



Università degli Studi
di Modena e Reggio E.

Annamaria Lisotti, Guido Goldoni, Valentina De Renzi
annamaria.lisotti@unimore.it



www.nanolab.unimore.it



A Project of the Physics Department - University of Modena and Reggio E. IT

Nanoscience and Nanotechnology at High School: a Hands On, Inquiry Based approach

The Fibonacci Project European Conference - Leicester 27/04/2012





Upper secondary: too early for Nanoscience?



At what point should one allow high school students to experience cutting edge science ?

When are they considered to have a **sufficient knowledge foundation** in spite of the fact that they are **daily exposed to** and already massively consume the **technological outcomes** ?

Upper Secondary students should be more mature,
more prepared
ready to make vocational choices ...

Paradox

...still teachers seem to take a step back!

Less curious pupils or
less appetizing Science Menu served ?





Mostly a teachers' issue *



External constraints

- *Curriculum pressure*
 - ☐ No Time!
 - ☐ Managing Higher Maths + abstraction
 - ☐ Impending Assessment
 - ✓ National tests
 - ✓ How to grade: no guidelines, time consuming
 - ☐ The «scaffolding» curse *
- *Lack of equipment and funds*

Personal beliefs

- *Confidence needed!*
 - ☐ Little experimental experience
 - ☐ No personal experience in research and IBSE
 - ☐ It calls for a new «role»
- *Not «in-depth» enough*
 - ☐ Only spectacular → unsuitable for higher education
 - ☐ IS IT ???! <http://iypt.org>
The International Young Physicists' Tournament

* Specific of the Italian context



What we tried to work on



External constraints

- *Curriculum pressure*
 - ☐ No Time!
 - ☐ Managing Higher Maths + abstraction
 - ☐ Impending Assessment
 - ✓ National tests
 - ✓ How to grade: no guidelines, time consuming
 - ☐ The «scaffolding» curse
- *Lack of equipment and funds*

Personal beliefs

- *Confidence needed!*
 - ☐ Little experimental experience
 - ☐ No personal training in research and IBSE
 - ☐ It calls for a new «role»
- *Not «in-depth» enough*
 - ☐ Only spectacular → unsuitable for higher education
 - ☐ IS IT ??!! See <http://iyppt.org>

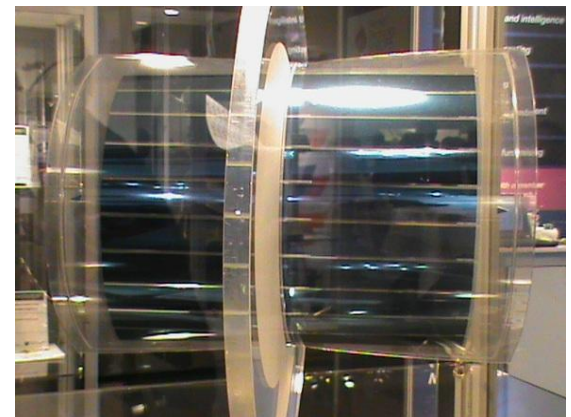
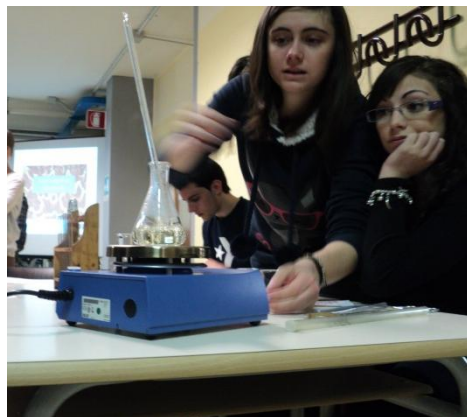
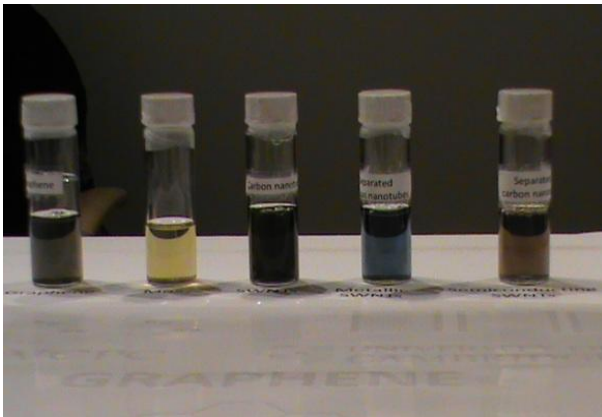


Focus on Nanoscience

NANO
LAB

Nanoscience is an ideal playground to

- ❑ engage students in **frontier research**
- ❑ introduce the basics of quantum mechanics at high school level with an **hands on** and intrinsically **interdisciplinary** approach,
- ❑ link **fundamental science** both to present and perspective **technology**
- ❑ enhance Inquiry Based Science (**IBS**) approach at secondary level





IBSE: why it can help



IBSE suits very well our aims because

- ❑ is based on **students active involvement**
- ❑ offers **significant tasks** linked to the real world
- ❑ is a **working style** (researchers')
 - ✓ Learning to *ask questions...* and *use evidence* from their own experimental *work to answer*
 - ✓ *Formulating conjectures* and *making predictions*
 - ✓ *Communicating* conclusions and being ready to *discuss*
- ❑ calls for a **new teacher's role**: no “sage on the stage” but “guide on the side”





Nanolab Project labs : features



- ☐ **Researchers involvement**
- ☐ **Easy to perform** in school
- ☐ **Short** : 1-2 lessons
- ☐ **Low cost** : reasonably cheap materials and equipment
- ☐ Strong **interdisciplinary approach** : Physics, Chemistry, Biology
- ☐ Can be **taylored to suit different needs and levels**

- ☐ Highlighting **fundamental points in nanoscience**. At the nanoscale
 - ✓ **new properties** can be observed
 - ✓ **new laws** are dominating
 - ✓ atomic manipulation can bring to **new pre-designed materials**
 - ✓ to this aim **new tools** are needed
- ☐ Massive use of **new technology tools**
 - ✓ some of them already owned by students themselves: cameras, mobiles, smartphones, ...
 - ✓ **open source software**
 - ✓ sensors



Nanolab Project labs : contents



Although addressing nanoscience the activities

- ☐ still **teach fundamentals** and strongly link to curricula supplementing **traditional topics**
- ☐ sometimes **challenge “school linear physics”**
- ☐ are a natural **complement** to visits at the **research center**

Topic	Key idea	Link to curriculum
Memory shape alloys	properties are determined at the nanoscale : atomic manipulation for smart materials	phase transition, metals behaviour on heating ...
Gold Nanoparticles	size matters; light and matter interaction	light scattering, spectrometry, particle diffusion
Nanostructured Surfaces	new hierarchy in forces	Forces, friction
Conductive polymers QTC	Quantum Physics at work	conductivity



What we can't see at school ... yet

Still ...

**... many properties of matter are determined
at the nanoscale ...**

**... BUT some of them can be appreciated at
the macroscale EVEN in a school lab !!!**



Nanomaterials



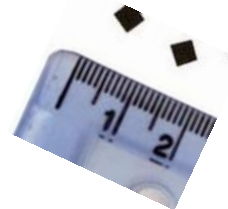
A central role in the lab activities is played by **nano materials**.

- ❑ Produced with specific and **predesigned physical and chemical properties**, they are actually leading to many and appealing applications.
- ❑ Students excited to deal with **the real “stuff”**! materials with direct applications energy harvesting, space flights,...
- ❑ **Unknown**, no preconceptions, cannot appeal to textbook ‘truth’ (teachers too!)



- ❑ Samples quite cheap BUT not ordinary/ easily accessible on the educational market: **collaboration of firms and research centers** essential

But it works!





Memory metals: qualitative approach

NANO
LAB



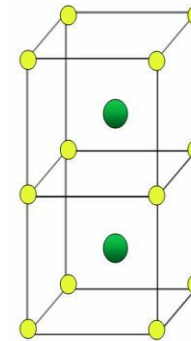
Qualitative testing of Nitinol:

- discover typical behaviour
- imagine possible applications

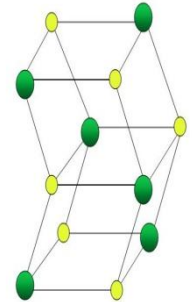
Shape memory activation



Austenite



Martensite



What's a **phase transition** ?
A solid-solid example

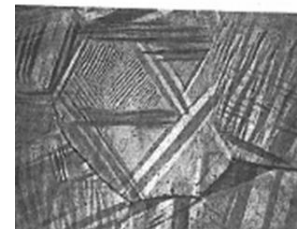
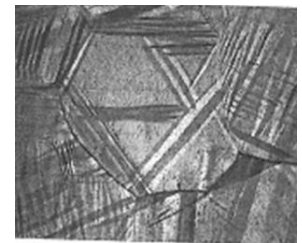


Hunting for change in properties:

acoustic transmission, pliability,
reflectance, surface smoothness
electrical resistivity



A look
inside





Memory metals: upgrade

NANO
LAB

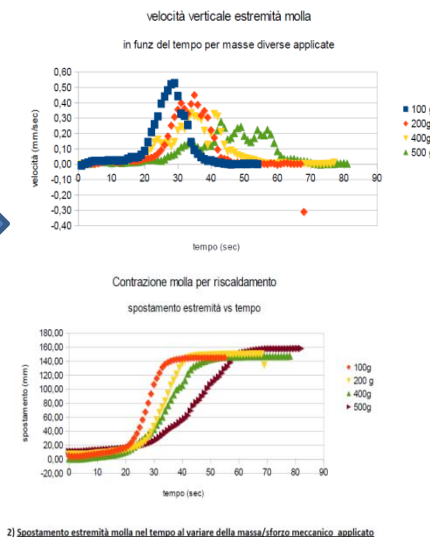
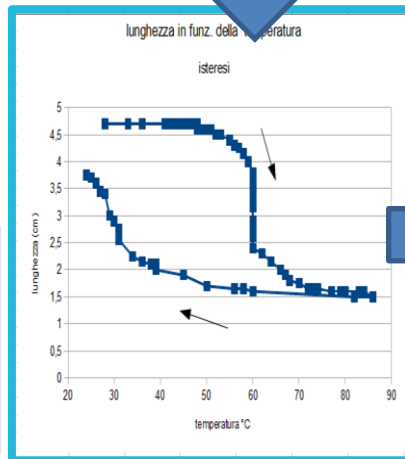
Still keeping the «wow factor» as motivating input BUT
upgrading from communication **to quantitative experiments**



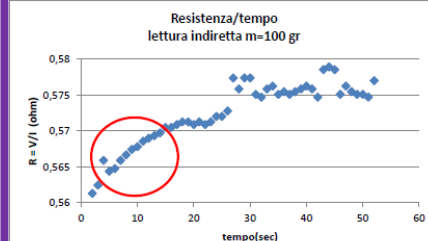
Linking variables

Stress factor influence

Hysteresis in
elongation vs time:
what does it stand
for?



Deeper insight

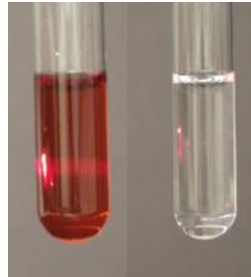


2) Spostamento estremità molla nel tempo al variare della massa/forzo meccanico applicato



Nanoparticles: size matters!

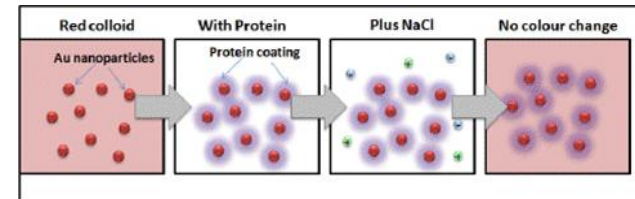
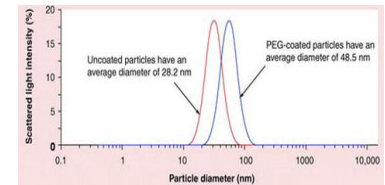
NANO
LAB



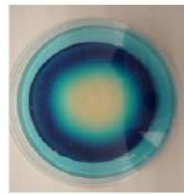
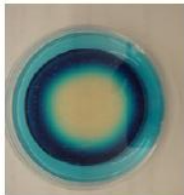
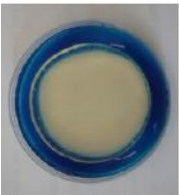
Colloidal gold **synthesis**



Medical application as **colorimetric sensor** : the change in aggregation level is signalled by the change in colour.



Diffusion model according to dimension



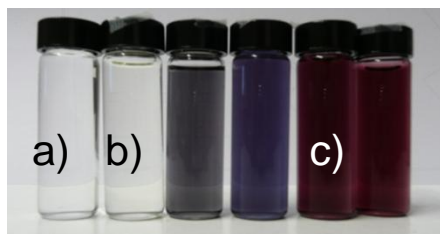
UV
nanoparticles
synthesis





Home made spectrophotometry

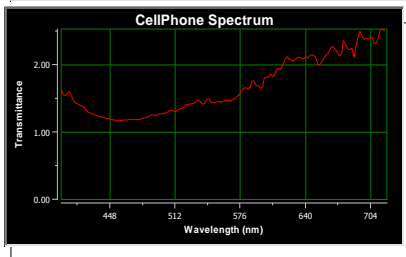
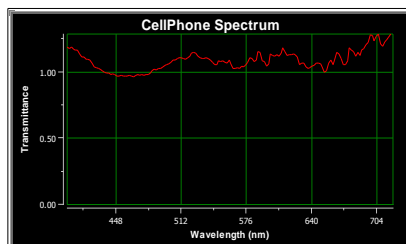
NANO
LAB



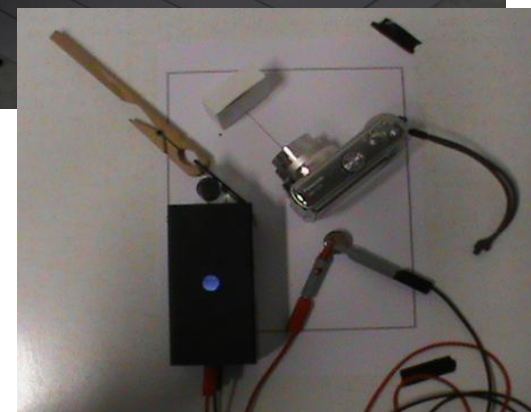
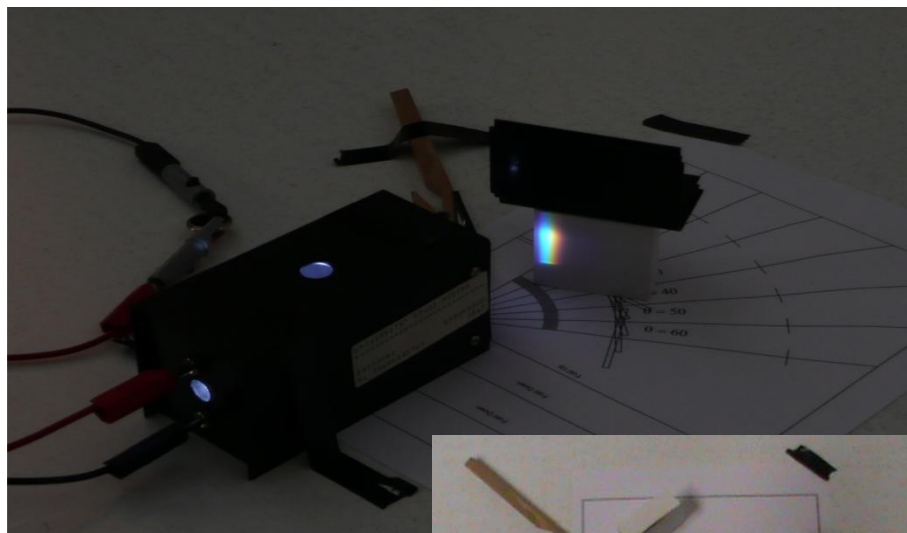
- a) Empty vial
- b) Gold solution
- c) Colloidal gold



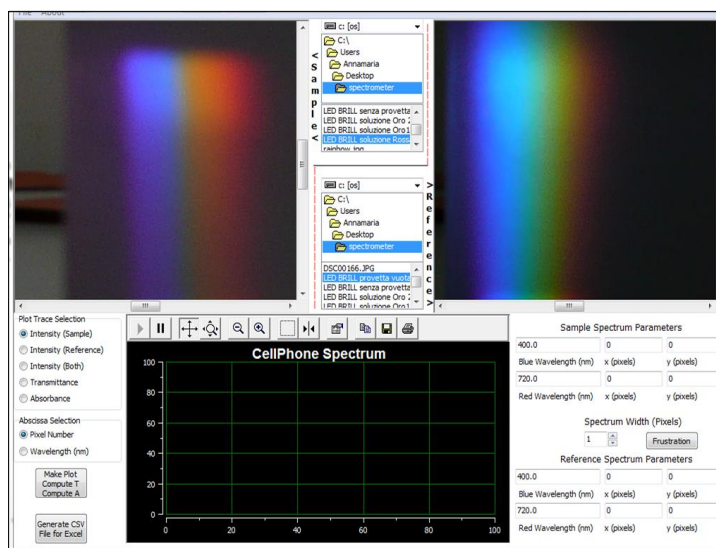
a) b) c)



Trasmission: a) e c)



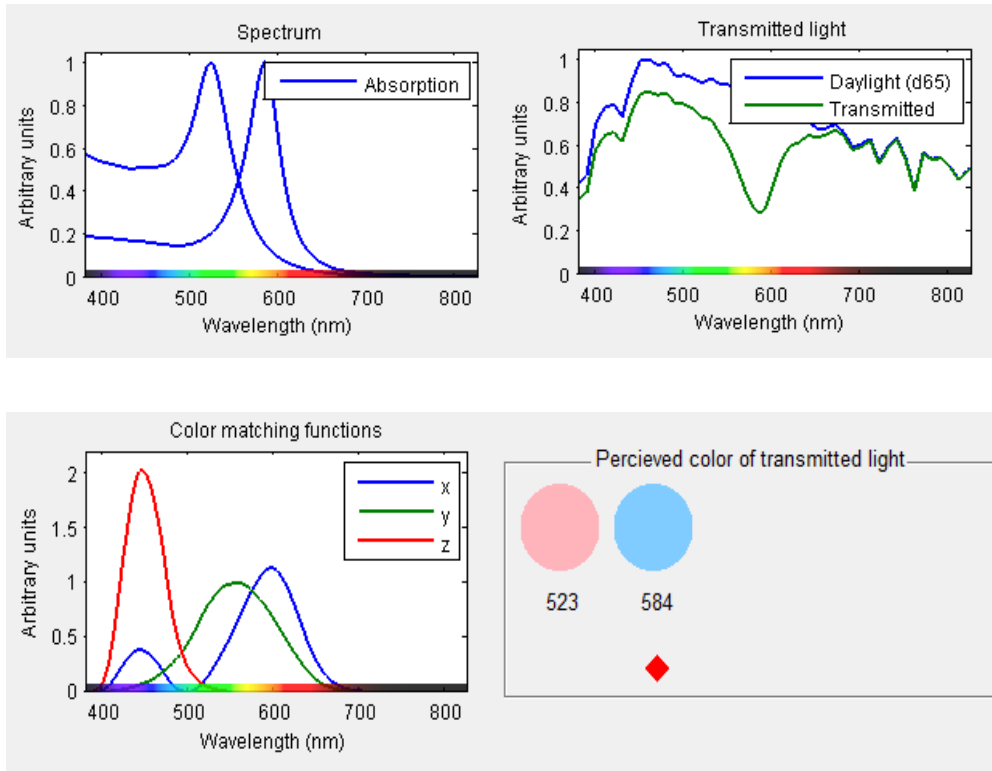
Experimental setup



Handy Spectrometer



Beyond experiments : Simulations



As in real Research not everything can be dealt with experimentally

That's where **simulations** come in and help in investigating, still IBSE !

Integrated with the experimental activities, easy to use interfaces, works on any PC



Quantum Tunneling Composite

NANO
LAB

Can QTC /organic polymers be good pressure sensor?

What are the characteristics of a good sensor?

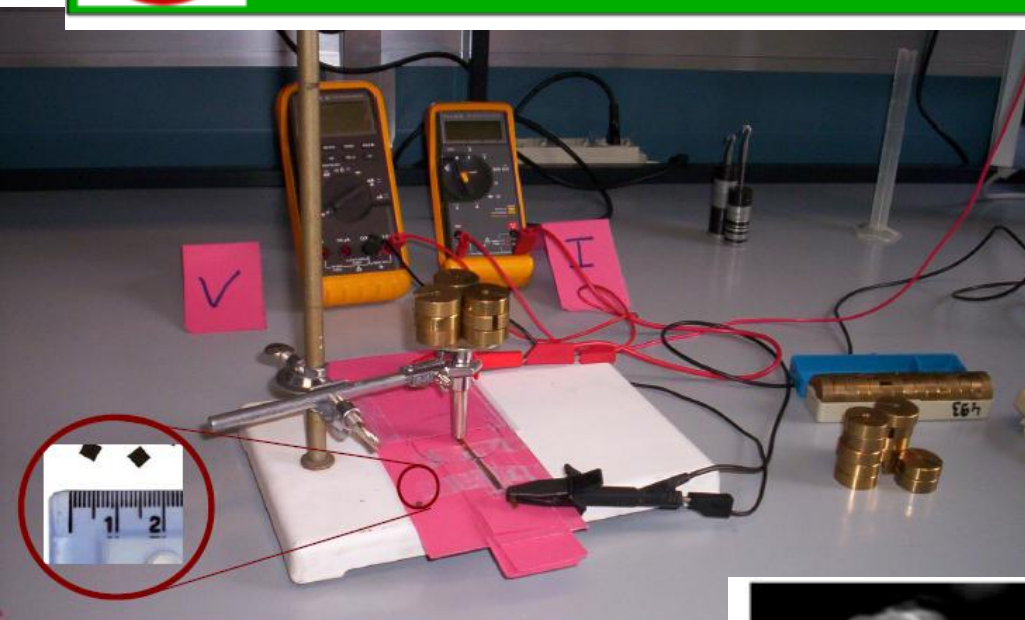
- ❑ Quick answer
- ❑ Sensibility
- ❑ Affidable, high precision
- ❑ Little influenced by the environment
- ❑ Strong



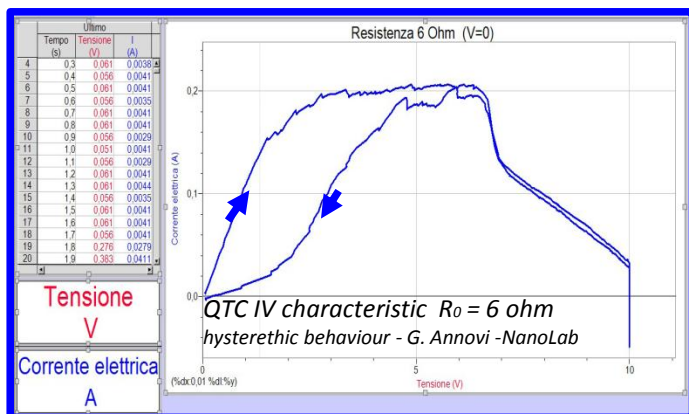
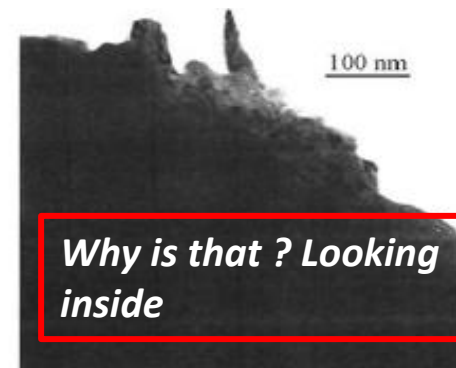
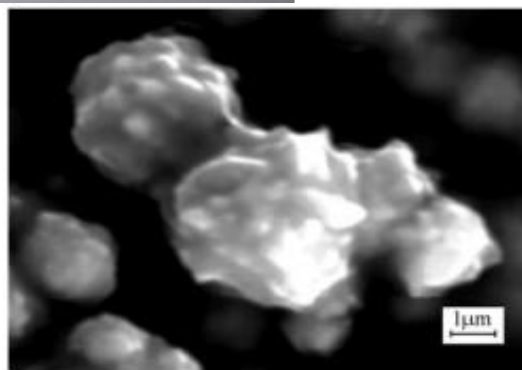
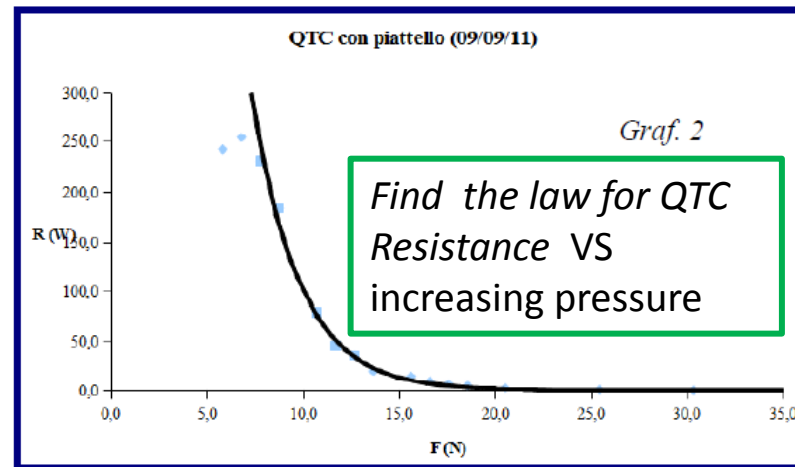


QTC : upgrade

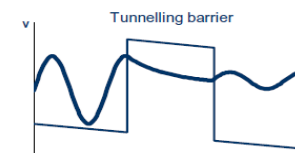
NANO
LAB



The experimental apparatus



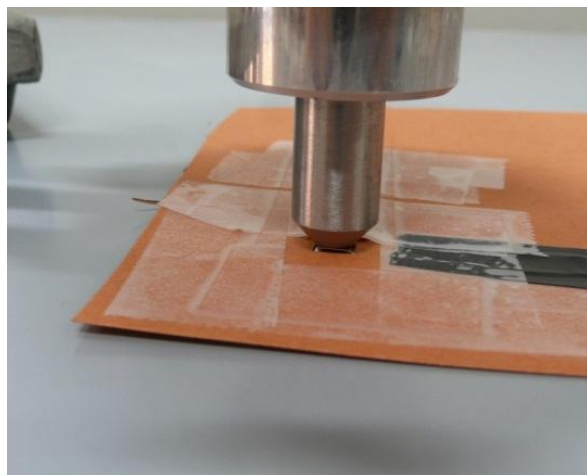
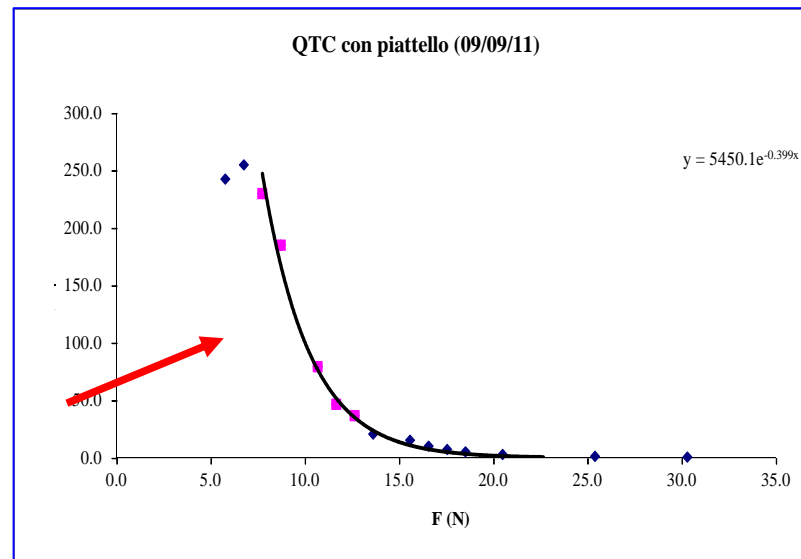
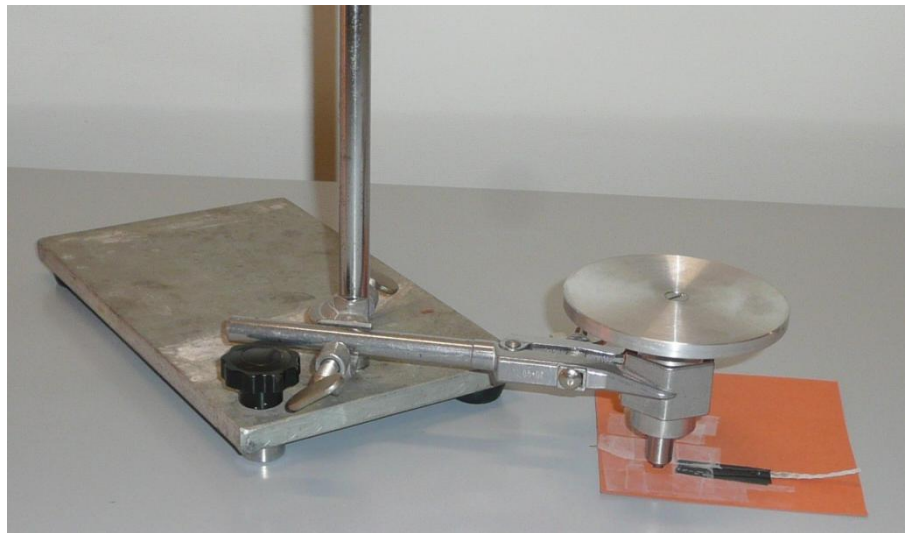
«Anomalous» IV Curve:
what's hidden behind?





Transport measurement

NANO
LAB





I. Taylored to suit different levels



Labs can be used according to teachers' inclination either

- ☐ in the **last year** (nanoscience/modern physics modules)
- ☐ **across the curriculum** since the very first years
extending and completing traditional themes with counterintuitive aspects
as
 - ☐ **simple demonstrations,**
 - ☐ **guided experiments**
 - ☐ **open inquiry activities**



I. Tailored to suit different levels

NANO
LAB

WOW !
and
beyond ...

Contact angle, adhesion, **capillarity**,
superhydrophobics and superhydrophilics,
amphiphilic molecules, Lotus effect, nanolithography, stainless
textures, *selfcleaning glass*, microfluidics,
hierarchically nanostructured surfaces, physics
of droplets, *inks for printable electronics*



Superhydrophobicity

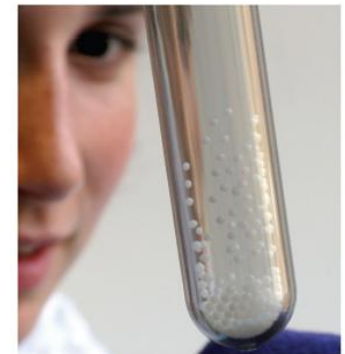
- **Bio-inspired manipulation** at molecular and atomic level can lead to the design and synthesis of new materials with new functionalities such as super adhesives or super hydrophobic surfaces.



Nanoworld forces



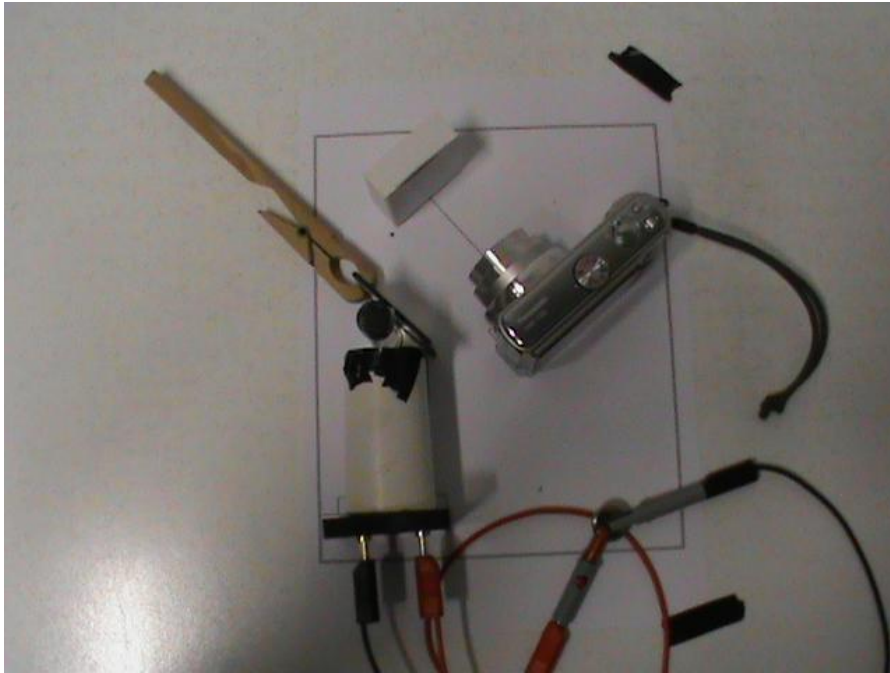
- At the nanoscale **gravity effect** can often be **overlooked**.
- **Electromagnetic and intermolecular forces play a dominant role** owing to the very small masses.
- At the nanoscale most of the atoms and molecules are at the interface thus surface properties in objects are dominated by **surface interactions**.
- Tribology has to do with interfaces ... Nanotribology is not just a proportional scaling down of macro friction





II. Low cost

NANO
LAB



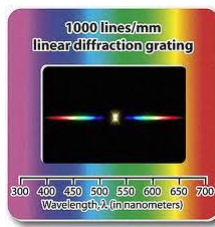
- ❑ Students can assemble on their own and devise improvements: no black boxes!
- ❑ Main issue: minimum quantity



Toilet paper roll + black
sellotape: 0 €



Ultra bright led
1,60 €



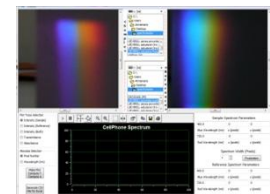
Diffraction
grating
2,50 \$



Glass vial
0,30 €
each



Colloidal gold
less than 1 €



Software open
source
0 €



III. New technology tools

NANO
LAB

Students have easy and free access to lots of technology quite useful for science work (unthinkable a few years ago). Many cells can make photos (single ones or multishot), shoot videos, can have incorporated sensors (apps)/software.



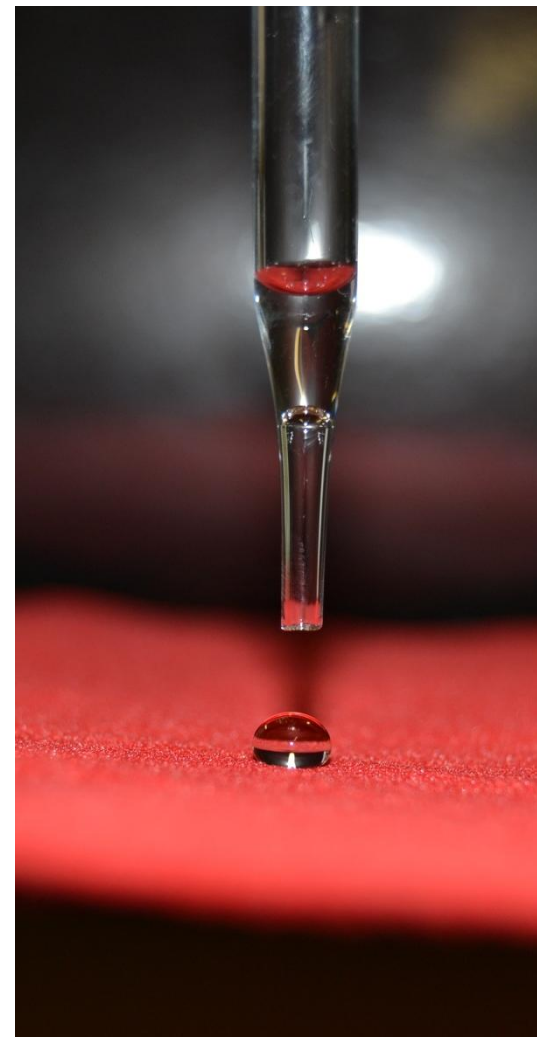
- Motivating
- Portable
- Low cost

AND MOST IMPORTANT
powerful!

- allow measurements impossible by hand
- save time
- Relatively high precision



Students taking drop pictures to measure contact angle





III. Application example : nitinol



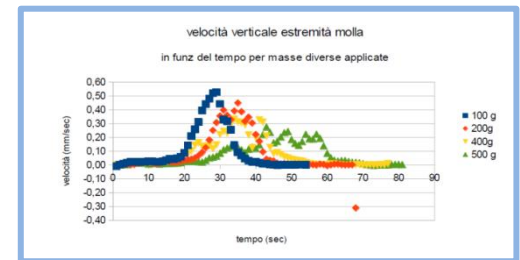
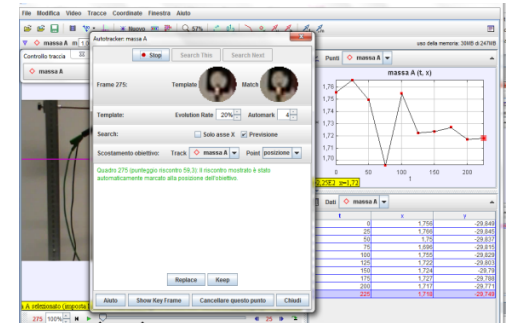
- ❑ A nitinol spring contracts in about 10 seconds:
hand measurements of the spring length are IMPOSSIBLE! → video tools used

- ❑ Tracker : 25 frames per sec → measurements allowed each 0,04 sec
average human reaction time is 1 sec

<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker/>

→ Access to much more information ! → steps and stops!

- ❑ Monitoring multiple measurements at the same time





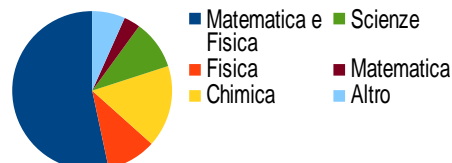
1st professional development course

NANO
LAB

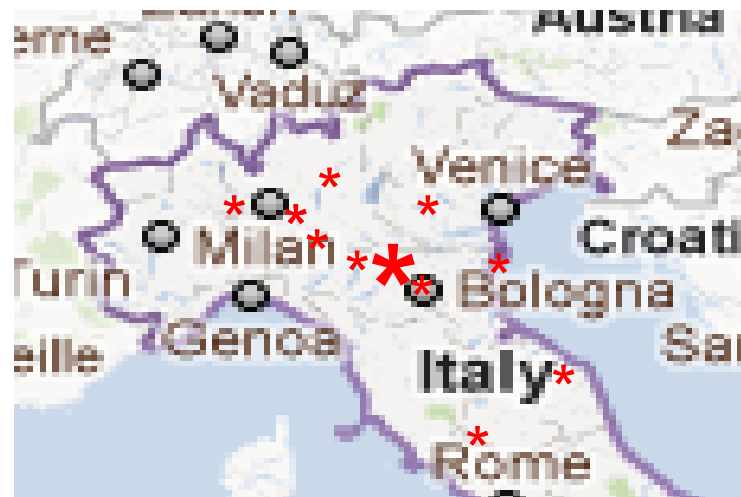
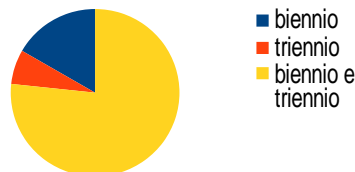


30 selected teachers
(FIFS) out of 54 requests
from all over Northern
Italy

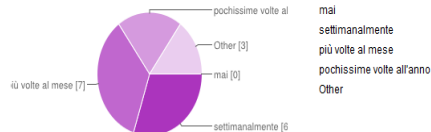
Materia insegnata (tot. 30)



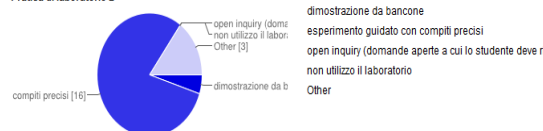
Età dei propri studenti



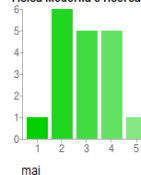
Pratica di laboratorio



Pratica di laboratorio 2

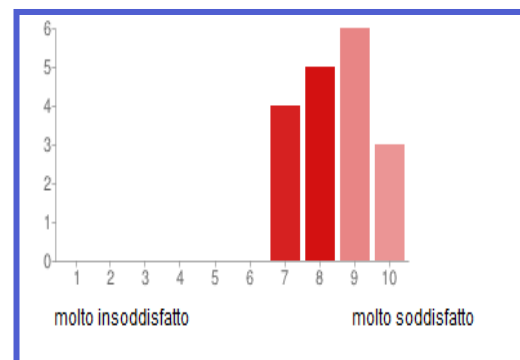


Fisica Moderna e ricerca



Most do not routinely
introduce research
topics and modern
Physics

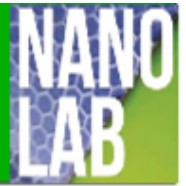
60% often in the labs BUT no
one with open inquiry
modality



Course satisfaction.
74% declared they
would implement at
least 1 lab within
their classes .



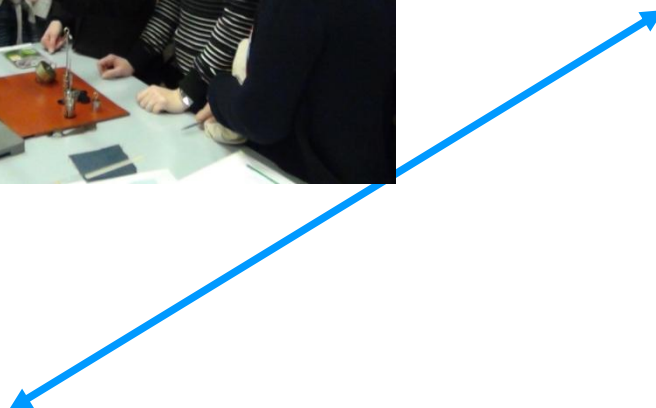
Building teachers' confidence is vital ...





... to tunnel through to students

NANO
LAB





www.nanolab.unimore.it

NANO LAB

NANOLAB

Le nanoscienze a scuola

Home Laboratori Seminari Corsi Ringraziamenti Contatti [Iscriviti alla Newsletter](#) PhysicsCom



Benvenuti

NANOLAB è un progetto rivolto a **insegnanti di materie scientifiche**, volto ad integrare le **nanoscienze** nei curricula della scuola superiore. Le nanoscienze rappresentano un contesto ideale per avvicinare i giovani alla **ricerca di frontiera**, introducendo la moderna **fisica della materia** in modo operativo ed interdisciplinare e legando scienze di base e tecnologia.

NANOLAB è parte di PhysicsCom, il Progetto Lauree Scientifiche del Dipartimento di Fisica dell'Università di Modena e Reggio E.. I materiali di NANOLAB sono distribuiti con licenza [Creative Commons 3.0](#).

Laboratori

I laboratori completano e approfondiscono argomenti trattati nei curricula delle scuole superiori, permettendo di cogliere le prospettive offerte dai nanomateriali e dalle loro peculiari proprietà. Pensati per essere replicati in un normale laboratorio scolastico, sono corredati da video

Seminari

Ricercatori del settore comunicano risultati e prospettive delle nanoscienze ad un pubblico non specialistico. Rivolti prioritariamente agli insegnanti, i seminari sono un utile strumento di aggiornamento professionale, ma anche di orientamento per gli studenti superiori in vista della scelta degli studi

Corsi



Il team di NanoLab, composto da scienziati e docenti del Dipartimento di Fisica, organizza corsi di aggiornamento e formazione per docenti di discipline scientifiche sulle nanoscienze in generale e sugli esperimenti proposti, anche in collaborazione con scuole e gruppi di

Free download of
**materials and
resources**

Editable under the
Creative Commons
Licence



La memoria di forma

Uno degli aspetti più spettacolari del Nitinolo è che riscaldato **recupera la forma** originaria. E' possibile stimare la **temperatura di attivazione** come pure ridurre la "memoria" del filo.




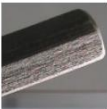
Transizioni di fase 1: resistenza, allungamento

Il nitinolo presenta una **transizione di fase solido-solido**. I mutamenti nel reticolo cristallino producono un cambiamento delle proprietà macroscopiche tra cui la **resistività**. Viceversa il monitoraggio di tali grandezze permette di **sondare la micro e nano struttura** del materiale.



Transizioni di fase 2: proprietà acustiche, malleabilità

Utilizzando barrette di nitinolo si dimostra come cambiano le **proprietà acustiche** e la **malleabilità** nel passaggio da Austenite a Martensite.



LEGENDA

Background Reading	Guida Docenti
Scheda Studenti	Simulazione
Videoguida al Laboratorio	Scheda sintetica

COMMUNITY

- [Forum NANOLAB](#)

IL TUO CONTRIBUTO A NANOLAB

Per suggerimenti, correzioni, commenti e contributi scrivere nanolab@unimore.it

IMMAGINI DA NANOLAB





Supporting materials





Background reading





Leghe metalliche a memoria di forma

Metalli intelligenti

Leghe a memoria di forma o metalli intelligenti (in inglese smart metals) sono espressioni usate per indicare una serie di composti metallici che, deformati meccanicamente, presentano la curiosa proprietà di tornare alla forma originale quando vengono scaldati al di sopra di una certa temperatura. Tra di essi il Nitinolo è uno di quelli più utilizzati.

Il Nitinolo (NTI) è un composto intermetallico: due elementi, Nichel e Titanio, sono miscelati nel rapporto stechiometrico di circa 1:1. Dal punto di vista cristallino, gli atomi di Ni e Ti si dispongono sullo stesso reticolo, alternandosi (vedi fig.2).

Transizioni di fase Austenite - Martensite

La maggior parte dei solidi ha un'unica struttura cristallina, ma il NTI ne ha due! Il passaggio dall'una all'altra costituisce una vera e propria transizione di fase allo stato solido, analoga in molti aspetti alla transizione solido-liquido. Come in quest'ultimo caso, infatti, il passaggio tra due stati della materia è indotto dalla variazione di temperatura, della pressione applicata, o da una combinazione dei due fattori.¹

La caratteristica distintiva di una transizione di fase è il brusco cambiamento di una o più proprietà fisiche. Le proprietà macroscopiche di un materiale infatti dipendono fortemente dalla struttura cristallina, pertanto una sua seppur lieve modificazione può portare a materiali anche molto diversi tra loro.

Un esempio familiare è quello del Carbonio: un cristallo di Carbonio con la struttura tetraedica (ogni atomo è al centro di un tetraedro al cui vertice siedono altri atomi) costituisce il diamante, un materiale trasparente, isolante e dalle eccezionali proprietà di resistenza meccanica. Ma il Carbonio può ugualmente creare nella forma cristallina della grafite, in cui gli atomi si



GRAFITE DIAMANTE

Fig.2: Grafite e diamante hanno la stessa composizione chimica essendo fatti di soli atomi di carbonio, la loro struttura cristallina è però profondamente diversa.

Per gentile concessione di Unimore e Unimore.it

¹ Si vedrà, tuttavia che vi sono anche notevoli differenze rispetto ai passaggi di stato classici: (non si tratta di un fenomeno diffusivo, non è a una temperatura caratteristica bensì un intervallo di temperatura, ...)

NANOLAB – le nano scienze a scuola - www.nanolab.unimore.it



Guida Docenti








Preparazione della molle per l'inserimento nel circuito


	
<p>Preparare in un qualunque negozio di elettronica due spinotti per ogni molle (3,00 euro l'uno circa). Svitare tutti i pezzi: tutto a vite spinotto (1), due anelli di plastica (4), due viti (5), un tassello in legno che plastifica di plastica a doppia fine (6); il primo per affilare la piastrella nella vite delle bocce e l'altro per appoggiare il portapiè o, alternativamente, per appendere la molle all'offito di sostegno.</p>	<p>Avvitare le bocce finali: non si separano il foro presente nella vite centrale (2). Svitare un capo della molle e infilare nel foro perpendicolarmente e a un'angolo leggermente a un'angolo per evitare che scivoli. Svitare la vite centrale da molle a pinella.</p>
	
<p>Avvitare un foro della piastrella nella vite (1) che è in (1) di plastica (4). Piastrine con le due vite (5).</p>	<p>Le piastrelline possono essere ricavate da materiali diversi: plastiche, legno, alluminio, ceramica, ... Se però anche materiali non isolanti elettricamente che non tocchino la vite centrale. Ripetere per la seconda estremità della molle.</p>
	
<p>Guarda il filmato: C'è alla pagina del sito</p>	

NANOLAB – le nano scienze a scuola - www.nanolab.unimore.it



Guida Docenti





Dove reperire i 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 Futurashop.it - Italia - sotto la voce "nuove tecnologie". Costo 16 euro per molle esclusa spedizione.
- > Negli USA esistono numerosi fornitori, uno di questi è <http://www.imagesco.com/> vedi "nitinol products".
- > In Germania vi è un produttore industriale di strisce, fili, tubi e lastre <http://memry.com/>

Oltre alle molle servono anche:

- a) le piastrelle a due buchi per agganciare le molle all'asta ed il portapiè alle molle. Sono venduti da www.mindsetonline.co.uk. Inserire nella quick search "Wire Holder plates" o il codice (211-011). Costo € 2,16 (10pc) esclusa spedizione.
- In alternativa si possono fare in casa, bucando pezzi di plastica rigida o eventualmente utilizzando piastrelle preforate metalliche (dal ferramenta 0,30 euro l'una circa); in questo caso è importante che una volta montate non tocchino la vite dello spinotto, ovvero siano isolate dal resto del circuito;
- b) gli attacchi per gli spinotti: in un qualsiasi negozio di elettronica. Costo 0,80 euro l'uno;
- c) i marmattini in un negozio di elettronica o materiale elettrico.

Note didattiche

- Uno dei problemi del nitinolo, che anche gli sviluppatori di applicazioni devono affrontare, è la sua **scarsa riproducibilità**. Questo è il motivo (oltre all'ovvio risparmio di tempo) per cui in modo un po' insolito per la pratica scolastica si raccolgono tutti i dati in un solo esperimento anziché eseguire più esperimenti che focalizzano di volta in volta su due sole variabili. Questo apparente handicap può rappresentare invece una opportunità unica di porre gli studenti in una situazione di ricerca attiva "inquiry based". Di fronte ad un materiale "nuovo e sconosciuto" con caratteristiche talora anche controintuitive, saranno loro nella gran mole di dati a decidere quali di volta in volta tentare di correlare e come affinare la propria ricerca. In questo modo vaglieranno e forse determineranno correlazioni significative anche al di là delle indicazioni iniziali fornite dal docente. Tenete infine conto che i dati raccolti dipendono

NANOLAB – le nano scienze a scuola - www.nanolab.unimore.it

Background reading

Detailed building instructions

Where to buy materials and equipment + price



Supporting materials



Scheda studente A

2

tomate nelle condizioni iniziali. (Potrebbero essere necessari anche 10'). Nel frattempo leggete i punti successivi preparando tutto l'occorrente per la videoregistrazione (vedi punto successivo)

Osservazioni:

Preparazione delle riprese

Ci sono moltissime variabili da controllare contemporaneamente ed alcune misure vanno eseguite in tempi molto rapidi. Per questo utilizzate una raccolta dati tramite immagini digitali.

- Disponete l'apparato in modo che sia tutto inserito nell'inquadratura. Controllate che i dati del display dei vari strumenti siano **chiaramente leggibili**. (Vedi fig.2)
- Posate un foglio bianco dietro la molla a mo' di schermo.
- Con un pennarello o del nastro adesivo colorato fate un segno sulla molla o sulla prima massa che sia ben visibile e tracciabile dal software di analisi video
- Lasciate ferma l'inquadratura per tutta la raccolta dati. E' consigliato l'uso di un cavalletto o di un appoggio fisso per la videocamera.

Raccolta dati-riprese

- Usando il multimetro in modalità ohmetro registrate la resistenza della molla R_{00} e leggete dalla sonda la temperatura iniziale T_0 .
- Accendete nell'ordine: videocamera, multimetro in modalità voltmetro e generatore.
- A developmento completo della molla lasciate ancora acceso il generatore per qualche secondo.
- Spegnete il generatore; cambiate la modalità del multimetro da voltmetro ad ohmetro.
- Lasciate raffreddare naturalmente la molla fino a che ritorna a temperatura ambiente.
- A temperatura definitivamente stabilizzata spegnete la videocamera.

Analisi dati

Lavorate sulle immagini per ricavare tutti i dati, perciò innanzitutto salvate il video sul PC ed eventualmente convertitelo in un formato compatibile col software di analisi video. Si ottengono i seguenti dati: resistenza R , tensione V^2 , corrente i , temperatura T (lettura diretta dagli strumenti).

¹ Resistenza Martensite Deformata
² R è letta in modo diretto solo in fase di raffreddamento, mentre in fase di riscaldamento si ricava da $1/R$

NANOLAB - le nano scienze a scuola - www.nanolab.unimore.it

Guida Docenti

3

1.5 Dare una "nuova memoria" al filo.

- Deformate il filo scegliendo una nuova forma (le V o ad S sono quelle più semplici). Accendete la candela. Usando le pinze per tenere fermo il filo ad entrambi i capi inseritelo nella fiamma. Un minuto dovrebbe bastare. Si dovrebbe avvertire una sorta di rilassamento nella tensione del filo (che prima tendeva a scattare per tornare nella sua forma originale).
- Lasciate raffreddare il filo. Deformatelo o raddriztatelo. Rimettetelo nell'acqua calda: dovrebbe recuperare la "nuova" memoria.

Non esponete il filo alla fiamma per un tempo maggiore: lo ravinereste!

Filmato a o usate il QR code

Potete sviluppare l'argomento attraverso i seguenti esperimenti quantitativi in cui è utilizzata una molla di nichelino (90%-way *shape memory*). Ovviamente potete usare i seguenti protocolli anche per scopi puramente dimostrativi.

2. Laboratorio sulle proprietà del nichelino

Finalità

- Riflettere sul significato di fase. Quando è che si può dire che un materiale ha cambiato fase? Da cosa lo si vede?
- Osservare l'esistenza di cambiamenti di stato diversi da quelli normalmente studiati (solido-liquido; gas-liquido, etc...); il nichelino presenta un raro esempio di variazione di fase solido-solido.
- Comprendere che mutamenti a livello atomico nel reticolo cristallino si riflettono in un evidente cambiamento delle proprietà macroscopiche di un materiale.

Cosa osservare

L'esperimento analizza il comportamento di una "molla" durante le transizioni di fase (Austenite) da (Martensite deformata) al variare della temperatura e del carico applicato. In particolare si può:

- Analizzare il comportamento **costitutivo** della molla di nichelino che sottoposto a

NANOLAB - le nano scienze a scuola - www.nanolab.unimore.it

Percolazione

* I composti tradizionali al carbonio si basano sul fenomeno della percolazione

Soglia di percolazione

* R range tipicamente tra 10^3 e 10^2 ohm

• Risposta **lineare**

Conducibilità: raggiunta la soglia di percolazione si ha un incremento drammatico, ma ben presto si raggiunge la saturazione

Polimero drogato con nanotubi di carbonio: si nota la linearità della risposta

Student lab sheet
editable

Teacher guide with
didactical notes

PPT editable

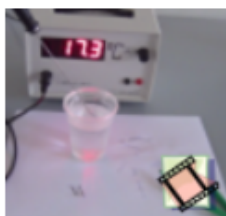


Lab video guide

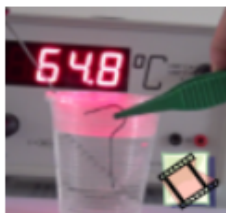
NANO
LAB



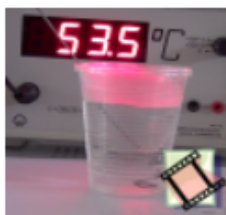
Riempite il bicchiere con acqua tra gli 80°e i 90°C. Piegate il filo nella forma voluta ed immergetelo nell'acqua. Usate le pinze per recuperarlo. ATTENZIONE agli occhi ! Se l'acqua è molto calda il filo tende a scattare appena sopra il pelo dell'acqua!



Avendo a disposizione un termometro si può rendere quantitativa l'osservazione. E' possibile stimare la temperatura minima di attivazione ripetendo più volte il ciclo man mano che il liquido si raffredda.



Ad una certa temperatura si comincia ad osservare un recupero solo parziale della forma. La transizione di fase infatti non è globalmente isoterma: i domini martensitici si trasformano in austenite a temperature diverse all'interno di un certo intervallo.



Al di sotto di una certa temperatura la memoria di forma non funziona più. Il filo rimane deformato.



Seminars



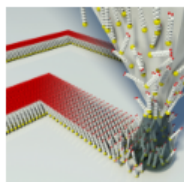
I seminari di NanoLab intendono proporre agli insegnanti di scuola superiore uno sguardo su argomenti della più attuale ricerca in nanoscienze, direttamente dalla voce dei ricercatori che su tali temi lavorano quotidianamente



Dalla Fisica della materia alla Tecnologia: uno sguardo sulle nanoscienze

G. Goldoni – Dip. Fisica UniMoRe – CNR S3 – Modena

[presentazione](#) [video](#) [approfondimenti](#)



Nanostrutture auto organizzate: entropia, monostrati e macchine molecolari

V. De Renzi – Dip. di Fisica UniMoRe – CNR S3 – Modena

[presentazione](#) [video](#) [approfondimenti](#)



Polimeri Conduttivi

A. Ruini – Dip. di Fisica UniMoRe – CNR S3 – Modena

[presentazione](#) [video](#) [approfondimenti](#)

licenza Creative Commons

Attribuzione-Non commerciale-Condividi allo stesso modo
3.0 unported.

LEGENDA



Background Reading



Guida Docenti



Scheda Studenti



Simulazione



Videoguida al
Laboratorio



Scheda
sintetica

COMMUNITY

■ [Forum NANOLAB](#)

IL TUO CONTRIBUTO A NANOLAB

Per suggerimenti, correzioni, commenti e contributi scrivere
nanolah@unimore.it



Open issues



External constraints

- *Curriculum pressure*

- ☐ No Time!

- ☐ Managing Higher Maths + abstraction

- ☐ Impending Assessment

- ✓ National tests

- ✓ How to grade: no guidelines, time consuming

- ☐ The «scaffolding» curse

- *Lack of equipment and funds*

Personal beliefs

- *Confidence needed!*

- ☐ Little experimental experience

- ☐ No personal training in research and IBSE

- ☐ It calls for a new «role»

- *Not «serious» enough*

- ☐ Too easy → suitable for younger pupils

- ☐ IS IT ???!! See <http://iyppt.org>



www.nanolab.unimore.it

NANO
LAB



Thank you for your attention!

annamaria.lisotti@unimore.it