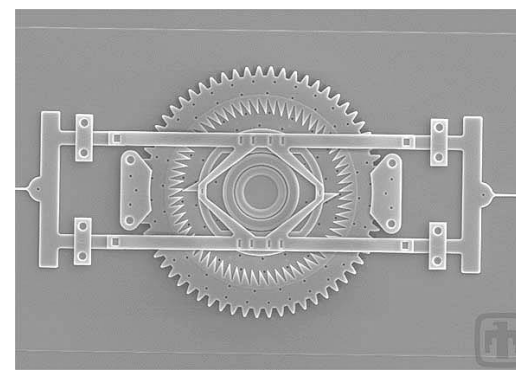
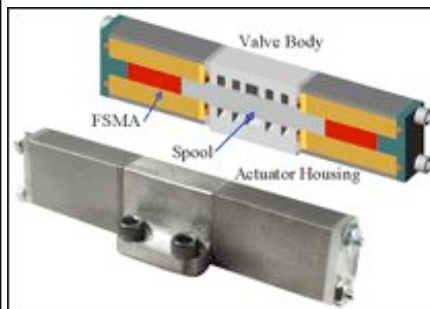




Materiali funzionali

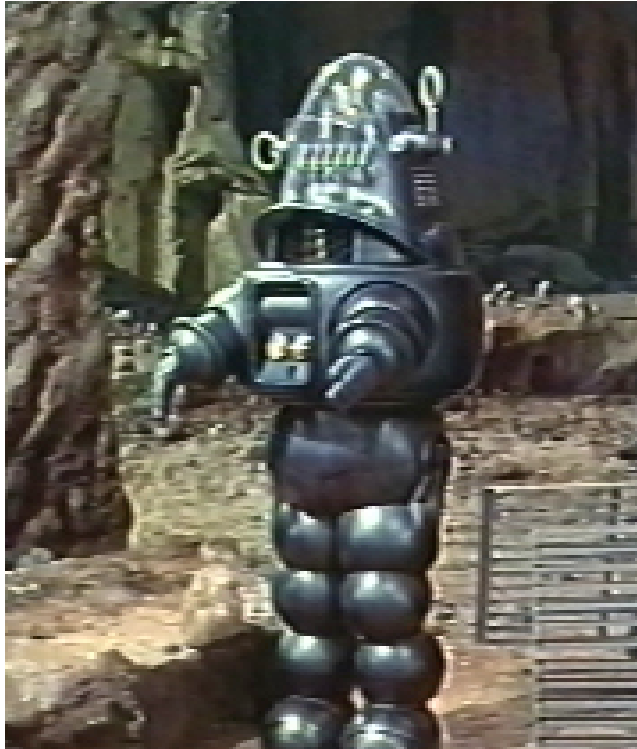
Introduzione: materiali funzionali ed intelligenti (Smart and Functional Materials)



L'ingegneria dal passato al presente

- L'ingegneria si è sempre occupata di realizzare dei componenti che rispondano nel modo migliore alle funzioni per cui vengono richiesti e i materiali avevano il compito di resistere alle sollecitazioni, non corrodersi, rompersi, piegarsi o vibrare.
- Nel passato l'ingegneria si è concentrata sul modo in cui assemblare differenti materiali e pezzi in modo da raggiungere l'obiettivo voluto.
- Al presente le cose stanno cambiando e si pensa al materiale in grado di svolgere delle funzioni (funzionale) ed avere un ruolo non solo passivo nei dispositivi.

Il robot ieri e oggi

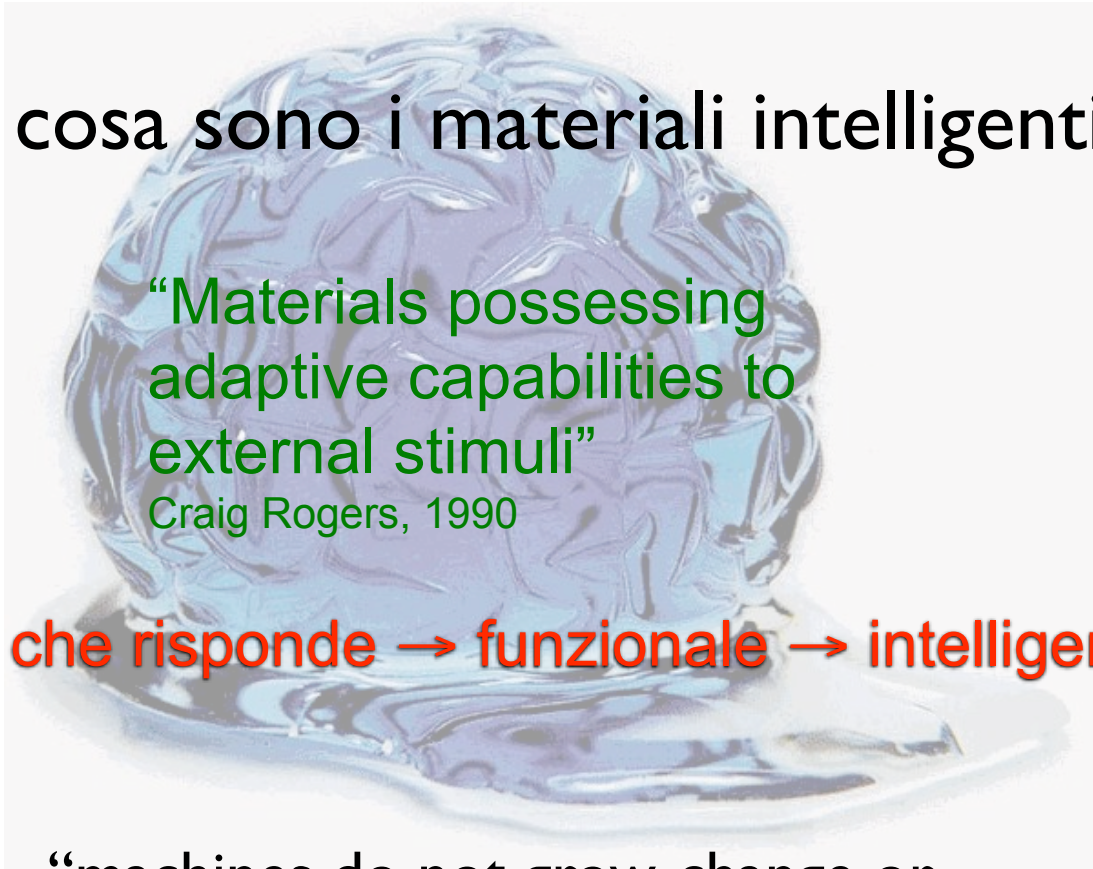


Robbie the robot:
meccanico ed
elettronico



Terminator II:
materiali funzionali
ed intelligenti

Che cosa sono i materiali intelligenti?

A blue, textured, brain-like object melting into a puddle. The object has a complex, organic shape with many small indentations and protrusions, resembling a brain or a piece of crystalline material. It is set against a light gray background.

“Materials possessing
adaptive capabilities to
external stimuli”

Craig Rogers, 1990

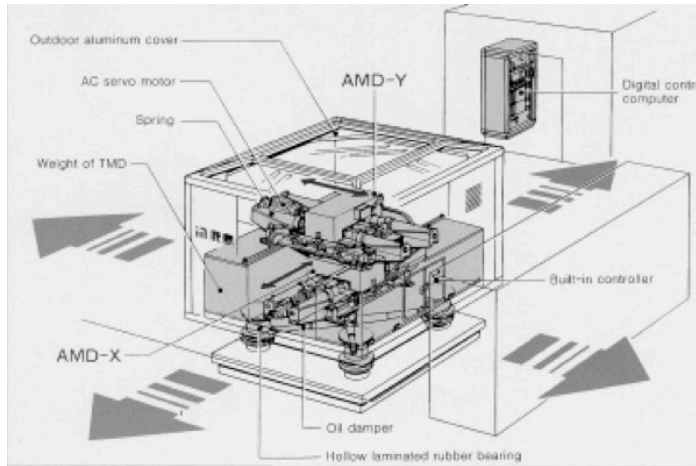
Materiale che risponde → funzionale → intelligente?

“machines do not grow, change or
metabolize of their own accord.”

Kisho Kurokawa in *The Philosophy of Symbiosis*

Forse qualcosa sta cambiando?

Un edificio intelligente

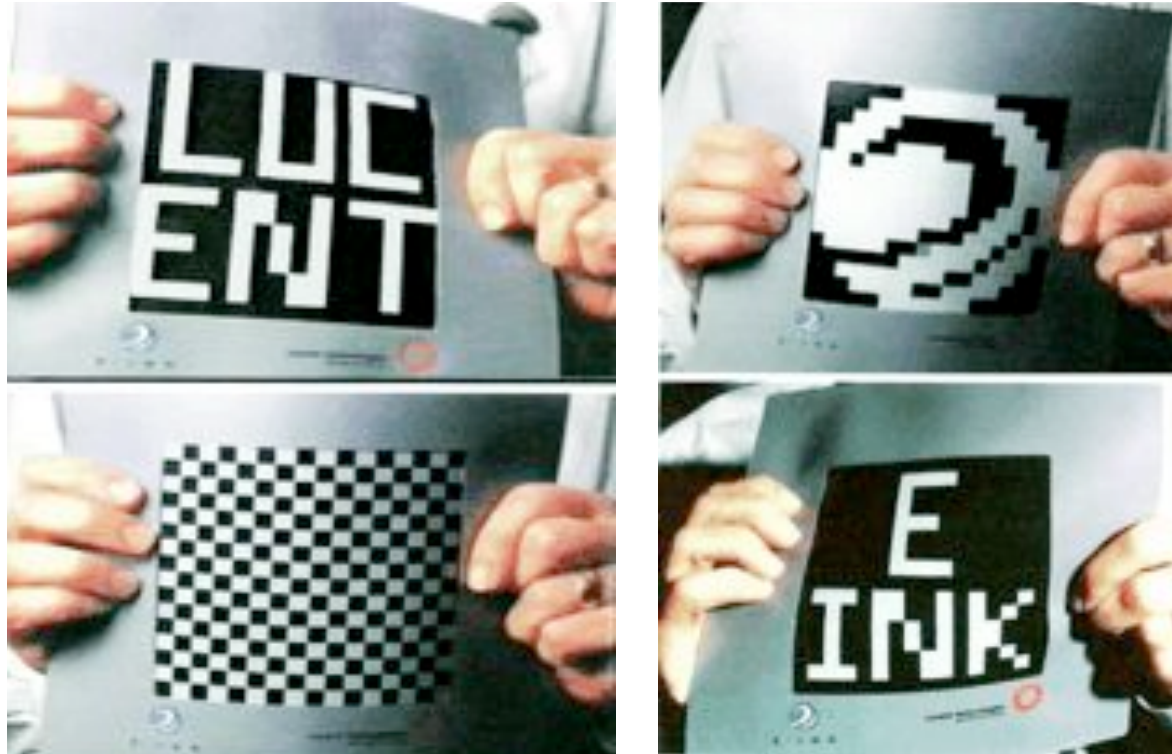


Dowa Kasai Phoenix Tower Osaka, Giappone



- Utilizza il sistema DUOX per ridurre le vibrazioni sismiche e l'effetto del vento
- Sistema HMD: Hybrid mass damper
- Con le SMA si possono realizzare dispositivi più semplici

Carta elettronica? Già c'e' al MIT



Si pensi ad un giornale che aggiorna
le notizie in tempo reale

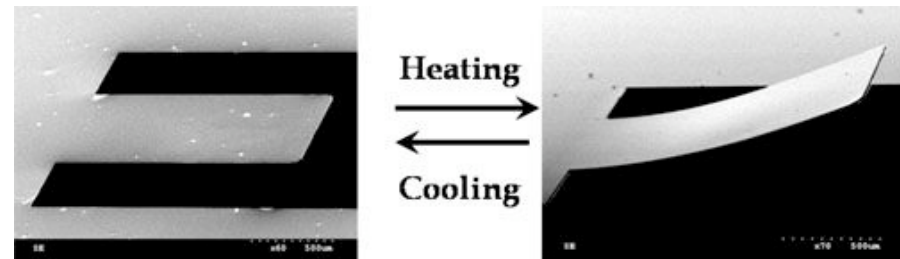
Movimenti nel piccolo....

La via più tradizionale con MEMS in silicio che imitano i dispositivi normali

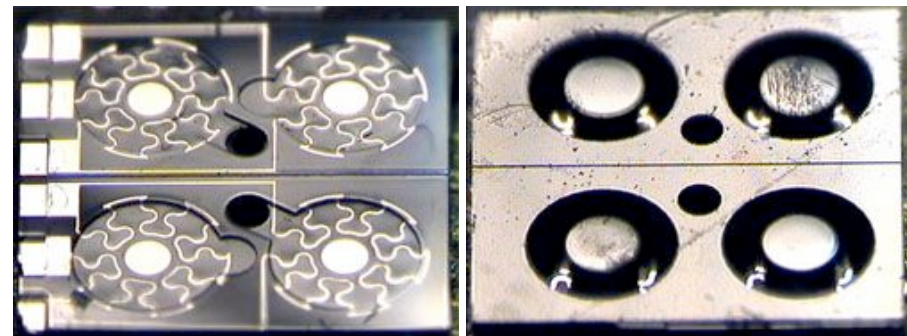


Occorre il motore però

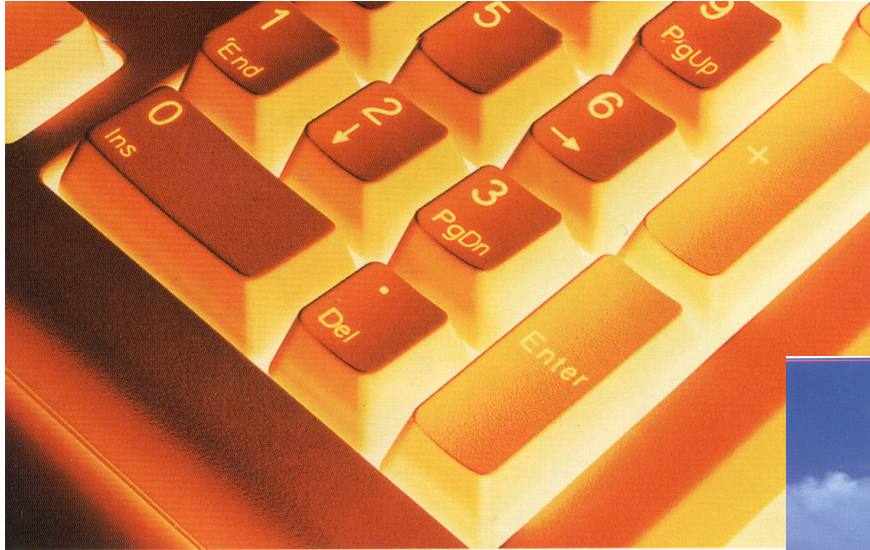
Utilizziamo materiali funzionali?
Mensola in NiTi SMA



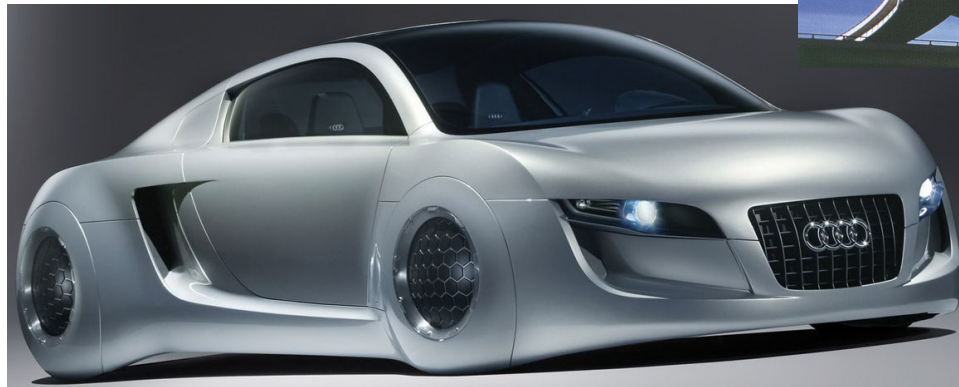
Micropompe in NiTi SMA



Materiali piezoelettrici ed elettrostrittivi

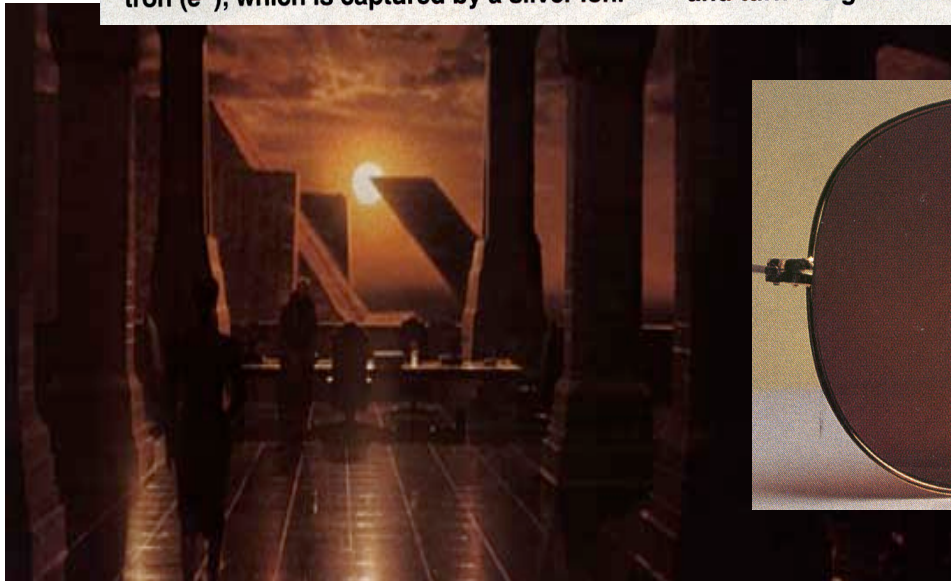
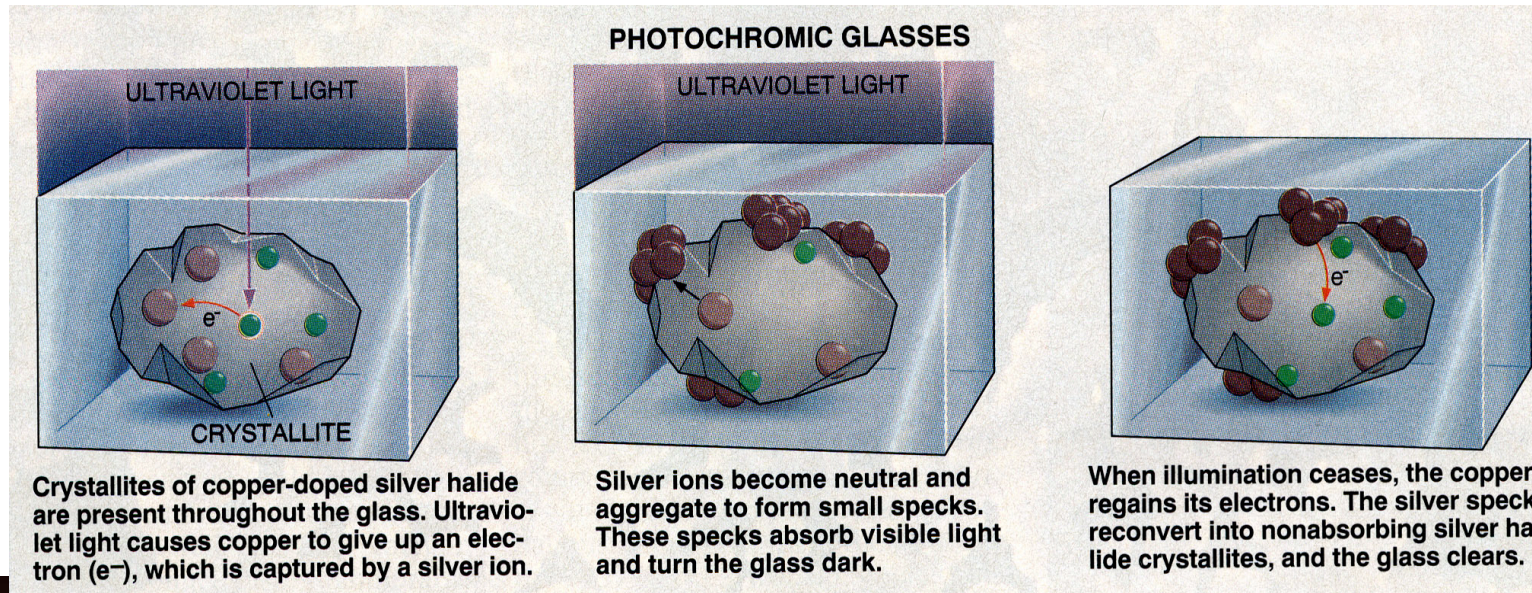


Sensori: per onde sonore, pressione, vibrazioni, di deformazione, sonar



Attuatori: sistemi antivibrazione e sospensioni, posizionamenti di precisione, ottiche a controllo di forma e applicazioni aerospaziali

Vetri fotoreattivi, fotocromici



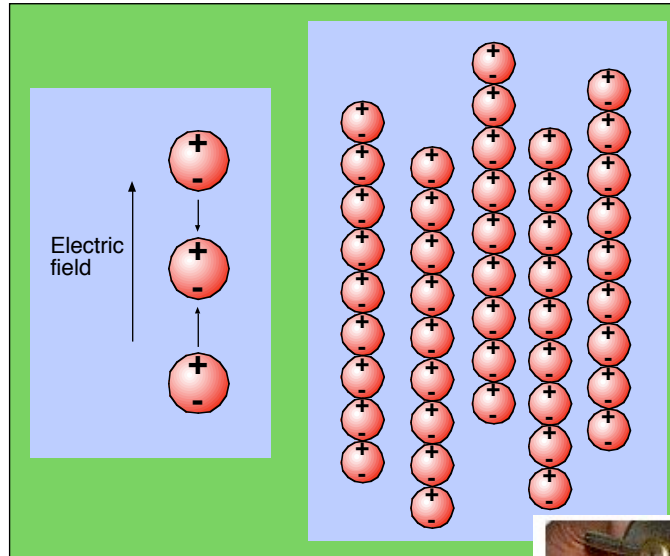
Leghe a memoria di forma



Fluidi elettro- e magneto-reologici



Ferrofluido



Fluido elettro-reologico

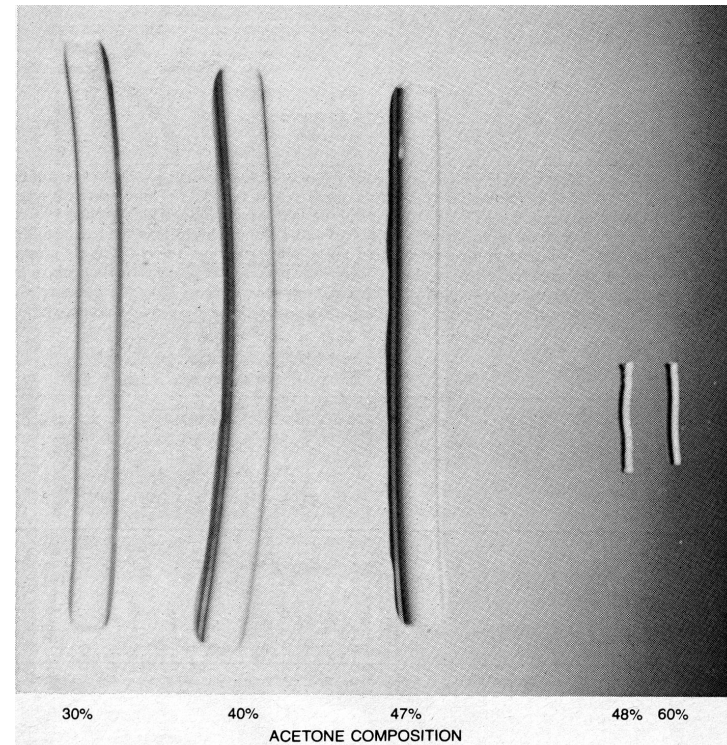
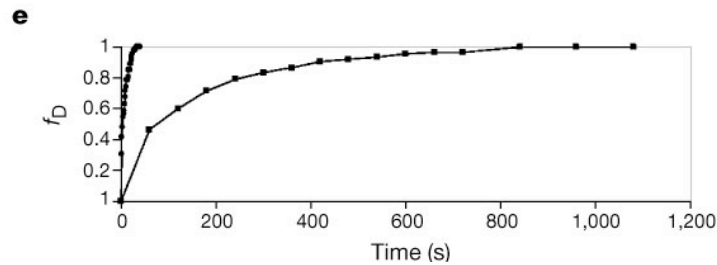
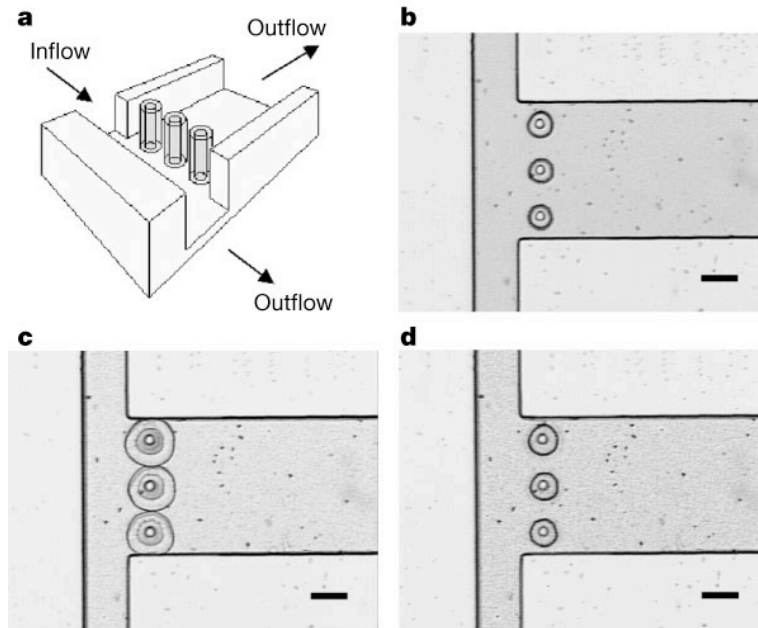


MIT: fluido magnetoreologico



Gel polimerici intelligenti

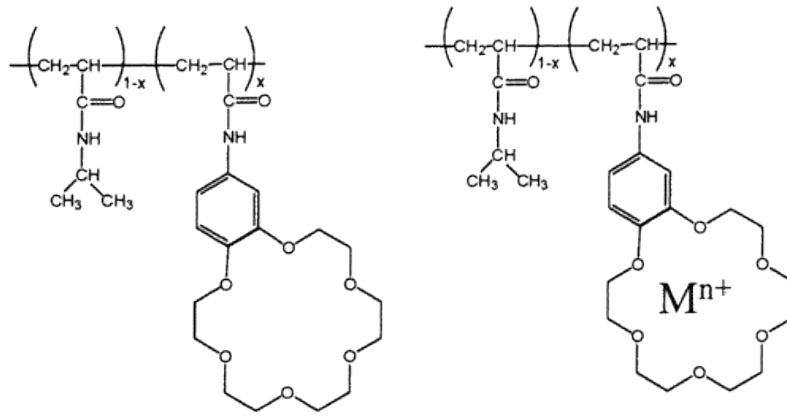
Microvalvole autoattivanti, il volume degli idrogeli cresce quando il fluido diventa troppo acido



ABRUPT COLLAPSE of an acrylamide gel is interpreted as a phase transition. All the gels

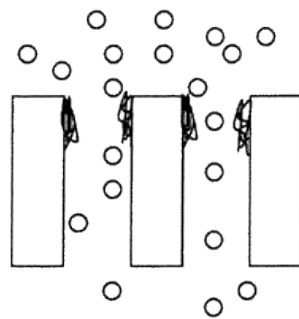
Transizione volumetrica sotto stimolo esterno: il gel si ritira rilasciando il contenuto (farmaco?)

Membrane porose ion-gate

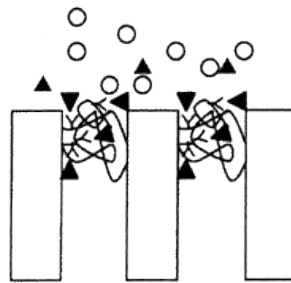


Shrink

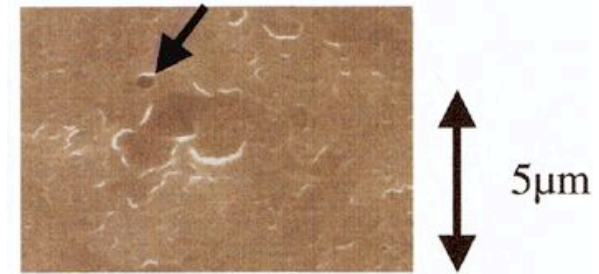
Swell



Pore open



Pore close



(a) dry state

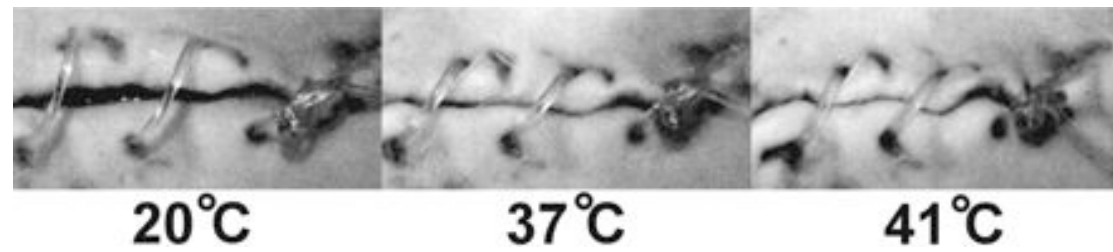
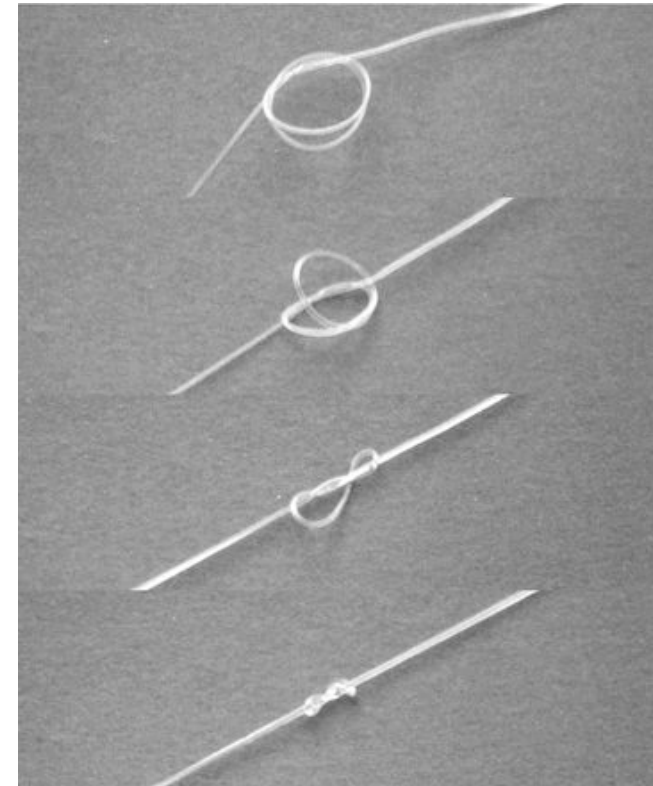
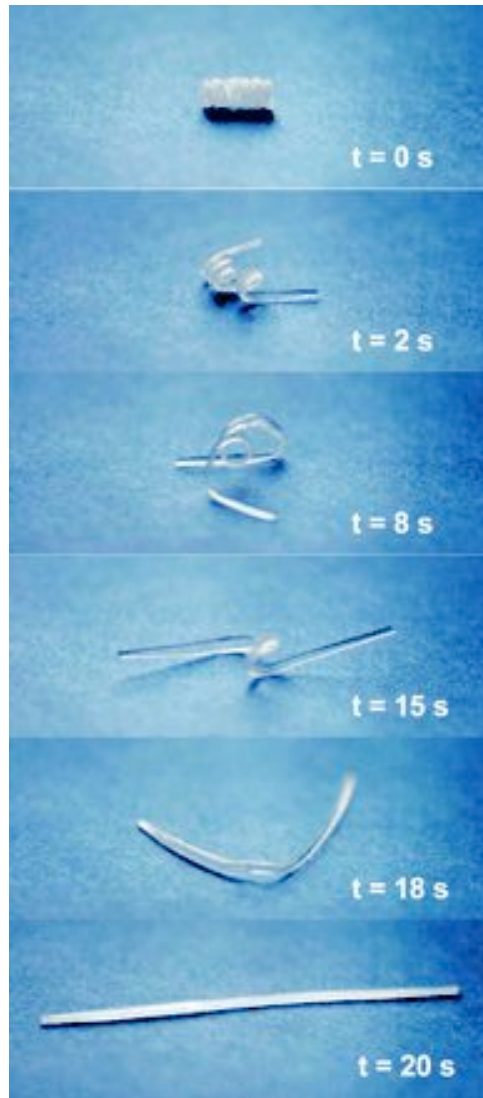


(b) partially swollen state



(c) swollen state

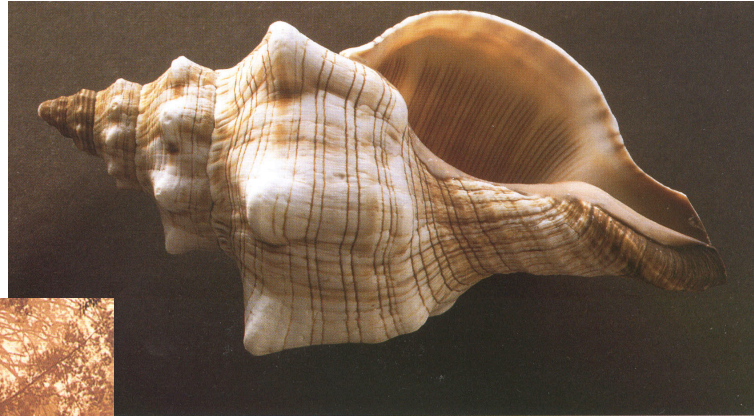
Polimeri a memoria di forma



Dai materiali funzionali agli intelligenti

- Il materiale funzionale è in grado di svolgere una funzione in risposta ad uno stimolo (temperatura, campo elettrico etc.). Forse tutti i materiali sono funzionali in quanto ad esempio si espandono a seguito di un riscaldamento.
- I materiali funzionali sostituiscono un intero dispositivo più complesso composto da più parti e materiali (semplicità e ingombro)
- Il materiale intelligente è in grado di rispondere a stimoli differenti ed adattare la sua risposta all'esigenza.
- In realtà dovremmo parlare di materiali funzionali e strutture intelligenti (fatte di materiali funzionali). In inglese il termine smart (intelligente e furbo) è più appropriato.

Chi realizza dei veri materiali intelligenti?



06 101RR



12 140BR



04 236RR

**Il materiale funziona
anche da meccanismo
autoadattante**

I contenuti del corso

- **Materiali a cambiamento di forma**
 - Leghe, ceramici e polimeri a memoria di forma
 - Idrogeli intelligenti
- **Materiali funzionali opto-elettronici**
 - piezoelettrici, ferroelettrici, magnetostrittivi, elettrostrittivi, polimeri elettroattivi, materiali per sensori opto-elettronici, fluidi magneto- o elettro-reologici, materiali fotocromatici
- **Materiali funzionali organici**
 - LB films, materiali autoassemblanti, magneti, conduttori, superconduttori, macchine, sensori e memorie molecolari
- **Materiali funzionali per applicazioni speciali**
- **La progettazione con i materiali funzionali**

I contenuti del corso

- Materiali a cambiamento di forma
- Materiali funzionali opto-elettronici
- Materiali funzionali organici
- Materiali funzionali per applicazioni speciali
 - cristalli liquidi e displays, celle fotovoltaiche e a combustibile
 - membrane per gas, porose e a trasporto ionico
 - zeoliti e setacci molecolari
- La progettazione con i materiali funzionali
 - metodi di progettazione e verifica
 - esempi di applicazione
 - esercitazione in laboratorio (dalla progettazione alla realizzazione di un dispositivo con materiali funzionali)

Altre informazioni

- Docente:
 - Luca Lutterotti, ufficio 250, 0461-882414, 2434 (lab)
 - Luca.Lutterotti@ing.unitn.it
 - Orario ricevimento: mercoledì' 17:30-18:30, giovedì' 15:30-1:30 oppure quando mi trovate....
- Materiale del corso:
 - <http://www.ing.unitn.it/~luttero/materialifunzionali>
- Esame: orale (su appuntamento?), bonus fino a 3 punti per homeworks, reports su esercitazioni ecc.