

Memory metals - 2. Transizioni di fase: resistenza e allungamento

Versione: 23/01/2013



I materiali di NANOLAB, inclusa la presente guida, sono proprietà degli autori di NANOLAB (www.nanolab.unimore.it) e distribuiti con [licenza](#) Creative Commons 3.0

Finalità

- Riflettere sul significato di fase.
- Osservare l'esistenza di cambiamenti di stato diversi da quelli normalmente studiati (solido-liquido; gas-liquido, etc.)
- Comprendere come mutamenti a livello atomico nel reticolo cristallino si riflettono in un evidente cambiamento delle proprietà macroscopiche del materiale.
- Introdurre il modello quantistico per la conduzione nei metalli.
- Introdurre il concetto di *smart material*.

Caratteristiche



Può essere svolto con mezzi semplici, per una dimostrazione immediata del fenomeno analizzato, con un alto impatto spettacolare. Si presta perciò a dimostrazioni d'aula e a contesti esterni al laboratorio scolastico, quali dimostrazioni pubbliche.



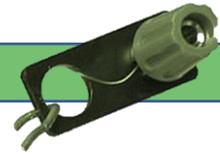
Prevede una raccolta sistematica di dati e una successiva analisi, con metodi tipici di un laboratorio scolastico, difficoltà medio alta.



L'attività laboratoriale può essere condotta facendo uso di dispositivi elettronici (come smartphone o tablet, etc.) per la raccolta dati (tramite video).



Dal sito www.nanolab.unimore.it, nella corrispondente sezione, è possibile scaricare **la Guida didattica completa** in cui sono raccolti e descritti in modo integrato tutti gli esperimenti dell'area tematica **"memory metals"**. Al suo interno troverete suggerimenti e commenti didattici, istruzioni di montaggio dettagliate, allestimenti o procedure alternativi, indicazioni esaurienti per l'acquisto dei materiali necessari, in aggiunta alle normali attrezzature di laboratorio, e l'eventuale software di simulazione e di elaborazione dati. Sono inoltre offerte proposte di diversi contesti didattici in cui l'esperimento può essere inserito e rimandi ai materiali di approfondimento (link esterni e background reading).



Cosa osservare

L'esperimento analizza il comportamento di una "molla" durante le transizioni di fase Austenite \leftrightarrow Martensite deformata al variare della temperatura e del carico applicato.

In particolare si può :

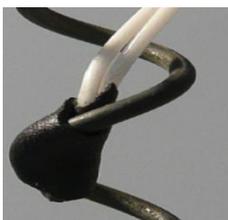
- Analizzare il comportamento contro intuitivo della molla di nitinolo, che sottoposto a riscaldamento si contrae.
- Studiare la dipendenza della lunghezza della molla al variare della temperatura (attraverso la transizione di fase)
- Osservare la curva di isteresi. Studiare come essa, ovvero le temperature di transizione, varino al mutare del carico applicato.
- Studiare la dipendenza della resistenza della molla dalla temperatura e dal carico applicato.
- Valutare l'efficienza della molla di nitinolo come attuatore.

Materiale occorrente (per una singola postazione)

- molla one way di nitinolo
- portamasse + masse da 50 gr (300 - 400 g totale)
- generatore di corrente
- multimetro¹ - uso voltmetro
- multimetro dotato di termocoppia
- 4 cavetti di collegamento
- computer
- asta di supporto con braccio orizzontale
- cronometro (opzionale)
- videocamera
- schermo o foglio bianco almeno A4
- righello o software di analisi video
- Un pezzetto di guaina termo restringente (opzionale)

Protocollo sperimentale

A - Preparazione della sonda di temperatura



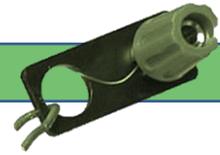
Incastrare la sonda di temperatura nelle spire della molla. In alternativa, fissate la sonda alla molla in modo stabile tramite il tubicino in guaina termo restringente dentro a cui sono infilate sia un breve tratto della molla che la punta della sonda.

B - Preparazione della molla per l'inserimento nel circuito

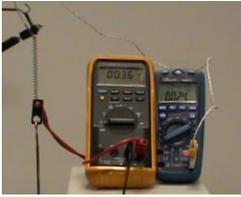


La molla deve essere sospesa verticalmente, in modo tale da potervi agganciare dei pesi. Inoltre deve essere isolata elettricamente dal sostegno, in modo da poter essere riscaldata in maniera controllata per effetto Joule (vedi lo schema del circuito successivo).

¹ Aniché usare i due multimetri si può optare per l'acquisizione online tramite sensori di tensione e temperatura, rispettivamente. L'inserimento nel circuito è identico.



C - Preparazione del circuito

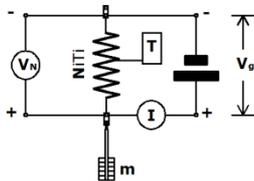


La temperatura della molla viene aumentata in modo controllato facendo scorrere corrente attraverso di essa, utilizzando il circuito illustrato in figura: montate la molla in serie al generatore di corrente e mettete in parallelo il multimetro in modalità voltmetro.

D - Riprese video



Le grandezze da rilevare in questo esperimento sono la temperatura T , la lunghezza della molla L , la tensione V . In assenza di un'acquisizione diretta via computer, il metodo più efficace per misurare tutte queste grandezze contemporaneamente è quello di utilizzare una ripresa video utilizzando una videocamera o una fotocamera in modalità multi-scatto. Disponete l'apparato in modo che sia tutto inserito nell'inquadratura della telecamera/fotocamera. I valori del display degli strumenti devono essere chiaramente leggibili anche sul filmato. Ponete sul fondo uno schermo o, in alternativa, un foglio bianco dietro la molla. Tenete fissa l'inquadratura per tutta la ripresa e usate preferibilmente un cavalletto.



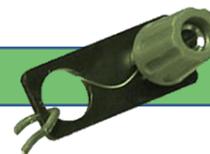
Scegliete una massa iniziale (tipicamente 250 gr) e appendetela alla molla utilizzando il porta pesi. Accendete il generatore in modo che passi una corrente costante (consigliato tra i 2 e i 2,6 A) attraverso la molla. La molla inizierà a scaldarsi e conseguentemente a contrarsi. La contrazione completa avviene in pochi secondi e la temperatura finale può raggiungere i 100° C. Una volta completata la contrazione, se siete interessati ad acquisire i dati della resistenza della molla anche in fase di raffreddamento, abbassate la corrente a circa 0,5 A.

Se si ha tempo, è decisamente interessante ripetere il ciclo con masse diverse. Se cambiate massa però prima di registrare fate un ciclo completo con la nuova massa.



Leggete attentamente i dati forniti dal rivenditore per evitare di rovinare la molla con un eccesso di corrente o di stress meccanico. Le indicazioni qui sotto riportate si riferiscono alle molle reperibili da www.mindsetonline.co.uk.

- **Non eccedete mai i 3 A di corrente e i 500 g di massa!**
- **Evitate che si produca un allungamento superiore ai 10 cm!**



E – Analisi del video ed elaborazione dati



Le misure di spostamento si ricavano con il software di analisi video Tracker . Per utilizzarlo con la molla di Nitinolo consultate il tutorial presente nella pagina sopra indicata alla voce “Guide al laboratorio. Potete:

- 1 – tabulare la temperatura in funzione del tempo
- 2 – tabulare la lunghezza in funzione del tempo
- 3 – tabulare la lunghezza e la temperatura agli istanti corrispondenti.

Reperimento materiali

Le **molle di Nitinolo** si possono comprare

- www.mindsetonline.co.uk UK inserire nella quick search a sinistra “smart niti spring” oppure “PAC SW3 “. Costo £5,40 l'una, spedizione esclusa. Pagamento anticipato in sterline.
- www.futurashop.it Futuraelettronica- Italia - sotto la voce “nuove tecnologie”. Costo 16 euro per molla escluso spedizione.
- SAES Getters Group - Lainate Milano - Italia
- Imagesco <http://www.imagesco.com/> vedi “nitinol products”. USA

Software utilizzato

- Tracker - Software di analisi video liberamente scaricabile all'indirizzo <http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/> - Fa parte della collezione Open Source Physics.