**FORZA DI UNA MOLLA**

In classe abbiamo studiato la **forza di una molla** (Fmolla). Abbiamo visto che se proviamo ad allungare una molla fissata ad una estremità, la [forza](http://www.itfisica.it/tag/forza/) F0 che dobbiamo applicare cresce al crescere dell’allungamento/compressione della molla. La molla infatti esercita una sua propria forza (**Fmolla**) che è contraria alla forza applicata F0: in altre parole, Fmolla è una **forza di richiamo** che tende a riportare la molla nella condizione di partenza.

La forza di una molla, come ogni altra forza, è un **vettore** perciò la prima cosa da fare è definirne le sue tre proprietà: **direzione**, **verso** e **modulo**.

**Figura 1**

**Direzione e verso di Fmolla**

Per prima cosa tratteremo della **direzione** e del **verso**: guarda la Figura1: è indicata sia **Fmolla** che la **deformazione** (**ΔL**) della molla. Dal disegno è chiaro che:

Direzione: la direzione di Fmolla coincide con quella della deformazione: infatti Fmolla e ΔL giacciono sulla stessa retta.

Verso: il verso è tale da opporsi alla deformazione: infatti, se la molla è allungata verso il basso allora Fmolla spinge la molla verso l’alto, se la molla è compressa a sinistra allora Fmolla la spinge verso destra ecc. ecc.. In altre parole: il verso di Fmolla è opposto a quello di ΔL. Questo è il motivo per il quale la forza di una molla è una **forza di richiamo**: se deformo la molla da una parte la forza la spinge dalla parte opposta, facendola tornare alla forma di origine.

Modulo o Intensità: per quanto riguarda il modulo di Fmolla, per ora possiamo solo dire che esso aumenta con l’aumentare della deformazione. Per conoscere la legge che lega Forza e deformazione non basta un disegno o delle semplici esperienze: abbiamo bisogno di fare… un vero e proprio **esperimento**!

**Modulo di Fmolla**

In classe abbiamo eseguito un semplice esperimento per misurare qual è la relazione fra **deformazione** (**ΔL**) e **forza della molla** (**Fmolla**).

**Figura 2**

Abbiamo misurato la lunghezza di una molla senza alcun pesino appeso [**Lunghezza a riposo** (**L0**)]; poi abbiamo appeso alla molla tre pesini identici, uno alla volta, misurando ogni volta la **lunghezza della molla** (**L**). Abbiamo poi calcolato la deformazione come: deformazione = (Lunghezza con pesini) – (Lunghezza a riposo) [in formule: ΔL = L – L0].

Abbiamo poi confrontato la colonna dei pesini con quella della deformazione ed abbiamo ottenuto che, entro gli errori, **Fmolla e deformazione sono direttamente proporzionali**. Lo schema rappresentante l’esperimento è disegnato in Figura 2. Cheeee?!?! Non ti ricordi l’esperimento!?!? Corri subito a riguardarti gli appunti, sfaticato!

In formule:

**Fmolla α ΔL (1a)**

Inoltre, sappiamo che **se due grandezze sono direttamente proporzionali allora il loro rapporto è costante**: posso perciò scrivere

**Fmolla/ΔL = costante = K** **(1b)** , con **K** la **costante di proporzionalità**. Perciò ricavo:

**Fmolla = K⋅ΔL (1c) [equazione scalare]**

L’eq. (1c) è detta **equazione scalare** della forza della molla perché permette di calcolare il modulo della forza.

La legge della forza della molla fu scoperta da uno scienziato inglese intorno al 1675, **Robert Hooke**, che la pubblicò secondo l’anagramma latino ***ceiiinosssttuv;*** la soluzione fu fornita nel 1678 nel suo volume scientifico “De potentia restituiva”come ***ut tensio , sic vis***. Hooke inizia il suo volume scrivendo (traduzione dal Latino):

**The Power of any Spring is in the same proportion with the Tension thereof:**

**That is, if one power stretches or bends it one space, two will bend it two, and**

**three will bend it three, and so forward. Now as the Theory is very short, so**

**the way of trying is very easy**

Infine, diamo alcune semplici equazioni che legano insieme la **lunghezza di una molla** (**L**), la sua **lunghezza a riposo** (**L0**) e la **deformazione** (**ΔL**):

**ΔL = L - L0 (2a)** , da cui segue subito:

**L = L0 + ΔL (2b)**

**L0 = L - ΔL (2c)**

**Equazione vettoriale di Fmolla**

Abbiamo appena detto che l’eq. (1c) permette di calcolare il modulo di Fmolla: in realtà, Fmolla è un **vettore** e perciò è necessario scrivere una legge che esprima non solo il **modulo** ma anche la **direzione** e il **verso** di Fmolla: quest’equazione deve indicare non solo che Fmolla e ΔL hanno moduli proporzionali fra loro ma anche che Fmolla e ΔL sono paralleli e di verso opposto. Questa equazione è ricavata immediatamente dalla eq. (1c) e si scrive come:

**= -K⋅ (3) [equazione vettoriale]**

La freccia su e indica che le due grandezze sono **vettori**: il segno “**=**” indica che e hanno la **stessa direzione**; il “-“ indica che ha **verso** **opposto** a quello di e perciò fa sì che sia una “forza di richiamo”.

L’eq. (3) è detta **equazione vettoriale** della forza della molla perché ne indica non solo il modulo ma anche la direzione e il verso.

Una qualsiasi forza che segue la legge (3) è detta **forza elastica**. In altre parole:

**una forza si chiama “forza elastica” quando ha la stessa direzione, verso opposto e modulo direttamente proporzionale all’allungamento/compressione che la genera**

**La materia è tenuta insieme da forze elastiche**

Va da sé che la forza di una molla appartiene alla categoria delle forze elastiche: in realtà l’insieme delle forze elastiche è vastissimo. Come è possibile capire che una forza è elastica? La cosa più semplice è guardare cosa accade ad una molla. In classe abbiamo deformato una molla ed abbiamo notato che se lasciata andare la molla vibra fino a tornare al punto di partenza.In altre parole: **tutte le volte che agisce una forza elastica allora l’oggetto vibra**. Si può dimostrare che vale anche la proprietà inversa: **tutte le volte che un oggetto vibra allora su di esso agisce una forza elastica** (guarda lo schema di Figura3). Perciò, tutte le volte che osserviamo qualcosa vibrare e poi tornare al punto di partenza siamo di fronte all’azione di una forza elastica.

Figura 3

A questo punto è facile dimostrare una proprietà importantissima della materia: **tutta la materia è tenuta insieme da forze elastiche**. Infatti pensa a questi esempi: un trampolino che viene piegato e poi rilasciato dopo il tuffo, un vetro che è colpito con un dito, un tavolo su cui batto con le nocche… un’onda del mare che sale e scende! la corda di uno strumento musicale che vibra quando trasmette una nota, l’aria che vibra quando trasmette un suono… sono tutti oggetti che vibrano e che perciò sono sottoposti ad una forza elastica! Ed è proprio la forza elastica che tiene insieme la materia: infatti, come abbiamo già detto, la forza elastica è una **forza di richiamo** e perciò appena una parte di una sostanza dovesse allontanarsi dal resto dell’oggetto la forza elastica la attira immediatamente verso la posizione di partenza impedendo che si stacchi.

**PROPRIETA’ DELLA COSTANTE K**

Come già detto, una qualsiasi forza che segue la legge (3) si chiama **forza elastica**. Perciò è evidente che **ogni forza elastica ha un suo proprio valore della costante K**, così come ogni molla ha la sua propria costante di elasticità. Vediamo adesso qual è il significato di K.

**Dal punto di vista geometrico**: **K rappresenta la costante di proporzionalità fra la forza della molla e la sua deformazione.**

**Dal punto di vista matematico**: **K è il rapporto fra la Forza della molla e la sua deformazione ΔL**.

**Dal punto di vista fisico**: consideriamo che la molla venga spostata di un valore ΔL = 1 ; allora Fmolla = K⋅1 = K. Dunque, posso affermare che **K rappresenta il valore della forza della molla quando essa viene allungata/contratta di un valore unitario (cioè, con ΔL=1)**. In altre parole: dire che una molla possiede K=12N/cm significa che essa esercita 12N per ogni 1cm di allungamento/contrazione: se invece essa avesse K=9N/mm ciò implica che la molla applica una forza di 9N per ogni mm di allungamento/contrazione.

**Dal punto di vista grafico**: … la definizione sarà data al paragrafo seguente!

Vediamo adesso in pratica come il valore della costante K influisce sulle proprietà di una molla (o di una forza elastica in generale). Come esempio prendiamo due molle, la prima (Molla A) con KA=5N/cm e la seconda (Molla B) con KB = 2N/cm e confrontiamole fra loro. Applichiamo una forza identica di 10N ad entrambe le molle: quale delle due si allunga di più? Allunghiamo poi entrambe le molle di 10cm: quale delle due esercita la forza maggiore? Per saperlo, riempi la Tabella sottostante!

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Fmolla** | **ΔL** |
| **Molla A , KA = 5N/cm** | **10N** |  |
| **Molla B , KB = 2N/cm** | **10N** |  |
| **Molla A , KA = 5N/cm** |  | **10cm** |
| **Molla B , KB = 2N/cm** |  | **10cm** |

Se hai fatto bene i conti avrai notato che, a parità di forza applicata, la molla con K maggiore è quella che si deforma di meno (2cm contro 5cm). La capacità di una molla di resistere alle deformazioni si chiama **rigidità**: meno la molla si deforma più essa è detta essere rigida. Ne segue che se voglio avere una molla con alta rigidità devo cercarla fra quelle con un grande valore di K; viceversa, se voglio una molla morbida (bassa rigidità) devo prenderla con un basso valore di K.

**GRAFICO DELLA FORZA ELASTICA**

Adesso impariamo a disegnare il grafico della forza elastica in funzione della lunghezza della molla, cioè il grafico che descrive come cambia Fmolla al cambiare della lunghezza della molla.

**Grafico ΔL-Fmolla**

Disegniamo il grafico **ΔL-Fmolla**. Supponiamo di voler disegnare il grafico di una molla con costante elastica **K=4N/cm**. Sull’asse delle Y pongo Fmolla, su quello delle X metto ΔL (vedi Figura4).

So che **Fmolla e ΔL sono direttamente proporzionali**, perciò conosco già che il grafico è **una retta passante per l’origine**. Per disegnare una retta ho bisogno di 2 punti: uno l’ho di già –è l’origine O- l’altro lo devo trovare. Come si fa? Uso l’eq. (2b).

Figura 4: Grafico L - Fmolla

Scelgo un punto ΔL a piacere, ad esempio ΔL=5cm, e calcolo Fmolla = K⋅ΔL → Fmolla = 4N/cm⋅5cm = 20N. Segno sul grafico il punto X=5cm e Y=20N (punto A): unisco il punto all’origine e traccio la retta (vedi Figura4).

Avrei potuto scegliere un altro punto a piacere, ad esempio ΔL=10N: in questo caso Fmolla = 4N/cm⋅10cm = 40N ed avrei segnato sul foglio il punto ΔL=10cm , Fmolla=40N (punto B, vedi Figura4). Tirando la retta, avrei ottenuto lo stesso grafico di prima.

**Dal grafico ΔL-Fmolla posso ottenere il valore K della forza elastica**. Rifletti per un attimo: la Y rappresenta Fmolla, la X rappresenta la deformazione L. Sai che K = Fmolla/L: per calcolare il valore di K puoi perciò segnare un punto sulla retta a piacere, misurare la Fmolla (Y) e poi la sua deformazione L (X) ed infine calcolare:

**K = Y/X (4)**

Come già sai, il rapporto “Y/X” di una qualsiasi retta passante per l’origine si chiama **pendenza della retta**. Perciò possiamo dare una quarta definizione di costante K, la **definizione grafica**:

**la costante K di una molla è la pendenza della retta del grafico L-Fmolla (def. grafica)**

*Alcune frasi sono state tratte dal sito* [*http://www.itfisica.it/forza-elastica/*](http://www.itfisica.it/forza-elastica/)



Adesso è giunta l’ora di fissare i concetti essenziali di questi appunti.

Abbiamo detto che una molla applica una forza quando essa è deformata: abbiamo poi visto che la forza di una molla è una **forza di richiamo**, cioè tende a riportare la molla alla forma di partenza.

Abbiamo poi determinato la **direzione** della forza (quella della deformazione) e il suo **verso** (opposto alla deformazione). Con un esperimento abbiamo misurato che il **modulo** della forza è proporzionale alla deformazione entro gli errori.

In seguito abbiamo scritto l’**equazione scalare**: **Fmolla = K⋅ΔL** (vale solo per il modulo) e l’**equazione vettoriale**: = -K⋅ (vale per modulo, direzione e verso). Abbiamo poi detto che una forza che segue quest’ultima legge è chiamata **forza elastica**: perciò la forza della molla è un caso di forza elastica.

Ci sono tanti esempi di forze elastiche… pensane qualcuno tu!

Dopo abbiamo notato che la forza elastica è presente tutte le volte che un oggetto vibra. Questa osservazione ci ha portato ad una scoperta importantissima: abbiamo scoperto che le forze che tengono insieme la materia sono tutte forze elastiche!

Dopodiché abbiamo visto che ogni molla ha la propria **costante elastica** **(K**) e ne abbiamo dato le 4 definizioni.

Abbiamo notato che molle con grandi valori di K si deformano poco (**molle rigide**) mentre quelle con K piccolo (**molle morbide**) si deformano di più.

Infine abbiamo disegnato il grafico L-Fmolla: abbiamo visto che esso è una **retta passante per l’origine** e la sua **pendenza** è proprio il valore della costante K.