

I concetti di *elasticità*, di *anelasticità* e di *isteresi*

I termini *elasticità* e *anelasticità* **identificano** due comportamenti reattivi (non due caratteristiche, si badi) degli oggetti materiali sottoposti a sollecitazioni deformanti non necessariamente di natura meccanica; in quanto "reazioni", non dipendono soltanto dal materiale specifico, dalla forma degli oggetti e da altre loro proprietà, ma anche dal tipo e dall'entità delle sollecitazioni deformanti applicate nonché dalle modalità della loro applicazione e dal contesto all'interno del quale avviene l'applicazione. Sia l'**oggetto totalmente elastico** che l'**oggetto totalmente anelastico**, quindi, sono idealizzazioni non solo perché gli oggetti reali possono rispondere più o meno elasticamente a seconda della sollecitazione ad essi applicata ma perché, anche a seguito di una determinata sollecitazione, il loro comportamento non è mai totalmente elastico o anelastico.

Comunque sia, il **comportamento elastico** consiste nella capacità di un oggetto, di ritornare – a livello microscopico e per la stessa "strada" seguita per allontanarsene – nella situazione dalla quale era stato allontanato dalla sollecitazione deformante non appena questa cessi la propria azione. Il **comportamento anelastico** consiste, invece, nella permanenza della deformazione anche dopo che l'azione deformante sia cessata.

Il **fenomeno dell'isteresi** consiste, da una parte, in una parziale permanenza della deformazione dopo la cessazione dell'azione deformante ma consiste, soprattutto, in un andamento "di carico" (aumento progressivo dell'azione deformante) differente da quello "di scarico" (diminuzione progressiva dell'azione deformante) e nel fatto che la deformazione mantenuta può essere eliminata, a livello macroscopico, applicando una sollecitazione deformante opposta alla prima; la perdita di una deformazione non corrisponde, quindi, per gli oggetti che subiscono *isteresi*, a una eliminazione della deformazione stessa, ma a una sua sostituzione, a livello microscopico, con una deformazione opposta. Questo fenomeno rende chiaro il fatto che *elasticità* e *anelasticità* sono comportamenti di origine microscopica che hanno la loro causa nella struttura della materia; l'evidenza macroscopica ne è soltanto un "riflesso".

Elasticità, anelasticità e isteresi come fenomeni meccanici

Elasticità, anelasticità e isteresi sono **fenomeni meccanici** quando le sollecitazioni deformanti applicate sono, al macroscopico, sollecitazioni meccaniche come torsioni, trazioni, compressioni, flessioni, ecc. Un oggetto si comporta da elastico fino a quella "soglia" di sollecitazione deformante al di là della quale non riesce più a richiamare nella posizione e nella situazione meccanica nella quale si trovava prima di esserne allontanato, ognuno dei suoi costituenti microscopici.



Fig. 1

Esaminando l'andamento della deformazione in funzione del "carico" ovvero dell'intensità crescente della *forza* deformante applicata, si osserva che, all'interno della "soglia" ("limite elastico", in **Fig. 1**), si presenta lineare e verrebbe quindi ripercorso in senso opposto se si riportassero anche i dati di "scarico". Infatti se, relativamente a questo tratto dell'andamento, si considerasse la forza di richiamo, cioè la *forza* applicata a ogni costituente della *massa* come reazione alla deformazione, in funzione della deformazione subita, si otterrebbe un andamento lineare corrispondente alla **legge di Hooke** nell'ambito di validità della quale, la *costante elastica* (k) è veramente costante e indipendente dalla *forza deformante* applicata.

Elasticità, anelasticità e isteresi come fenomeni termici

L'*isteresi* come **fenomeno termico** consiste nel fatto che l'andamento della temperatura in funzione del tempo nel riscaldamento, non coincide con l'andamento del raffreddamento che segue. Sembra, quindi, che alcuni materiali, se subiscono cambiamenti di stato di aggregazione, debbano mantenerne parziale memoria in quanto, le loro *temperature* corrispondenti a ogni passaggio di stato di aggregazione, perdono la costanza e diventano dipendenti dal processo di riscaldamento o di raffreddamento al quale il materiale è sottoposto.

Elasticità, anelasticità e isteresi come fenomeni elettrici

L'*isteresi* come **fenomeno elettrico** (anzi, **elettrostatico**) con i relativi comportamenti elastici o anelastici, non è concettualmente differente dagli altri casi. La differenza sta tutta nel fatto che l'azione deformante richiesta è fornita da una forza elettrostatica sotto la cui azione crescente, va man mano aumentando una deformazione che si presenta come polarizzazione delle particelle del materiale su cui agisce la forza; la stessa natura della deformazione dice che i materiali soggetti a questo particolare tipo di *isteresi*, sono tutti **dielettrici** – detti **ferroelettrici** – che hanno la particolarità di una *costante dielettrica* (ϵ) variabile con l'entità della *forza elettrostatica deformante* che viene loro applicata.

L'andamento della grandezza che misura la **polarizzazione** (*intensità di polarizzazione*) in funzione della *forza elettrostatica* crescente o decrescente applicata, non è qualitativamente differente dagli andamenti descritti per il caso meccanico salvo che per un aspetto: in quest'ultimo ambito (ved. **Fig. 1**), la *forza deformante* che aumenta oltre il limite dell'*elasticità*, fa sì che l'aumento delle deformazioni sia sempre più intenso; nell'ambito elettrico, la forza elettrostatica che aumenta oltre la "soglia" al di là della quale la costante dielettrica diventa fortemente variabile, ottiene aumenti della polarizzazione sempre più piccoli fino al raggiungimento della saturazione ossia dell'impossibilità del **ferroelettrico** di polarizzarsi ulteriormente.

Elasticità, anelasticità e isteresi come fenomeni magnetici

Il caso di *isteresi*, *elasticità* e *anelasticità* come **fenomeno e comportamenti magnetici** e, come tali, **elettrodinamici**, è del tutto analogo al caso elettrico se soltanto si sceglie, come *forza deformante*, l'azione di un campo magnetico esercitata su un materiale di tipo ferromagnetico e, cioè, dotato di una permeabilità magnetica (μ) variabile con l'entità dell'azione che subisce.

In questa situazione anche l'andamento della grandezza fisica magnetizzazione in funzione del campo magnetico "magnetizzante" sarebbe del tutto analogo a quello precedente, compresa la zona corrispondente alla saturazione.

Conclusioni

Fino dall'ambito della deformazioni di natura meccanica, l'isteresi si manifesta come alternativa e ostacolo alla reversibilità che, in quanto modalità ideale di svolgimento dei fenomeni, viene approssimata tanto più, quanto più un fenomeno (nei casi trattati qui, una deformazione) viene provocato lentamente. Se ne deduce che, se si desidera operare nell'ambito della elasticità di qualunque genere, è necessario che l'aumento della forza deformante sia il più lento e graduale possibile.