciare le linee essenziali di uno tra i tanti possibili percorsi. Ad esempio, non mi soffermo più di tanto nel parlare del caso di sollecitazioni meccaniche non "piccole" così come non accenno che il necessario ai concetti di "rigidità" e "plasticità". Si può scegliere di approfondire la discussione in modo completamente diverso, in relazione all'obiettivo che ci si è prefisso e all'interesse degli alunni.

1° TAPPA

STIMOLO: *Ricercare la definizione di corpo elastico ideale.*

Partiamo dalla definizione data da un libro di testo: "Corpi come una molla o un elastico, se sottoposti a forze non troppo intense, subiscono deformazioni temporanee, che scompaiono del tutto quando cessa l'azione della forza. **I corpi elastici**, in particolare le molle, **godono di un'importante proprietà**: la deformazione prodotta da una determinata forza è direttamente proporzionale alla forza stessa"¹.



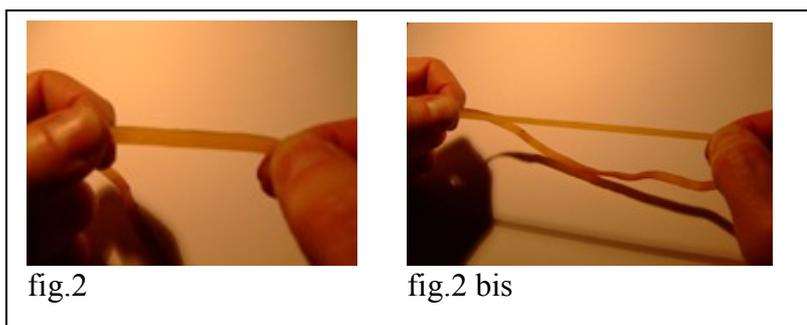
Invitiamo gli alunni a fare qualche esempio di oggetti che, a loro parere, rientrino nella categoria dei corpi elastici.

Forniamo a ciascun alunno un elastico di quelli spessi e chiusi e due sottili stecche di legno. (cfr fig.1)

OSSERVAZIONI SULLA SOLLECITAZIONE MECCANICA DELL'ELASTICO PER TRAZIONE

N.B. le sollecitazioni di trazione non siano "troppo forti" (ovvero tali da deformare l'elastico).

- Prendiamo tra le dita due punti dell'elastico non molto distanti tra loro e tiriamo.



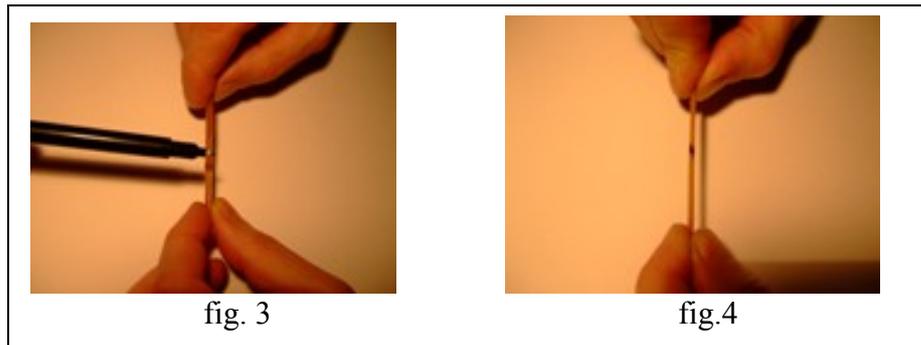
¹ A. Bonura – Fisica Osservare e comprendere – Paravia, 2006

Osservazioni:

- si allunga e se lo lascio ritorna com'era
- quando è allungato è più sottile e più basso
- l'allungamento è uniforme
- per mantenere l'elastico tirato, io devo esercitare una forza.

Perché?

- Il fatto che l'elastico ritorni com'era è tipico di un corpo elastico (caratteristica certamente già sottolineata dagli alunni).
 - La materia che sta tra le dita deve coprire una lunghezza maggiore perciò si deve ridurre lo spessore.
 - Si riduce l'altezza dell'elastico perché, quando tiriamo, si sviluppano delle forze che tendono a schiacciare l'elastico.
 - Si riduce lo spessore dell'elastico perché, quando tiriamo, si sviluppano delle forze che tendono a comprimere lo spessore dell'elastico.
 - Per mantenere l'elastico tirato devo esercitare una forza perché l'elastico esercita su di me una forza.
- b) Stringiamo le estremità dell'elastico tra il pollice e l'indice e tiriamo leggermente finché le due parti dell'elastico sono l'una perfettamente sopra l'altra; un compagno traccia con la penna un segno su due parti dell'elastico che combaciano. Adesso stringiamo l'elastico subito a monte e a valle dei due punti coincidenti e tiriamo (cfr. fig. 3 e fig. 4).



Osservazioni:

- L'elastico si abbassa e si assottiglia uniformemente come nel caso precedente.
- I segni tracciati sull'elastico rimangono coincidenti

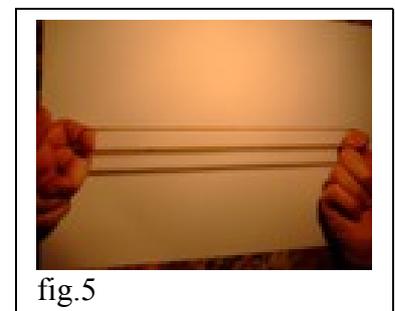
- c) Inseriamo i due indici all'interno dell'elastico e tiriamo.

Osservazioni:

- Tirando rimane costante la distanza tra le due parti dell'elastico; l'elastico si assottiglia e si abbassa uniformemente.
- Per tirare l'elastico devo esercitare una forza.
- Se smetto di tirare tutto ritorna come prima.

Perché?

- Le forze che hanno provocato l'abbassamento e l'assottigliamento dell'elastico agiscono localmente sul materiale (non tendono ad avvicinare le due parti dell'elastico)



1. Come si può spiegare quello che abbiamo osservato?

Gli alunni devono focalizzare l'attenzione sul fatto che quanto abbiamo osservato dipende dal tipo di **materiale usato**, ovvero un elastico.

Per gli alunni risulta, di solito, abbastanza spontaneo (spesso perché ne hanno sentito parlare alla Scuola Media o a Chimica o in televisione) dichiarare che **è la struttura microscopica dell'elastico a determinarne le proprietà**. Altrettanto spontaneamente essi condividono l'idea (modellizzazione) che l'elastico è composto di piccole particelle unite tra loro; nell'unirsi tra loro esse formano strati di materia. Le osservazioni fatte sull'elastico deformato per trazione ci hanno dato informazioni non solo su come tali particelle del materiale (elastico) siano unite tra loro, ma anche su quello che può essere il comportamento di due strati di materiale vicini.

Dunque, le particelle che compongono l'elastico devono avere delle caratteristiche tali per cui:

1. quando cerco di separarle allungando l'elastico (e quando le tengo separate tenendolo allungato), esse cercano di ritornare nella loro posizione iniziale e sviluppano contro di me una forza (che io avverto sulle mie dita quando tiro) (cfr. fig.6);
2. è proprio la deformazione che io ho causato con la mia forza (*tensio*²) sull'elastico che consente all'elastico di sviluppare contro di me l'azione opposta alla sollecitazione (*vis*);
3. l'elastico è in equilibrio sotto l'azione della mia forza e quindi posso pensare che la *vis* sia uguale e opposta alla *tensio*;
4. i diversi strati del materiale rispondono in modo uniforme alla trazione come nel caso delle due parti di elastico che combaciavano (caso b) (cfr. fig.6);
5. durante la trazione la separazione longitudinale tra le particelle fa sì che si provochi un avvicinamento delle particelle disposte nei vari strati **dello spessore**: le particelle dei vari strati vengono compresse tra loro (questo spiega l'assottigliamento durante la trazione) (cfr. fig.7);
6. durante la trazione la separazione longitudinale tra le particelle fa sì che si provochi un avvicinamento delle particelle disposte nella direzione **dell'altezza** dell'elastico: le particelle vengono compresse e l'altezza dell'elastico diminuisce (cfr. fig.7).

Possiamo cercare di "spiegare" quanto sopra dicendo che tali caratteristiche del materiale sono dovute a come sono "legate" le particelle tra loro → definiamo questo tipo di legame tra le particelle "elastico". Volendo, lo possiamo schematizzare con il seguente disegno riportato qui sotto che utilizza la molla come mezzo per indicare il tipo di legame esistente tra le varie particelle.

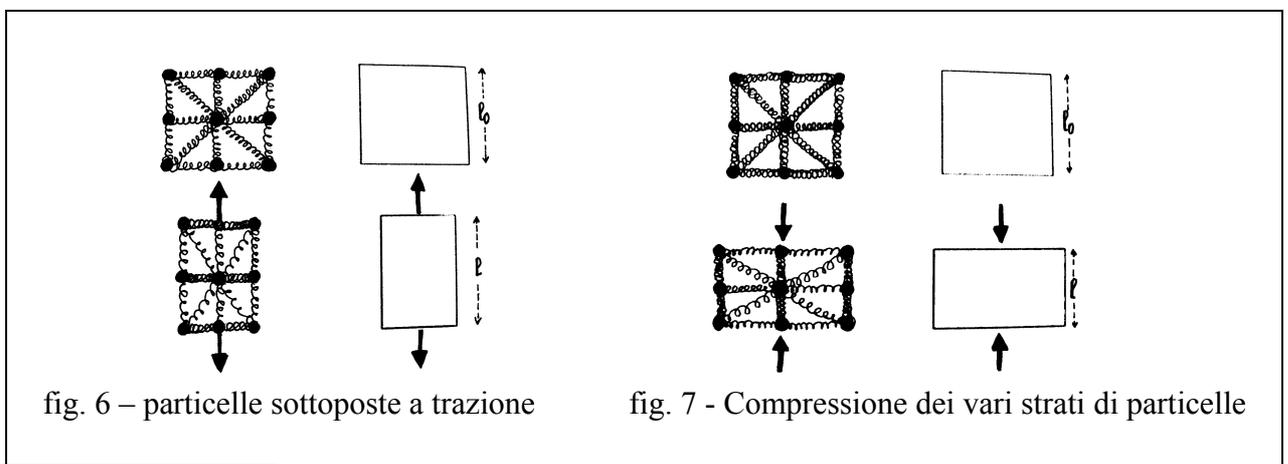


fig. 6 – particelle sottoposte a trazione

fig. 7 - Compressione dei vari strati di particelle

² *Tensio* e *vis* sono termini usati da Hooke.

2. Conclusioni:

Partendo dal fatto che l'elastico risponde certamente alla definizione di corpo elastico data dal libro, possiamo pensare di generalizzare il nostro modello ritenendolo valido per ogni corpo che si possa definire elastico. Dunque possiamo dire che:

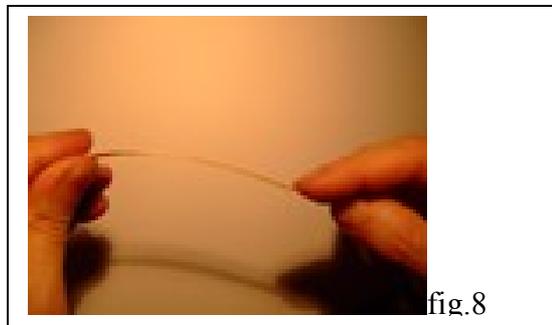
- *un corpo solido elastico ha la caratteristica di ritornare alla forma e volume iniziali una volta cessata la causa che ne ha provocato la deformazione.*
- La proprietà di elasticità di un corpo è dovuta al modo particolare in cui le particelle che compongono il corpo sono legate tra loro. (chiameremo tale legame “elastico” e gli attribuiremo tutte le caratteristiche descritte sopra).

2°.TAPPA

STIMOLO: *Quali materiali posso considerare elastici?*

OSSERVAZIONI SULLA SOLLECITAZIONE MECCANICA DELLE STECCHE DI LEGNO PER FLESSIONE

a) Teniamo fermo un estremo della stecca e flettiamo l'altro estremo: quando la sollecitazione di flessione sarà cessata la stecca ritornerà nella posizione iniziale (cfr. fig.8).



Osservazioni:

Si evidenzia che anche in questo caso il corpo una volta cessata la sollecitazione meccanica, ritorna a forma e volume iniziali.

Proseguiamo la discussione sollecitando gli alunni a trovare le differenze con il caso dell'elastico di cui sopra. Ne elenco alcune possibili:

- Quando cessa la sollecitazione di flessione è possibile osservare la punta della stecca che non ritorna subito alla posizione di partenza, ma oscilla rapidamente in alto e in basso rispetto a tale posizione e poi si ferma
- La posizione in cui si ferma è possibile che non sia proprio quella iniziale, ma che l'oggetto, a seguito della sollecitazione, abbia subito una leggera deformazione
- se spingo oltre un certo limite la sollecitazione di flessione, l'oggetto si spezza
- la sollecitazione del materiale per trazione non dà alcun risultato visibile

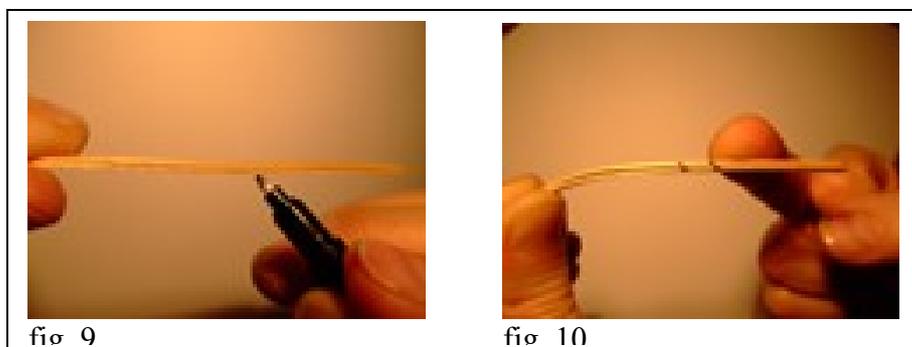
Perché?

Cominciamo dall'osservazione delle oscillazioni. È una vera differenza con il caso di trazione di un elastico? Possiamo osservare le oscillazioni nel caso di un elastico? Perché non le abbiamo osservate prima?

1. L'elastico si comporta da corpo elastico solo quando è “tirato”. Se lo sottoponiamo a trazione, per es. appendendolo ad un supporto ed appendendo all'altro estremo un pesetto, e poi lo spostiamo leggermente dalla sua posizione di equilibrio si possono notare le oscillazioni e... quante!!
2. Non le abbiamo osservate prima perché le condizioni di trazione che avevamo imposte non consentivano all'elastico di avere un'estremità libera di oscillare.
3. La sollecitazione di trazione non è efficace per il legno come per l'elastico perché le particelle del legno tendono a rimanere nelle loro posizioni. Potremmo dire che il legame tra le particelle del legno è “rigido”, ma il fatto che sia possibile flettere e anche deformare tale materiale, ci dice che questa rigidità ha comunque dei limiti.

Per dire qualcosa a proposito della sollecitazione di flessione, dobbiamo aggiungere ulteriori osservazioni.

Sovrapponiamo perfettamente le due stecche in modo che sembri risultarne una sola e tracciamo col pennarello un segno su due punti delle due stecche che combaciano. Teniamo ferme le due stecche ad un'estremità e flettiamo l'altra (cfr. fig.9 e fig.10).



Osservazioni:

Si osserva che i punti colorati posti sulle due stecche si distanziano durante la flessione. Anche le punte delle due stecche si distanziano, allo stesso modo dei punti di cui sopra: è come se i punti della stecca di sotto “scivolassero” in avanti rispetto a quelli della stecca di sopra (o, viceversa i punti della stecca di sopra “scivolassero” all’indietro ...)

Perché?

Di nuovo dobbiamo fare riferimento alla struttura microscopica del materiale? Come è fatto? Nel caso del legno si possono osservare le sue venature e dire (come Galileo nei suoi *Discorsi e Dimostrazioni*) che è fatto di “fibre” e che tali fibre sono unite le une alle altre in modo da formare strati. Dunque, se assumiamo anche qui che ciò che noi osserviamo per le due stecchette accoppiate possa darci indicazioni di ciò che avviene tra due strati del legno, possiamo concludere che questo “scivolamento” degli strati sia responsabile delle forze che si generano tra le particelle quando sottoponiamo una stecca a flessione.

Nella trazione non ho questa situazione in quanto gli strati vengono semplicemente “separati” e le fibre in questione dimostrano “rigidità” a questa sollecitazione (contrariamente al caso dell’elastico).

Come si può spiegare quello che abbiamo osservato?

È la possibilità di far “scivolare” uno strato sull’altro che mi dà la possibilità di flettere la stecca; è la possibilità di far “scivolare” uno strato sull’altro che dà alla stecca la possibilità di sviluppare l’elasticità osservata. Si tratta di un nuovo tipo di elasticità?

Certamente **la forma di asta sottile e schiacciata** del legno **facilita questa capacità elastica** di “scivolamento” degli strati del materiale

Questa elasticità non è tale da permettere alla stecca di essere flessa quanto si vuole ma vale solo per flessioni “abbastanza piccole”. Infatti, se le sollecitazioni di flessione non sono “abbastanza piccole” si ha che, in un primo tempo, la stecca si deforma e, in un secondo tempo, si spezza.

Conclusioni

Anche per materiali che non hanno le particelle legate tra loro da un legame “elastico” come quello definito da noi nella prima tappa, **si può comunque parlare di elasticità** nel caso che essi siano sottoposti a sollecitazioni meccaniche di flessione.

Si può far notare che, in ogni caso, la possibilità di “allontanare” le fibre tra loro ci dice che il legame tra le particelle ha comunque una piccola parte di elasticità (nel senso indicato nella prima tappa).

Anche in questo caso, come nel precedente, è stata la deformazione causata dalla forza applicata che ha permesso all’oggetto di reagire con una forza che si oppone alla mia.

3°.TAPPA

STIMOLO: *Quali materiali posso considerare elastici?*

OSSERVAZIONI SULLA SOLLECITAZIONE MECCANICA DELLE STECCHE DI LEGNO PER TORSIONE

Anche in questo caso si possono fare osservazioni simili alle precedenti ed arrivare alla conclusione che l'elasticità è dovuta allo scivolamento di uno strato di fibre sull'altro.

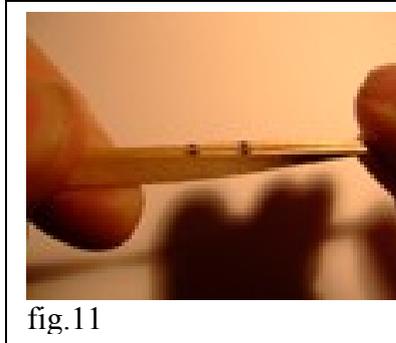


fig.11

Le osservazioni fatte per il legno nella tappa 3 e 4 possono valere anche per altri tipi di materiali (acciaio, plastica, ecc.)

4°.TAPPA

STIMOLO: *Un salto in cucina: la pasta per fare la pizza è elastica?*

OSSERVAZIONI SULLE CARATTERISTICHE DELLA PASTA PER FARE LA PIZZA

Questa esperienza può essere fatta dal vivo o anche in modo "virtuale" sfruttando il ricordo dei ragazzi. Comunque impastare un po' di farina con l'acqua non sarà certo difficile.

Le osservazioni che devono emergere sono le seguenti:

La pasta è un materiale "plastico" poiché subisce una deformazione permanente a seguito di una sollecitazione meccanica.

Le nostre mani non sono in grado di dare perfettamente la forma voluta alla pasta perché il legame esistente tra le particelle è parzialmente elastico in quanto esse cercano di tornare alla posizione iniziale.

Se da una pallina di pasta vogliamo farne due, operandone la separazione con le mani, osserviamo che la pasta non si separa nettamente: la pasta che rimane tra le due palline si assottiglia e si allunga all'inverosimile prima di distaccarsi. Qualcosa di simile possiamo vedere quando cerchiamo di rompere un elastico tirandolo con le mani.

Se cuociamo (abbastanza) la pasta essa non ha più né plasticità né elasticità; manifesta invece rigidità e fragilità

Come si può spiegare quello che abbiamo osservato?

Il legame tra le particelle della pasta non cotta è un legame elastico in cui le "molle" che legano tra loro le diverse particelle sono molle "deboli" e facilmente deformabili in maniera permanente (da qui la plasticità del materiale con relativa parziale elasticità). Possiamo pensare che le particelle siano legate da molle "deboli" come quelle che stanno all'interno di una penna a scatto.

La cottura induce una modificazione chimica del legame tra le particelle che toglie alla pasta la sua elasticità.

5°.TAPPA

STIMOLO: *Le molle sono oggetti elastici?*

ALLARGHIAMO IL NOSTRO SGUARDO: QUANTI TIPI DI MOLLE CI SONO?

Una sia pur piccola indagine mostra che l'impiego delle molle nell'industria fa emergere la vastità dei settori di impiego per tali strumenti nonché la varietà delle loro forme e dimensioni:

ammortizzatori per le automobili, reti da letto, chiusure per cancelletti, riavvolgimento per avvolgibili, giocattoli a molla, penne a scatto, chiusure per gioielli, bilancieri per orologi, Cerchiamo di darne una prima classificazione e di vederne le caratteristiche.

Le molle sono classificabili in funzione del tipo di deformazione subita dal materiale. Sono principalmente di due tipi:

- **molle a flessione**, nelle quali il materiale subisce una flessione laterale (come la molla a spirale piatta associata al bilanciere di un orologio)

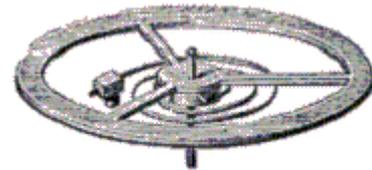
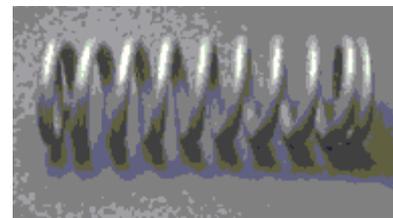


Fig. 820. - Ressort spiral.

- **molle a torsione**. L'esempio più semplice è una barra vincolata da un estremo e sottoposta a torsione sull'altro. Più comunemente un filo metallico è avvolto a spirale cilindrica può operare per compressione o per trazione. In entrambi i casi ciascun punto del filo è sottoposto ad una leggera torsione su sé stesso, ed il risultato è l'accorciamento o l'allungamento consistente di tutta la spirale.

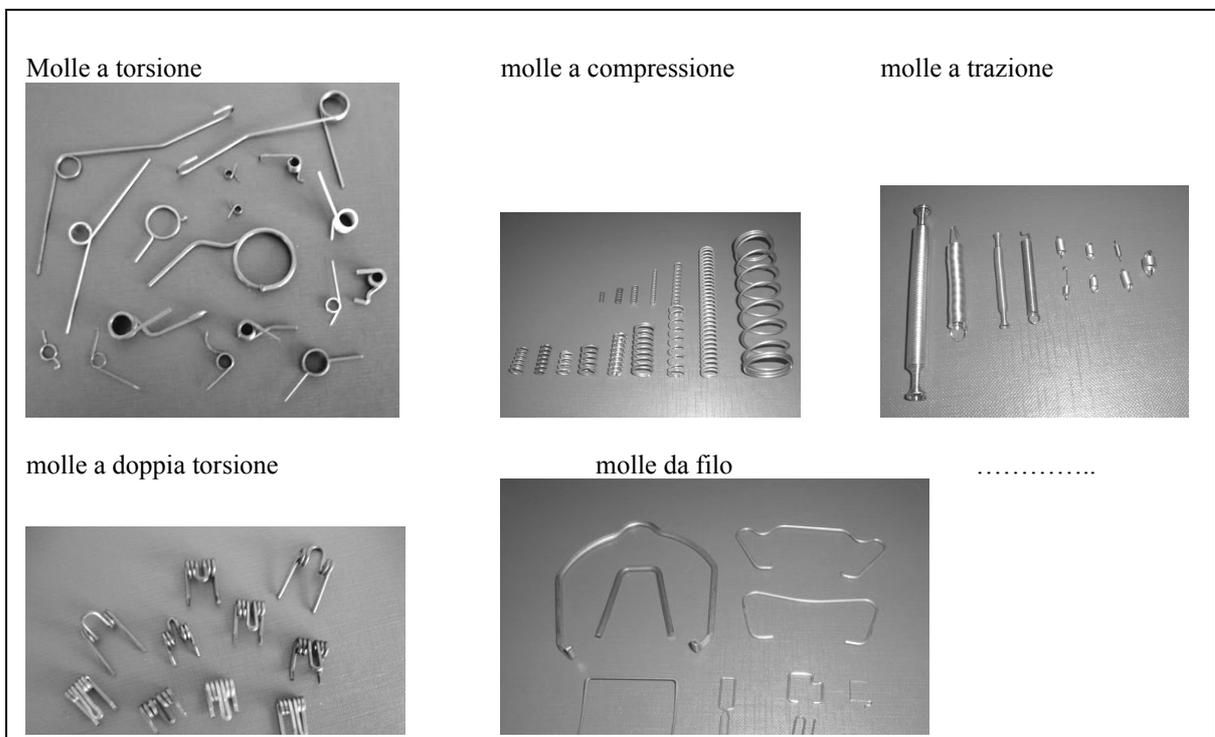


e

Le molle a torsione sono proprio quelle che solitamente si usano nel laboratorio di Fisica.

In realtà le aziende del settore classificano le molle in base al tipo di sollecitazione cui le molle vengono sottoposte.

Ad esempio, una ditta croata che fabbrica e vende molle le classifica così:



Tutto questo serve agli alunni a rendersi conto della complessità dello studio di un argomento nonché delle sue implicazioni applicative nel settore della vita quotidiana.

Osservazioni varie sul modo in cui sono costruite le molle

È bene che gli alunni si rendano conto di come sono state costruite le molle che essi possono osservare in laboratorio (molle di torsione che lavorano in trazione): in base a quanto si è discusso sopra dovrebbe emergere il motivo per il quale tali oggetti hanno la caratteristica di riprendere la forma iniziale al cessare della sollecitazione esterna: l'acciaio non è certo un materiale le cui particelle hanno legame "elastico" come nel caso dell'elastico, ma la torsione cui è stato sottoposto l'acciaio consente alla molla di reagire come "corpo elastico" se sottoposta a trazione.

Un oggetto che desta solitamente curiosità è il tipo di molla riportato qui a fianco e che viene venduto come un giocattolo in grado di scendere le scale.

Tale molla è costruita non utilizzando a pieno la torsione del materiale in quanto le spire sono piatte e sottili in modo che, nell'allargamento delle spire come riportato nella figura, siano presenti sollecitazioni di flessione piuttosto che di trazione.



Esperienza proposta

Ma veniamo alle molle che si usano nel laboratorio di fisica.

Si proponga la classica esperienza dell'allungamento di una molla. (La prima osservazione da fare è che, se il carico della molla è troppo piccolo non si nota un allungamento apprezzabile della molla). Vogliamo misurare l'allungamento della molla in funzione della massa attaccata (carico). Per dare un senso a questa esperienza dobbiamo chiederci se, attaccando le masse alla molla stiamo applicando una forza alla molla (questo apre necessariamente la discussione su peso e massa!) Poi, se vogliamo trarre qualche dato quantitativo dobbiamo far riflettere gli alunni sul concetto di azione e reazione o, per dirla con Hooke, su *tensio* e *vis*³.

Contemporaneamente si proponga l'esperienza dell'allungamento di un elastico di gomma.

Se gli oggetti usati per l'esperienza sono appropriati al nostro scopo (il professore di Fisica sta "barando"!) risalterà senza dubbio il fatto che l'allungamento della molla avviene in modo direttamente proporzionale al carico mentre per l'elastico ciò non vale.

Questa è una caratteristica che ci permette di distinguere in maniera inequivocabile un certo "tipo" di elasticità e mette in relazione in maniera semplice la sollecitazione meccanica (carico) con la deformazione elastica dell'oggetto (allungamento).

È chiaro che quanto osservato vale finché non si sottopone la molla a sollecitazioni troppo intense. Un'altra osservazione utile è che anche per il nostro elastico possiamo adoperarci a trovare un "range" delle sollecitazioni meccaniche nel quale vale la legge di proporzionalità diretta tra sollecitazione e deformazione.

Conclusioni

Al termine di questo percorso gli alunni dovrebbero avere acquisito che:

- la proprietà elastica di un oggetto è dovuta alla sua composizione e al modo in cui esso è stato costruito;
- nella maggior parte degli oggetti che osserviamo tutti i giorni (non abbiamo parlato di liquidi!) c'è sempre una parte di legame elastico tra le particelle;
- la possibilità di riprendere forma e volume iniziali al cessare della sollecitazione è vera solo se la sollecitazione non è troppo intensa;
- la possibilità che ci sia diretta proporzionalità tra la sollecitazione applicata e la deformazione è vera anch'essa solo in un certo "range".

³ Per inciso tutto ciò rende palese il fatto che nello studio della Fisica sperimentale non si può fornire un concetto alla volta come vorrebbe il libro: lo studio della Fisica sperimentale procede per affinamenti successivi (concettuali e quantitativi) a partire da una base fatta essenzialmente di ragionamento, modellizzazione, grandezze fisiche che si ritrovano anche nella vita quotidiana.

Essi potranno

- essere più consapevoli del fatto che la definizione di corpo elastico si addice anche a oggetti che erano stati esclusi ad un primo esame (es. cemento armato) e
- che la *proprietà di deformarsi in modo direttamente proporzionale alla forza applicata* è vera solo in certe condizioni;
- ovvero avranno acquisito un atteggiamento critico nei confronti di una modellizzazione altrimenti “imposta”
- tanto che avranno la possibilità di comprendere meglio il perché si definisca il *corpo rigido* come un *solido ideale perfettamente indeformabile*;
- saranno quindi consapevoli dei limiti delle definizioni date e del fatto che esse sono necessarie quando si voglia studiare un aspetto particolare di un fenomeno.

PROSECUZIONE DEL PERCORSO

Il percorso può essere proseguito e/o ampliato in molteplici modi.

Certamente è bene sottolineare che la caratteristica del corpo elastico di deformarsi in modo direttamente proporzionale alla sollecitazione applicata, non riguarda solo le sollecitazioni di trazione applicate alla molla ma anche quelle di torsione e di flessione. Pensiamo, ad esempio alla sensazione che si prova quando ci si trovi all'interno di un'automobile in fila su un ponte ed arriva e si ferma dietro di te un camion col rimorchio: anche il cemento armato è elastico!!!

Possiamo proseguire il discorso sull'elasticità pensando a quali siano le grandezze fisiche che possano farci distinguere la “capacità elastica” di un materiale da quella di un altro materiale.

A questo scopo dobbiamo avere a disposizione due o tre molle perfettamente uguali. Le molle devono avere la possibilità di essere attaccate tra loro in modo da formare una molla di lunghezza totale doppia o tripla della molla singola. A parità di carico potremo osservare che l'allungamento della molla così ottenuta sarà doppio e triplo.

Anche questi risultati sperimentali possono essere interpretati in base a ciò che avviene a livello microscopico.

Se poi abbiamo la possibilità di avere molle come le precedenti, ma di materiale diverso, possiamo riscontrare che l'allungamento è diverso che nel caso precedente.

Ma a noi interessa trovare una grandezza fisica che caratterizzi la “capacità di allungarsi” di un materiale.

È possibile dimostrare che si tratta dell'allungamento relativo ($\varepsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$).

Si fa presente che non è così ovvio trovare tale grandezza fisica dato che lo stesso R. Hooke (1635-1702) non ne fu capace e che fu necessario attendere A. Cauchy (1789-1857) per individuarla.

Un ulteriore approfondimento interdisciplinare può essere proposto nell'ITI in collaborazione con Tecnologia e Disegno quando ci si voglia occupare dell'elasticità di un solido. Si potrà allora introdurre il concetto di sforzo ($\sigma = \text{forza applicata/superficie}$) e metteremo in relazione questo con l'allungamento relativo (ε).

La naturale prosecuzione di questo percorso sarà lo studio della deformazione di un materiale sotto carico. Ci troveremo allora a parlare di carico massimo, carico di rottura e di punto di snervamento. Tutti concetti che avevamo affrontato nel percorso di base e che trovano qui una nuova definizione.

Naturalmente si possono trovare anche altri approfondimenti: tutto ciò che è stato costruito come concetto a partire da considerazioni su esperienze confrontabili con quelle della realtà quotidiana ha sempre infiniti campi di utilizzazione.

CONCLUDENDO

Solitamente i ragazzi hanno un'ottima capacità di osservazione e le loro interpretazioni dei fenomeni sono spesso sensate.

Aprire la mente dei ragazzi alla complessità dei problemi è utile proprio quando è necessario passare all'elaborazione di un modello, altrimenti anche lo studio della fisica, che pure dovrebbe nascere dall'osservazione della realtà, potrebbe diventare solo una mera applicazione di formule ad esercizi completamente svincolati da situazioni di vita quotidiana.

Il coinvolgimento degli alunni nell'indagine di fenomeni che riguardano la nostra vita quotidiana non ha solo una semplice funzione legata alla comprensione della materia, infatti permette agli alunni di sentirsi valorizzati e consente a noi docenti di presentare la fisica come quella materia che indaga sul perché delle cose servendosi di una ben precisa metodologia; metodologia che può essere utile apprendere al fine di sviluppare il proprio senso critico.