

Memory metals - 3. Transizione di fase: proprietà acustiche

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

- Comprendere come mutamenti a livello atomico nel reticolo cristallino si riflettano in un evidente cambiamento delle proprietà macroscopiche del materiale.
- Utilizzare l'osservazione di tali proprietà per ottenere informazioni sulla microstruttura.

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.



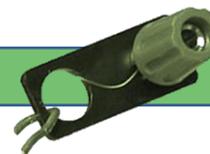
Prevede una raccolta sistematica di dati e una successiva analisi, con metodi tipici di un laboratorio scolastico, senza particolari difficoltà.



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



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

Inizialmente vengono esplorate a livello puramente qualitativo una serie di proprietà quali lucentezza, rugosità, malleabilità e trasmissione del suono in due barre di Nitinolo a diversa composizione, tale che a temperatura ambiente si trovino in fasi diverse.

Si può inoltre studiare la trasmissione del suono e la frequenza emessa in una stessa barra al variare della temperatura.

Materiale occorrente (per una singola postazione)

- 1 barra cilindrica Ni51Ti49 (lung. 22 cm ; \varnothing 0,9 cm)
- 1 barra cilindrica NiTiCu10 (stesse dim.)
- 1 barra cilindrica INOX¹ (stesse dim.)
- 2 sonde di temperatura
- software di registrazione e analisi audio²
- microfono
- computer
- martelletto
- guantone da forno
- fornello
- pirofila di $\varnothing > 20$ cm
- software di analisi video
- pinze

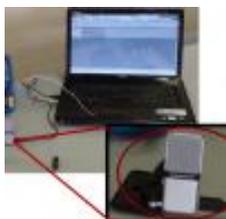
Protocollo sperimentale

A - Confronto proprietà di due barre: fase Austenite/Martensite



Distribuite a ciascun gruppo le due barre di Nitinolo e chiedete di individuare ed elencare tutte le proprietà che risultano manifestamente diverse. E' possibile confrontare la rugosità, il colore, la lucentezza, la plasticità (la barra in fase martensitica può essere facilmente piegata a mani nude). Ma soprattutto è molto diversa la propagazione del suono. Per quest'ultima proprietà provate a buttare per terra una barra dopo l'altra e ascoltate il suono prodotto.

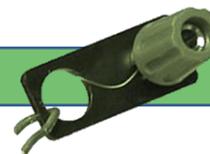
B - Preparazione alla registrazione



L'ultima prova, quella riguardante il cambiamento del suono prodotto in transizione di fase dalle barre quando vengono percosse, può essere facilmente approfondita in senso quantitativo lavorando con file audio registrati dagli stessi studenti al variare della temperatura. Scaricate ed installate il software *open source* di registrazione ed analisi audio Audacity³. Inserite il microfono USB e fate qualche prova in un ambiente il più silenzioso possibile. Verificate di riuscire a

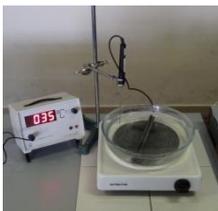
¹ Potete utilizzare un qualunque altro metallo, l'importante è che forma e dimensioni della barra siano paragonabili a quelle del nitinolo

² Si propone l'uso del software free Audacity (<http://audacity.sourceforge.net/>)



registrare anche il suono smorzato prodotto dalla martensite una volta percossa. Registrate 1' di "silenzio": vi sarà utile per rendervi conto che il silenzio non è in realtà assoluto, e per distinguere successivamente le frequenze del suono della barra da quelle accidentalmente presenti nell'ambiente (fondo).

C – Trasmissione del suono al variare della temperatura



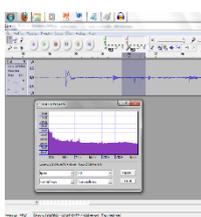
Utilizzate due sbarre di dimensioni e forma confrontabili, meglio se cilindriche: una di nitinolo ed una di un metallo non a memoria di forma, ad esempio ferro o acciaio Inox. La sbarra di nitinolo a temperatura ambiente è in fase martensitica (NiTiCu10). Inizialmente la barra è refrigerata fino a 0° C ponendola per 15' in un freezer. Dopo averla estratta afferratela stringendo delicatamente con due dita nella posizione corrispondente ad un nodo della frequenza di vibrazione fondamentale. Per aiutarvi ad individuarlo rapidamente segnate con un pennarello indelebile la posizione del 1° nodo: distanza dall'estremità = $0,224 * L$, dove L è la lunghezza della barra stessa.

Per una introduzione ai modi di vibrazione di una barra potete consultare il sito (in particolare alle pagine indicate in bibliografia)

<http://fisicaondemusica.unimore.it>

Controllate la temperatura della barra, fate partire la registrazione e colpite più volte la barra col martelletto ad un'estremità, o a circa metà lunghezza cercando di impartire colpi sempre uguali per intensità e posizione. Terminata la registrazione e salvate il file. L'operazione va ripetuta durante tutto il ciclo (riscaldamento e successivo raffreddamento) ad intervalli regolari di temperatura, ad es. ogni 5 °C.

D – Analisi del suono ed elaborazione dati

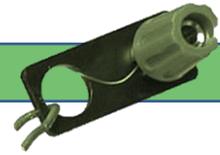


Utilizzate Audacity per ricavare lo spettro sonoro da ciascuna registrazione. Da questo estraete le frequenze fondamentali di vibrazione al variare della temperatura eseguendo una media sui diversi colpi ripetuti.

E – Acquisizione dati con smart phone – modalità alternativa

E' possibile ottenere registrazioni audio discrete anche con telefoni cellulari, in particolare smart phone. Esistono alcune apps⁴ sia per iphone che per android che permettono di cogliere in tempo reale la variazione della frequenza e dell'intensità del suono. Purtroppo esse non consentono di memorizzare permanentemente i risultati per la successiva analisi. Per questo è consigliato l'uso di Audacity anche qualora non sia stato utilizzato per la registrazione.

⁴ Vedi pagina Reperimento materiali



Reperimento materiali

Le **barre di nitinolo** da noi utilizzate sono state fornite dallo IENI CNR di Lecco. Barre di diametro maggiore sono reperibili presso la SAES Getters Group.

- Per quanto riguarda invece le barre di controllo potete rivolgervi ad un qualunque fabbro o ferramenta. Oltre al ferro potete utilizzare barre di un altro materiale ad es di acciaio inox. L'importante è che le dimensioni siano paragonabili a quelle delle barre di Nitinolo da voi usate.
- Il microfono da noi utilizzato, ad attacco USB e con scheda audio incorporata, è GO Mic della Samson. Costa 39€ ed è reperibile in qualsiasi negozio di strumenti musicali.

Software utilizzato

- Audacity - Software di registrazione, editing and analisi audio liberamente scaricabile all'indirizzo <http://audacity.sourceforge.net/>

Tra le apps per Android

- Pure Audio Recorder http://www.appbrain.com/app/pure-audio-recorder-free/ip.gr.java.conf.nand.pure_audio_recorder_free
- SpecPro Analyzer 5,99 euro
- SpecScope Spectrum Analyzer 0,99 euro.