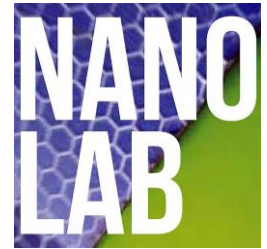




UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA



Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

Adesione attrito e nanotecnologie

Dalla ricerca alla scuola e all'industria





UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Di cosa parleremo

Nanoscienze e progetto Nanolab

Tribologia

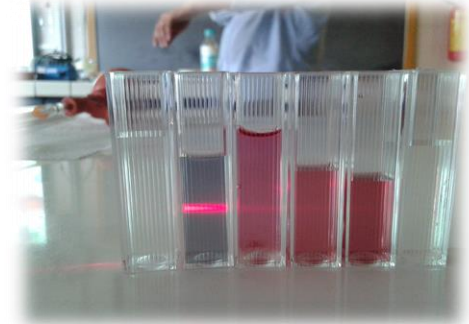
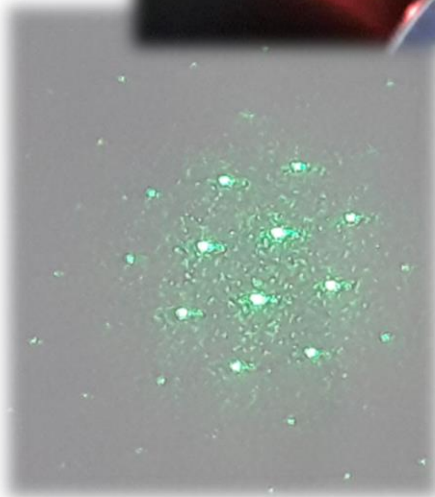
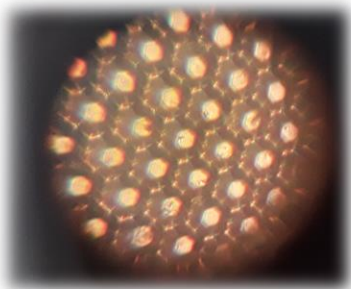
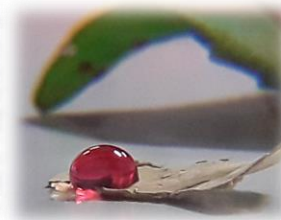
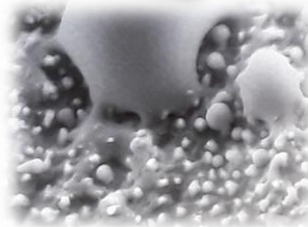
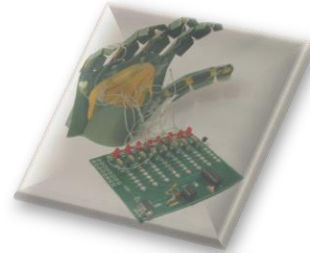
Superfici

Biomimetica

NanoLab Educational nanoscience

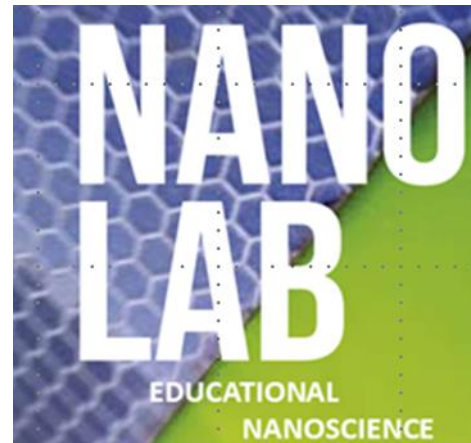
NANOLAB è un progetto
didattico di UNIMORE
finalizzato ad integrare
le **nanoscienze** nel curriculum
della scuola superiore.

www.nanolab.unimore.it

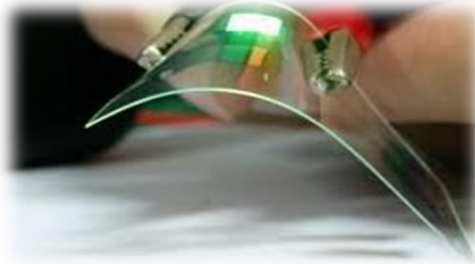


Perché le nanoscience

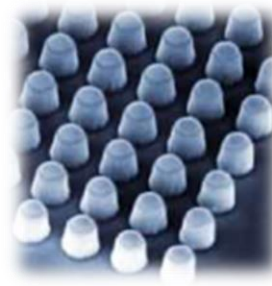
Le nanoscienze sono uno dei settori che sta maggiormente contribuendo all'innovazione tecnologica.



Autopulenti



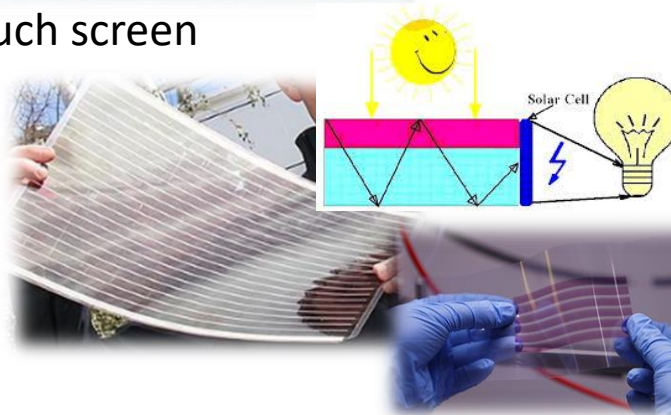
touch screen



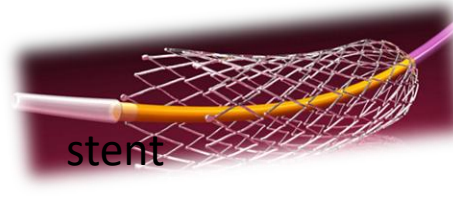
Muscoli artificiali



Sensori tattili

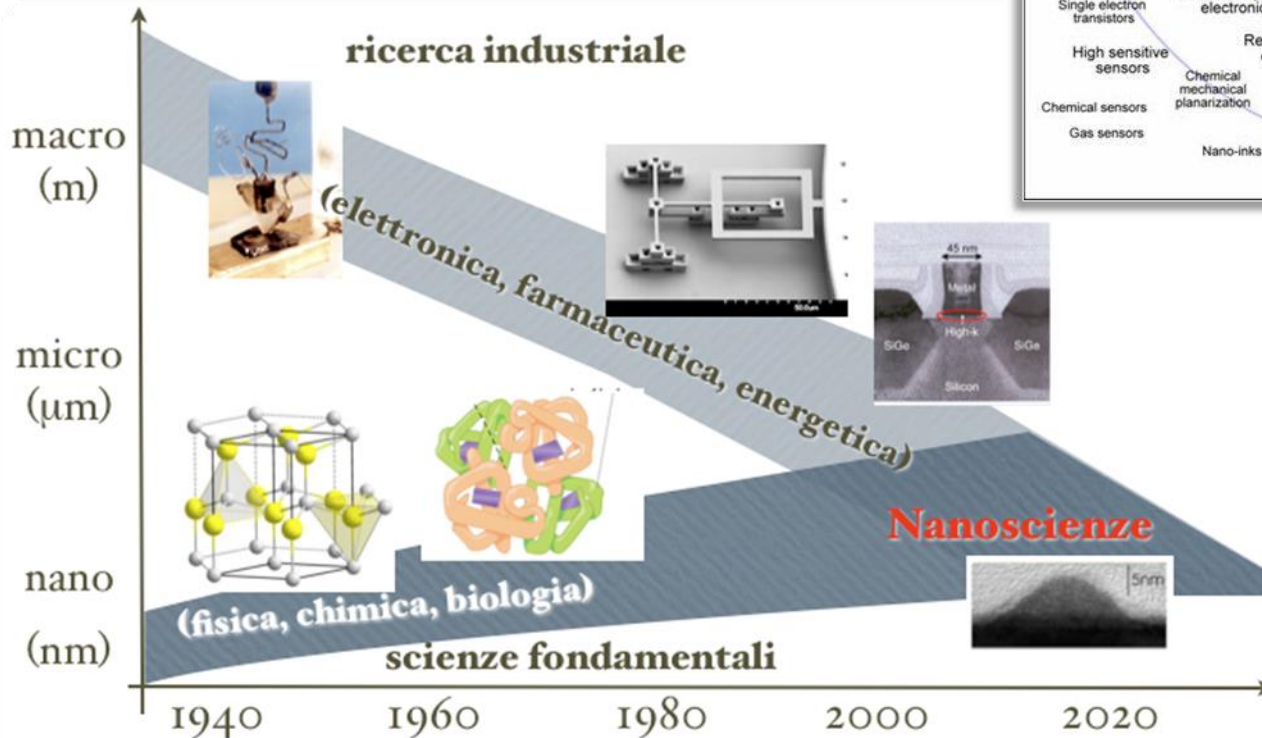
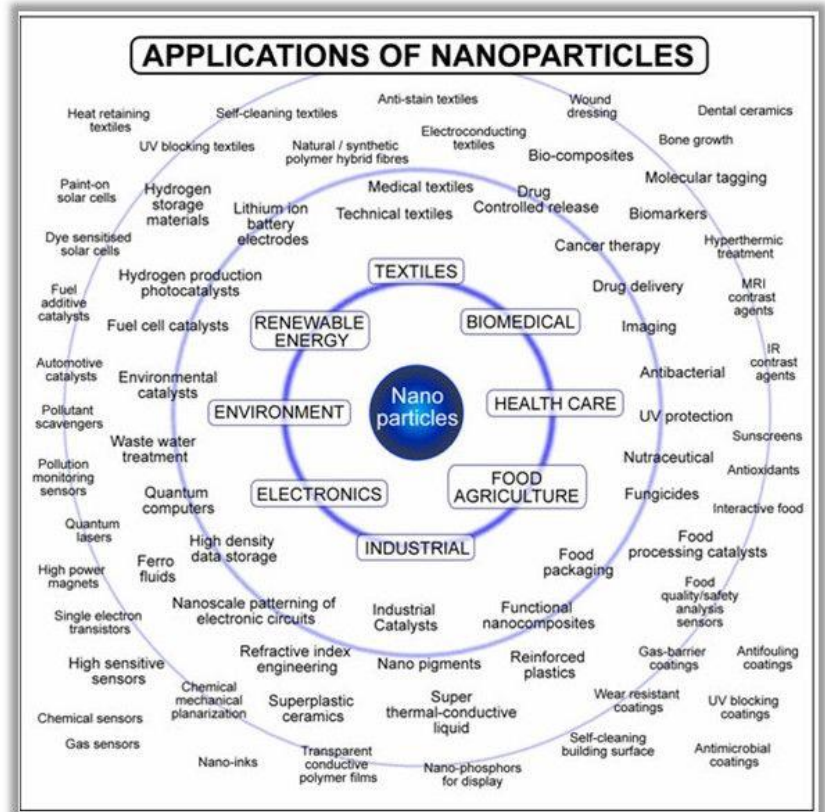


Fotovoltaico ad alte prestazioni



stent

Per “definizione” sono riferite a sistemi e particelle di dimensioni comprese tra **1 e 100 nanometri**



Integrano
competenze di
Fisica Chimica
Ingegneria Medicina
e Biologia.

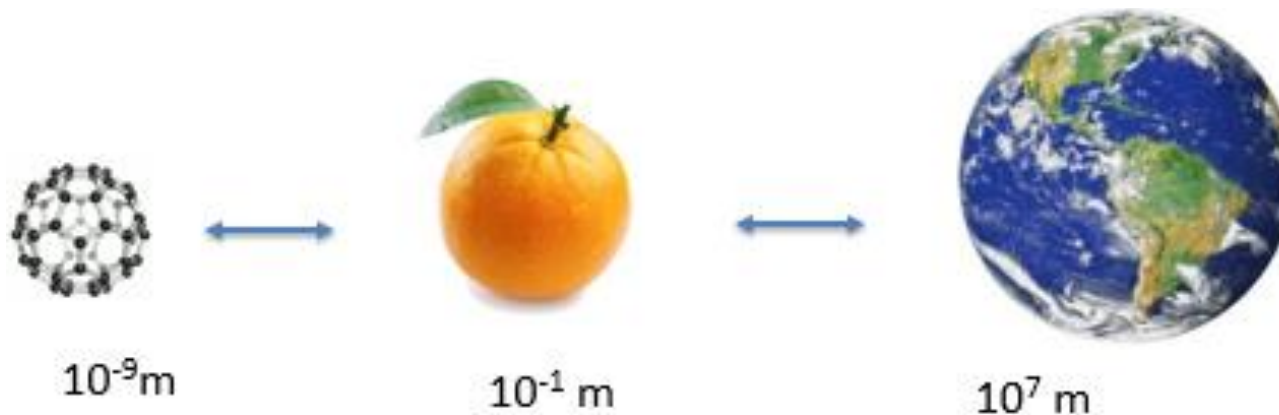
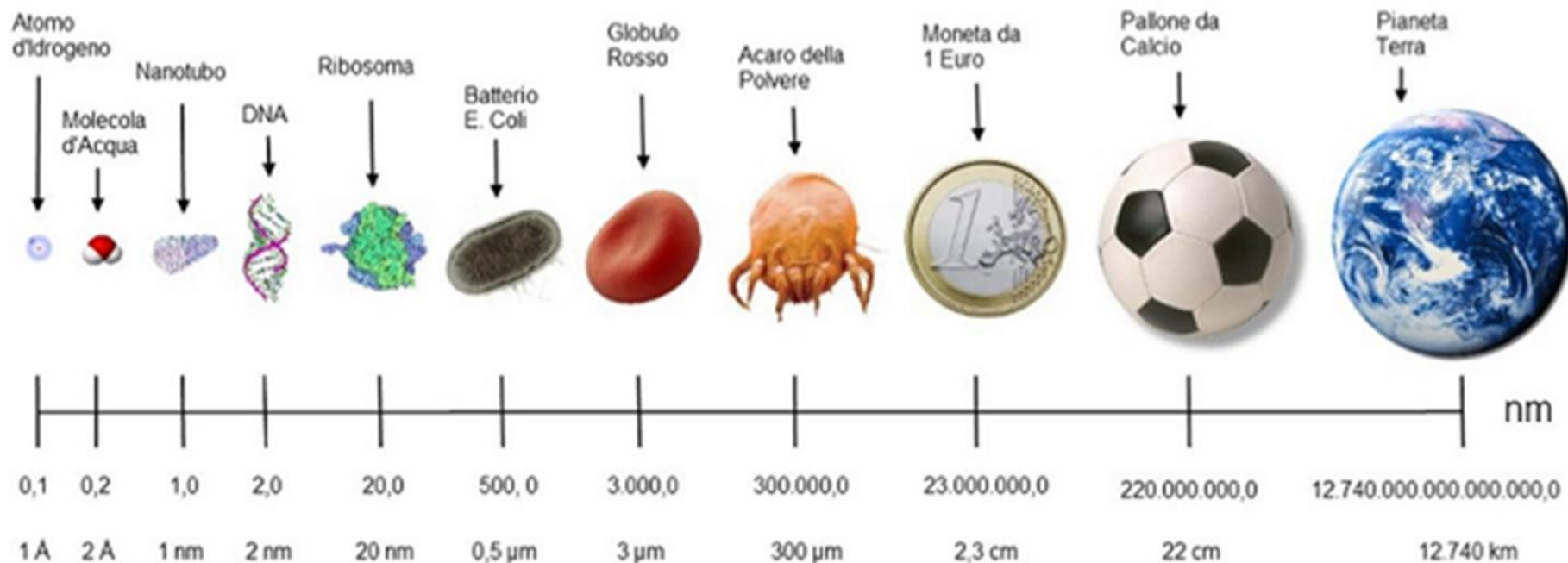


nano = 10^{-9}

1 nm = 10^{-9} m

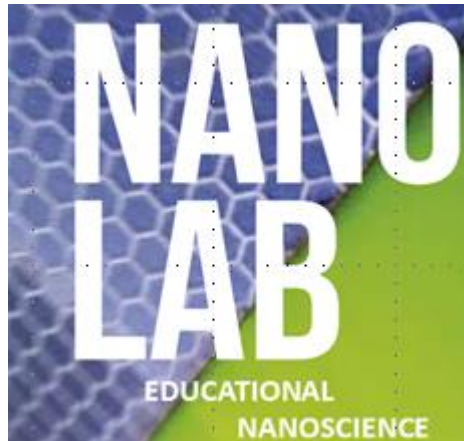
1 mm diviso in un milione di parti

Nanometro



Attrito alla nanoscala

Educational nanoscience





UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

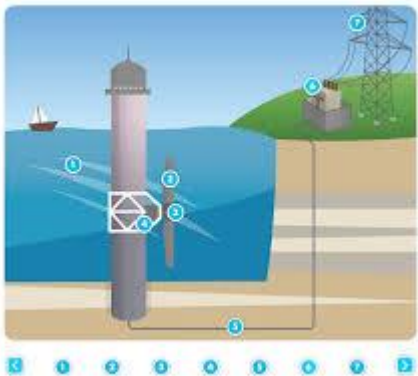
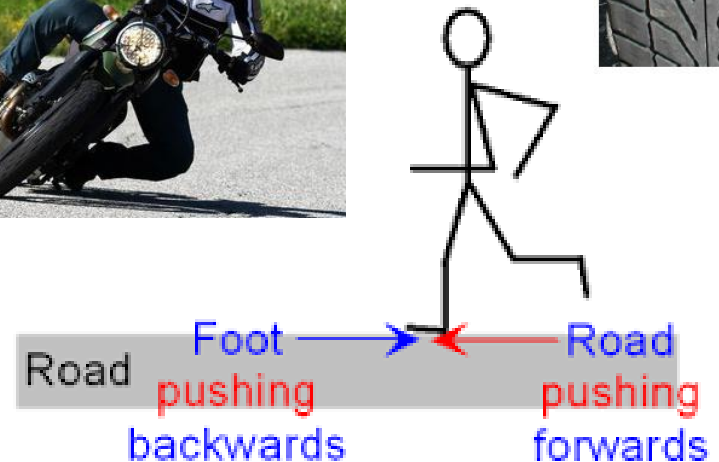
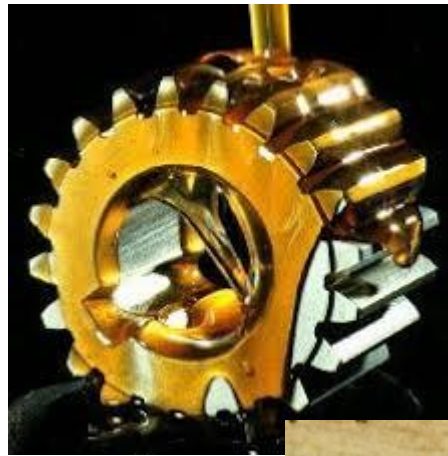
Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

Nanoscienze e progetto Nanolab
Tribologia
Superfici
Biomimetica

Tribologia

Studio di:

- Attrito e adesione
- Usura
- Lubrificazione



L'attrito si oppone al movimento, ma...
senza attrito muoversi diventa molto complicato!

Attrito: una questione di superficie

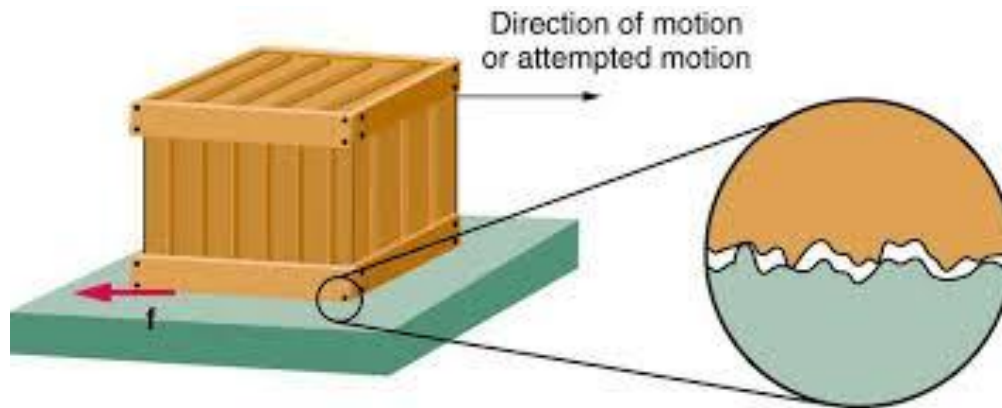
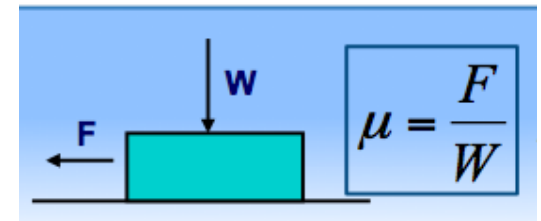
Un terzo del consumo delle risorse energetiche mondiali attuali è riconducibile in qualche forma all'attrito.



Le leggi dell'attrito macroscopico

la forza d'attrito:

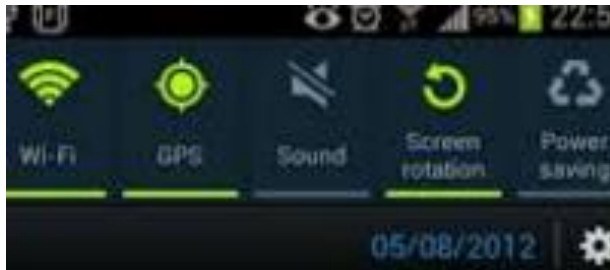
- dipende dal carico applicato (forza normale alla superficie)
- non dipende dalla velocità
- non dipende dall'area di contatto



In un solido, l'area di contatto reale (microscopica) non è proporzionale all'area geometrica (macroscopica)

Miniaturizzazione ed attrito - MEMS

La miniaturizzazione
elettronica
integra dispositivi
elettronici e meccanici
su un unico chip per
misurare inclinazione,
accelerazione, ...



l'attrito è critico... e
può bloccare il
funzionamento

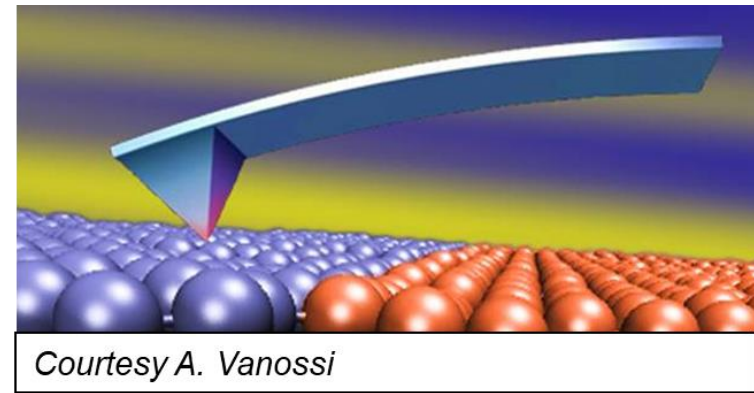
UNIMORE



*Sandia Laboratories . Un acaro della polvere
nelle vicinanze di un MEMS*

Come studiare l'attrito alla nanoscala

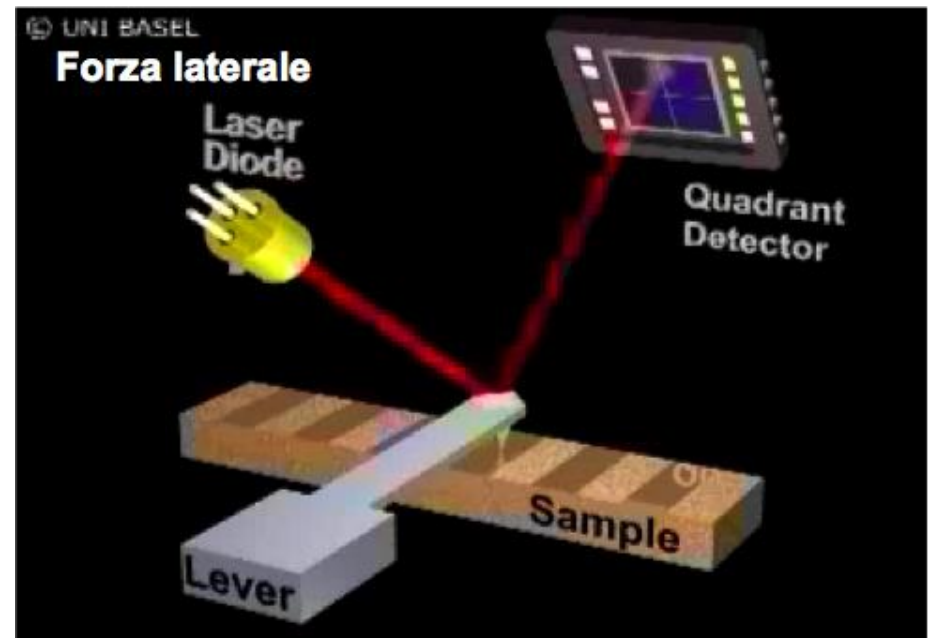
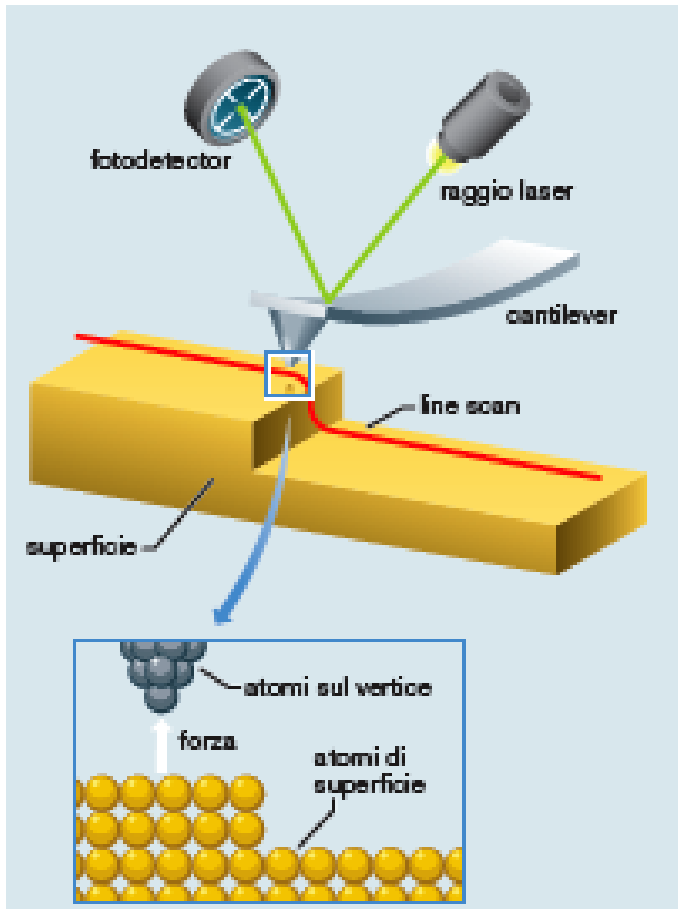
Microscopio a forza atomica



Nuove sonde

STM AFM

Possibilità di studiare la singola asperità





UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

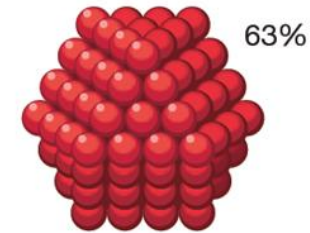
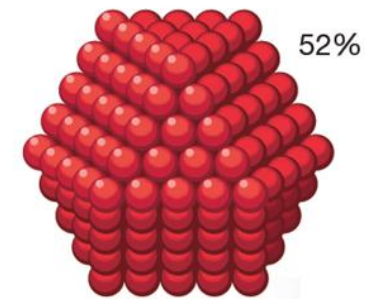
Nanoscienze e progetto Nanolab
Tribologia
Superfici
Biomimetica

Effetti di superficie

Il rapporto esaltato
superficie /volume rende
dominanti le forze
elettromagnetiche ed
intermolecolari rispetto alla
gravità.



Un esempio:
L'acqua sul
pavimento vi fa
scivolare ma tra due
lastre di vetro



Aumento del rapporto
superficie/volume al
diminuire delle
dimensioni per
nanoparticelle
cubottaedriche



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

Nanoscienze
Tribologia
Superfici
Biomimetica

Biomimetica



La natura offre agli scienziati libero accesso ad un vasto numero di soluzioni già testate in milioni di anni.

“La chiave è analizzare l'evoluzione delle soluzioni, ciò a cui convergono, applicare questi principi in un contesto ingegneristico **per fare molto meglio della natura**”

Lamellae



Jeffrey Karp (MIT- Karplab)

Adrian Thomas

(Oxford - Professor of Biomechanics)

<http://www.raiscuola.rai.it/articoli/memex-i-materiali-biomimetici-la-natura-in-cattedra/31474/default.aspx>

Un esempio dalla natura: il geco

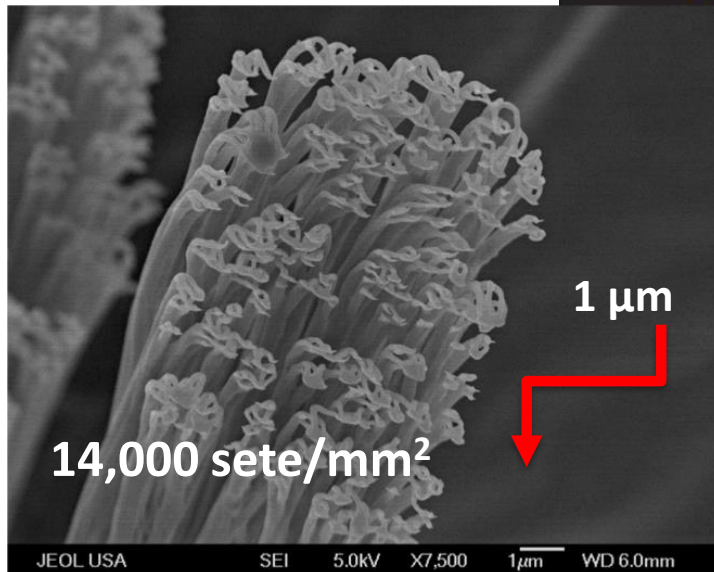
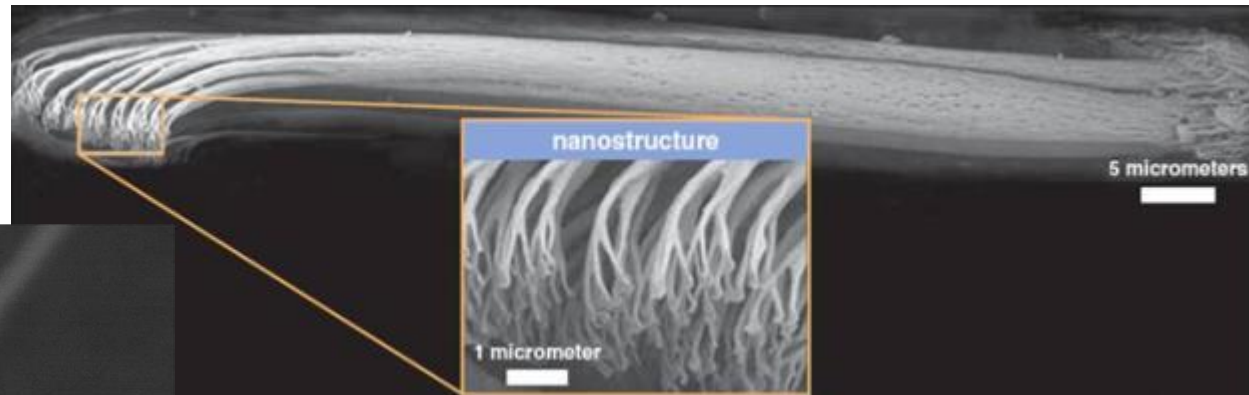
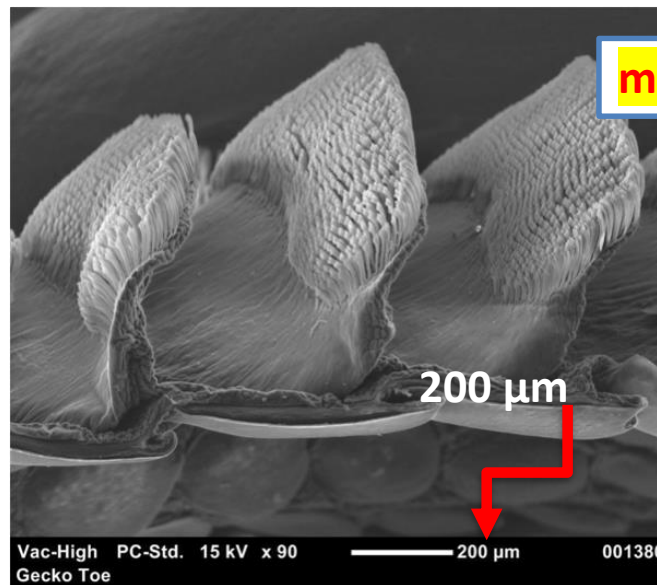
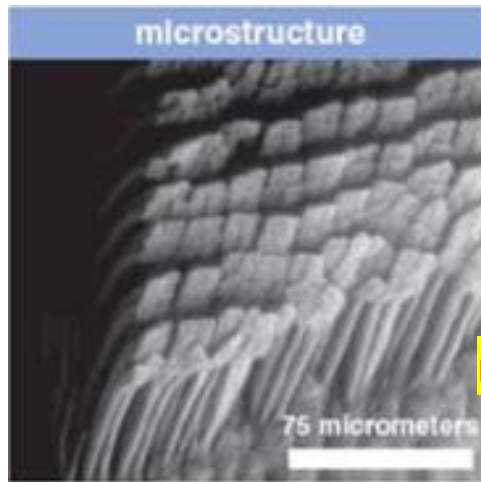
I gechi corrono su pareti e soffitti: le loro zampe sviluppano un' enorme forza di adesione, che possono 'spegnere" o 'accendere' in pochi millisecondi



Non è un meccanismo 'chimico': non secerne colla

Appeso ad un vetro regge pesi pari a 10 volte il proprio.
Come se un uomo di 70 kg reggesse una 500

Gecko



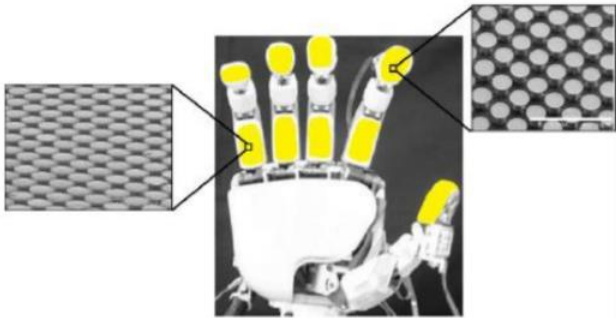
nano

La struttura dei suoi piedi è
gerarchica a tre livelli
meso-micro-nano

Alcuni adesivi gecko-inspirati

Progetti

NASA Applications



Biomimetic Millisystems Lab

Dept. of EECS
UC Berkeley

karpl**ob**

GECKO
BIOMEDICAL

Stanford University



Sul mercato

UMassAmherst

GeckSkin™



Gecko® Nanoplast®

SETEX

 **nanoGripTech**
GECKO-INSPIRED ADHESIVES

Gottlieb Binder GmbH & Co. KG



UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI
MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche,
Informatiche e Matematiche

Attività di laboratorio

Esperimenti

Laboratorio di scrittura e divulgazione

Studio di un materiale innovativo

- Studierete questo materiale come foste scienziati che incontrano qualcosa di cui non sanno ancora nulla
- **Ne testerete il comportamento rispetto all'adesione**
- **Lo «guarderete» con ogni strumento utile a comprenderne la struttura**



- Seguiremo le orme della ricerca scientifica
- Sequenza di indagine micro-macro formulazione di ipotesi e loro verifica
- Gruppi di lavoro e confronto fra i gruppi
- Momenti e luoghi di scambio di materiali/informazioni per una comprensione del quadro complessivo.
- Scrittura e divulgazione

SIMULAZIONI ANALISI DEI DATI FORMULAZIONE DI IPOTESI LORO VERIFICA

**Layout
orizzontale**

**Piano
inclinato**

**Layout
verticale**

diffrazione

ottica

**CARATTERIZZAZIONE
MACROSCOPICA**

**Adesione
selettiva ?**

**Sotto
vuoto?**

**Attrito vs.
superficie**



**INDAGINE
MICROSCOPICA**

**Microscopio con lo
smartphone**

diffrazione



Studio strutturale

**COMPRENSIONE DEI
MECCANISMI
MICROSCOPICI**

teoria

simulazioni

Attrito in funzione dell'area di contatto e compressione del fenomeno di adesione

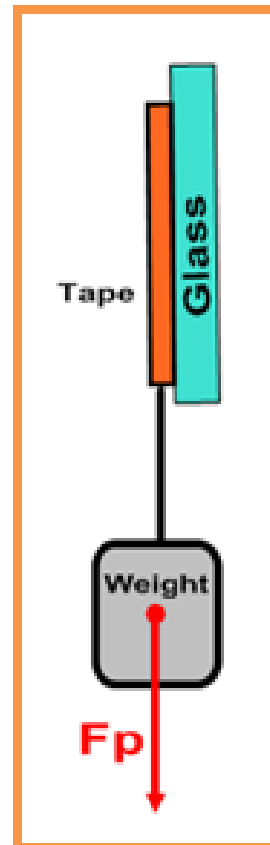
Esperimenti, elaborazione dati, ricerca di soluzioni

Layout
verticale

Es.

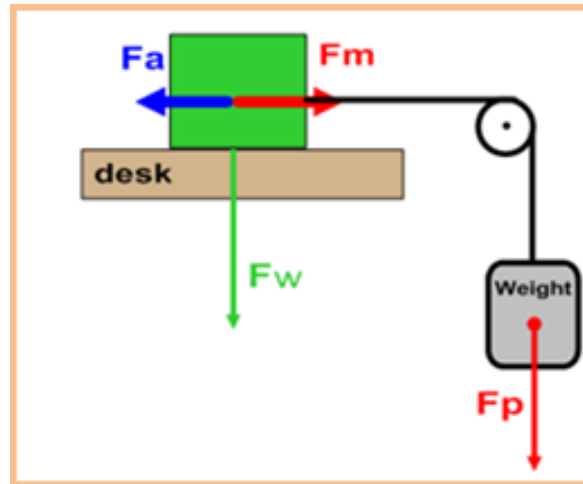
Come fa il materiale a rimanere attaccato al vetro?

Come funziona una colla?



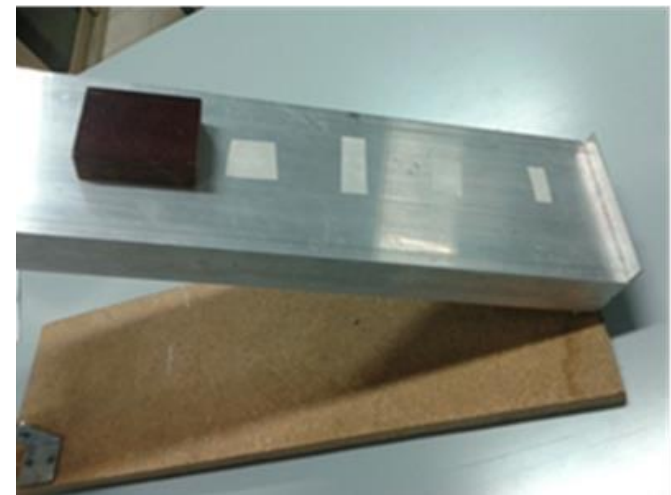
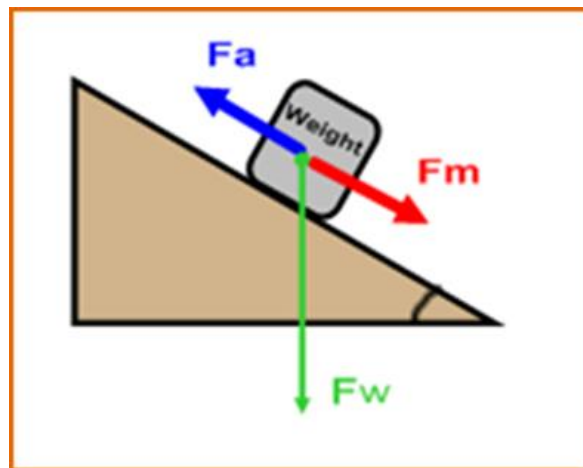
Attrito in funzione dell'area di contatto

Layout
orizzontale

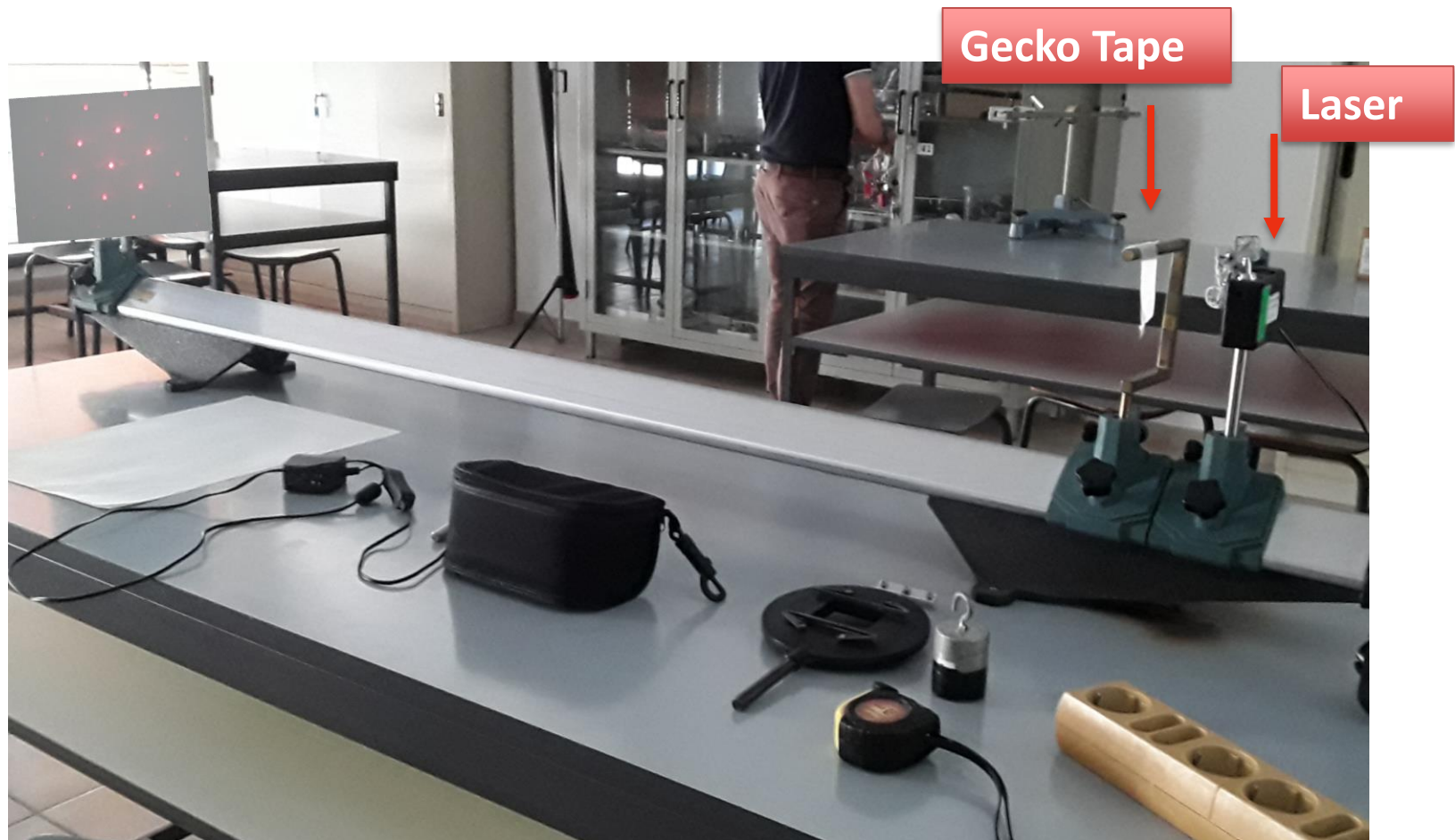


Teoria, esperimenti elaborazione dati, ricerca di soluzioni

Piano
inclinato



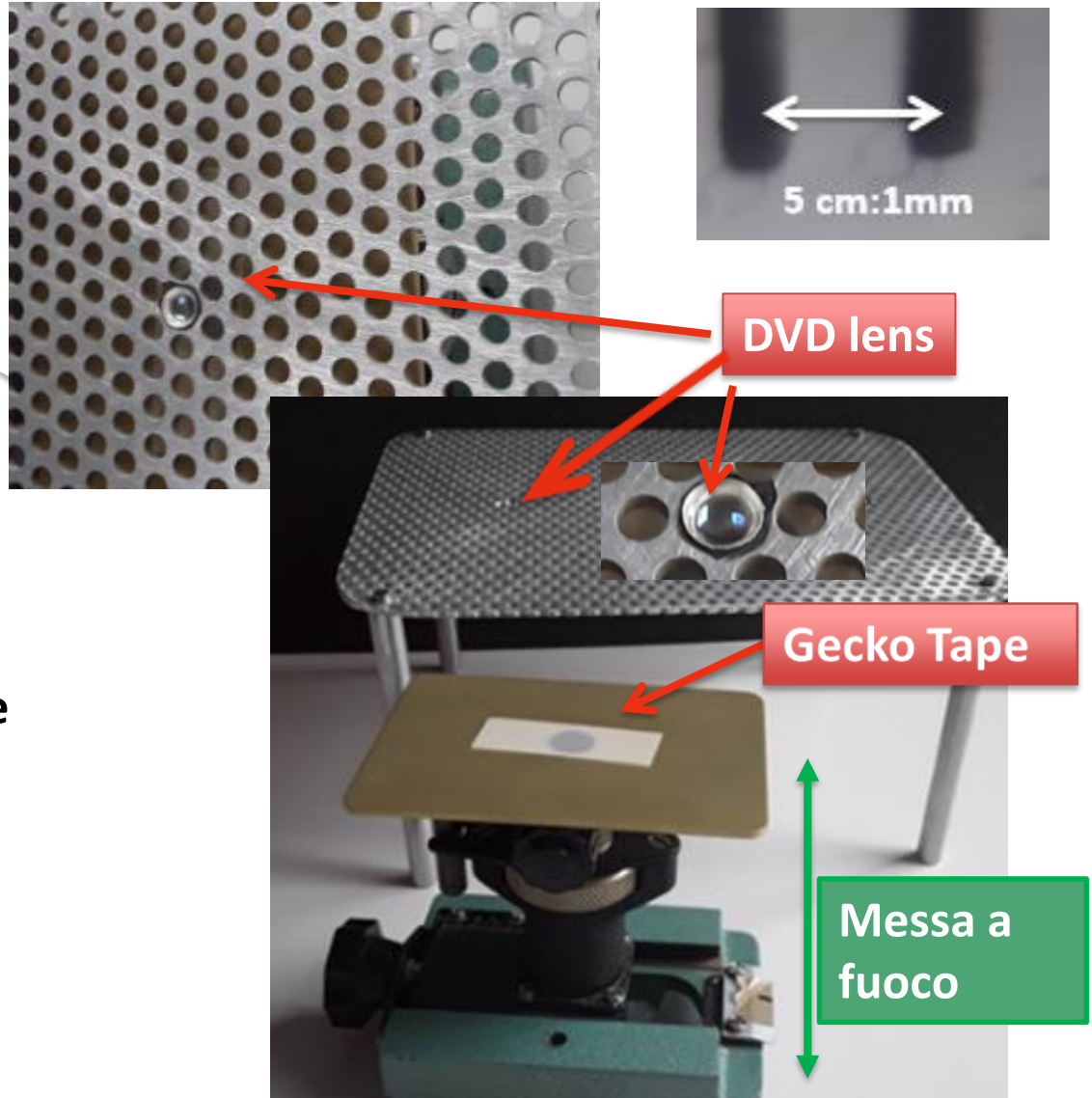
Studio con la diffrazione



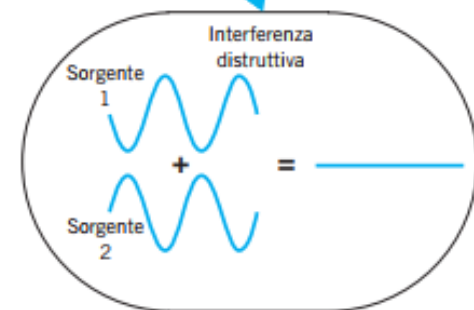
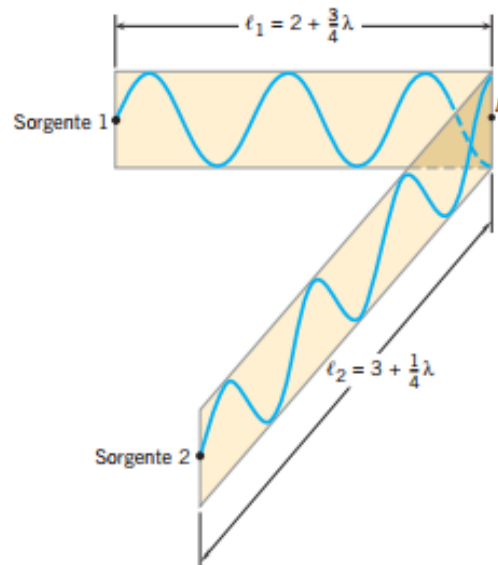
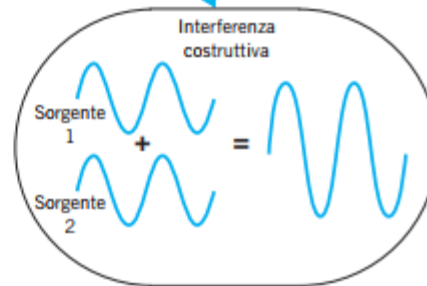
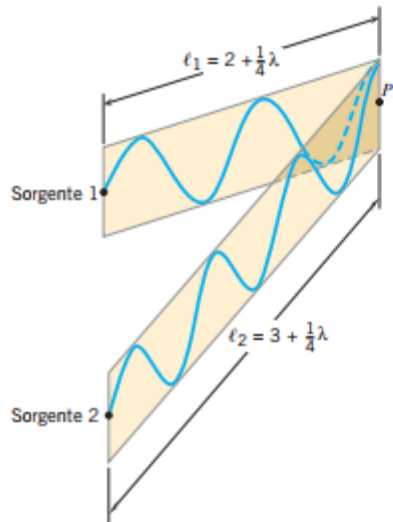
Costruzione di un microscopio con lo smartphone

ottica

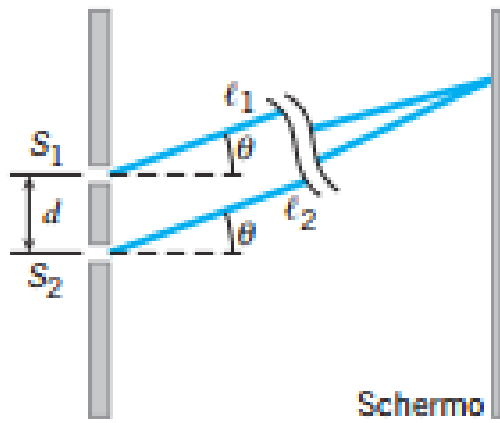
Teoria, ricerca di soluzioni,
realizzazione pratica, misure



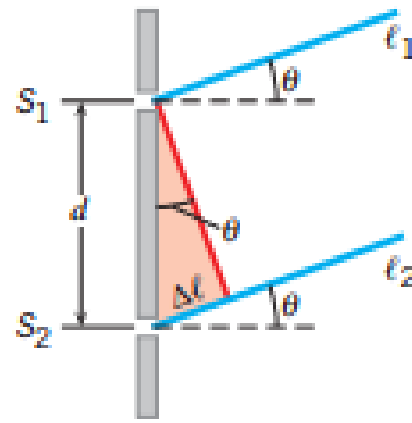
Interferenza



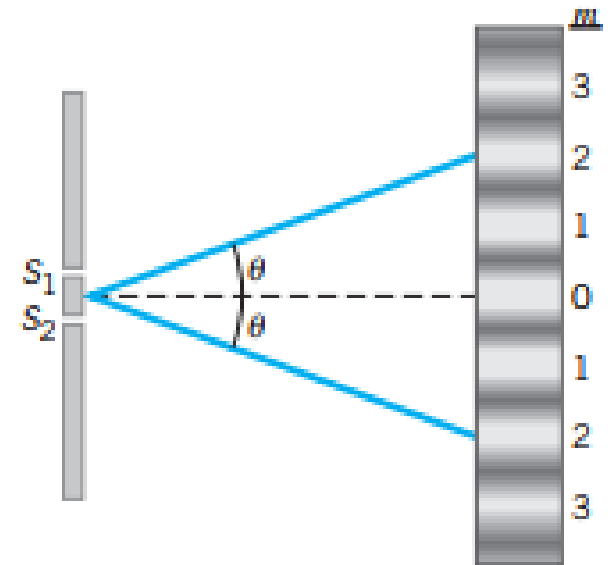
Differenza di cammino ottico



A



B



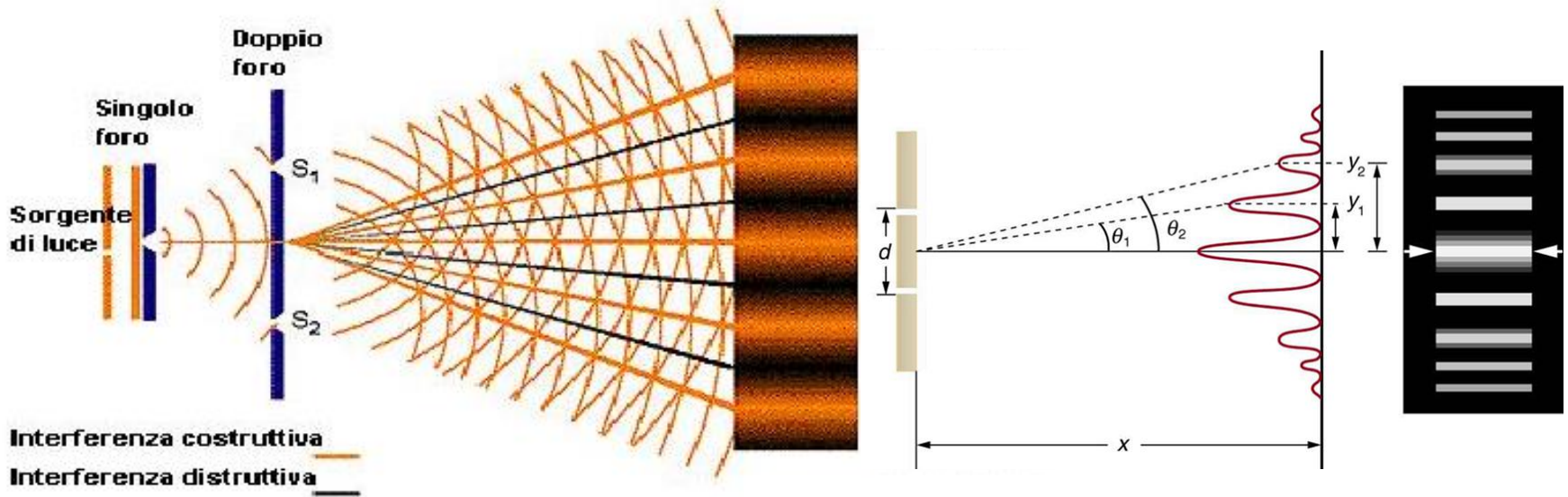
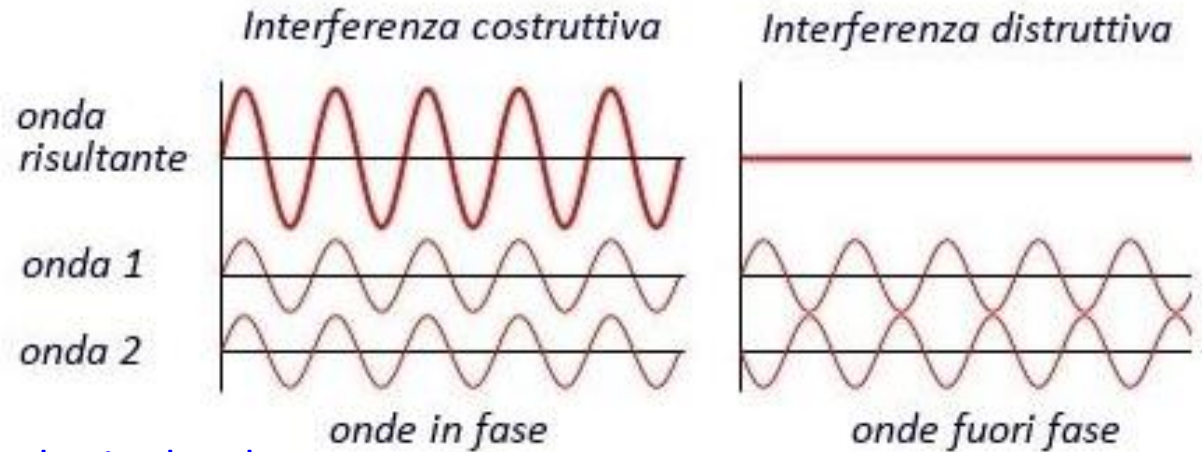
C

Interferenza

Sovrapposizione, in un punto dello spazio, di due o più onde.

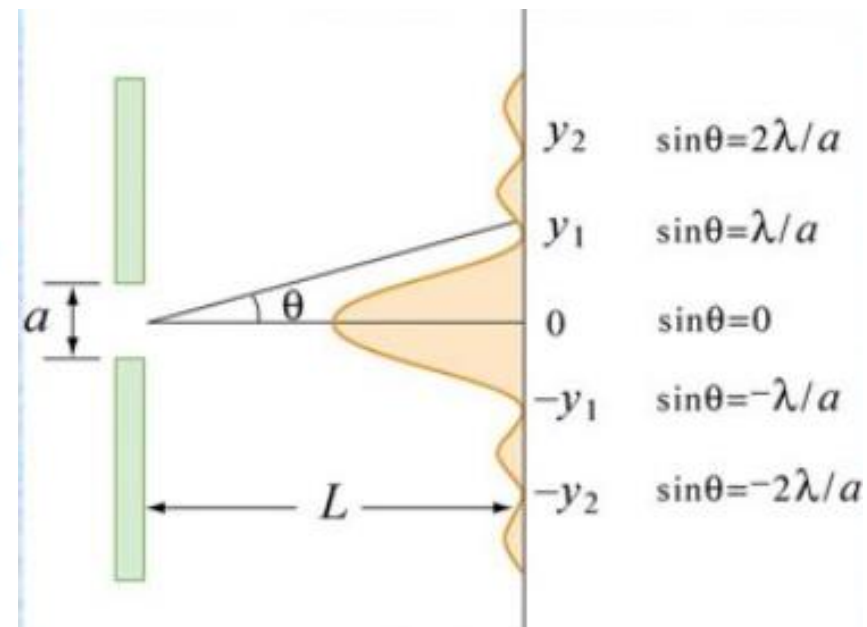
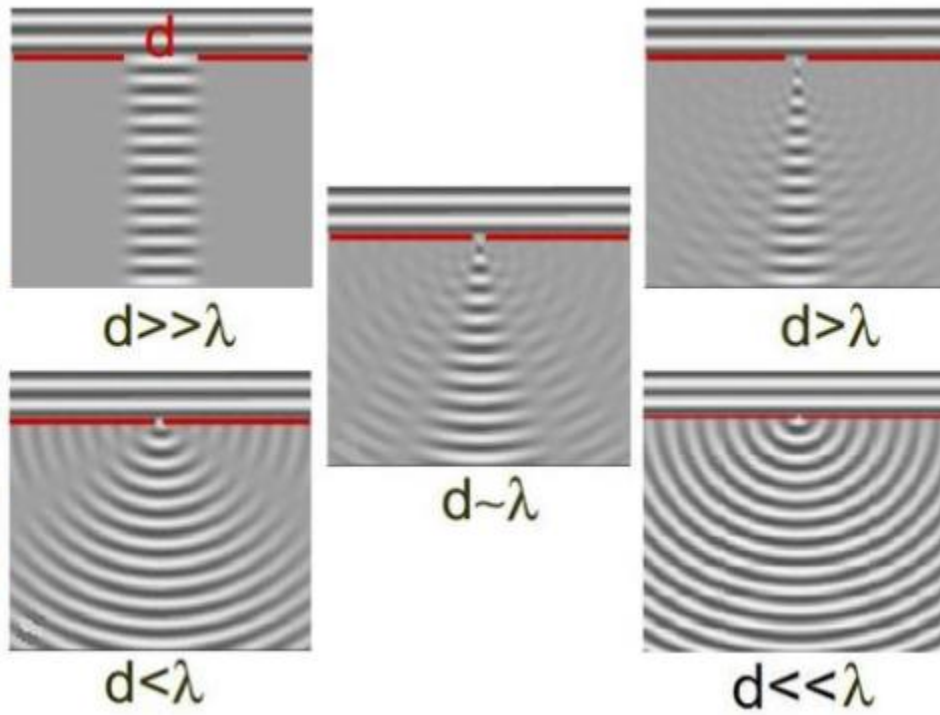
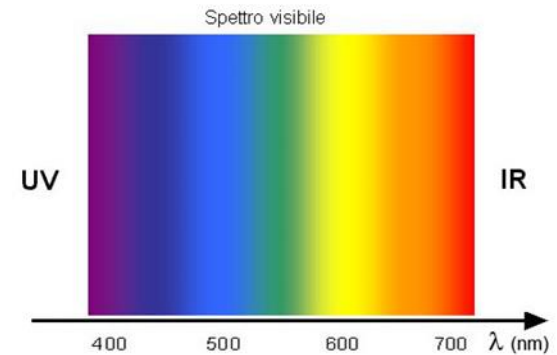
<http://phet.colorado.edu/>

<http://www.falstad.com/mathphysics.html>



Diffrazione

C'è diffrazione quando un'onda colpisce ostacoli o fenditure di dimensioni comparabili alla sua lunghezza d'onda

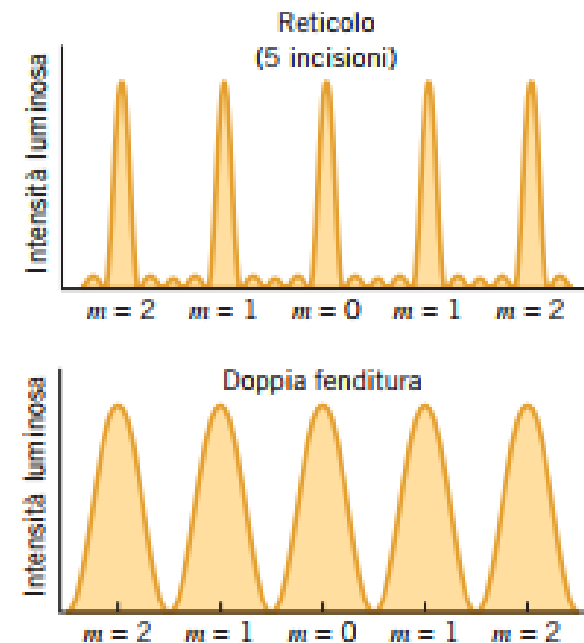
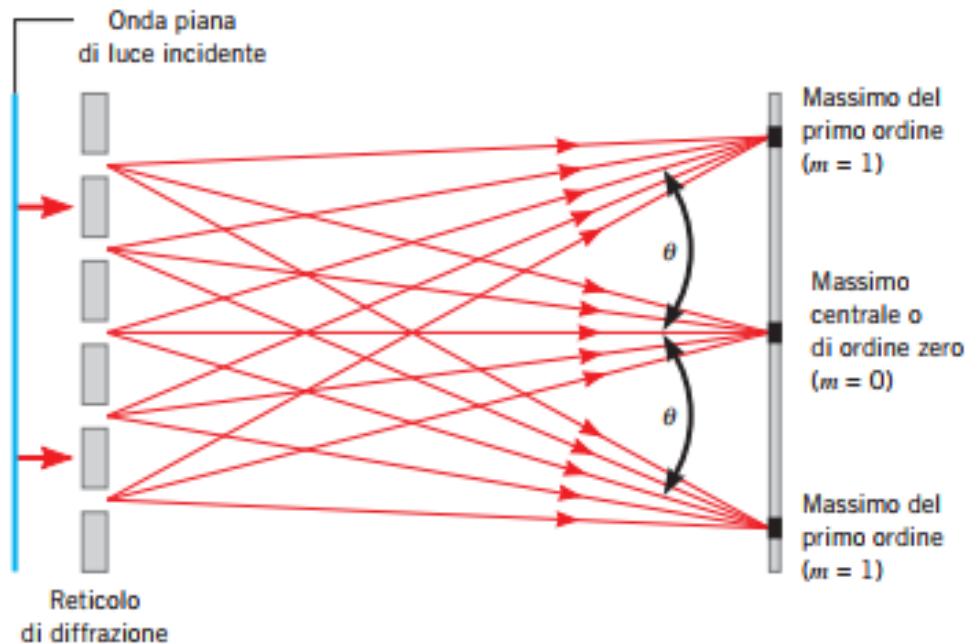
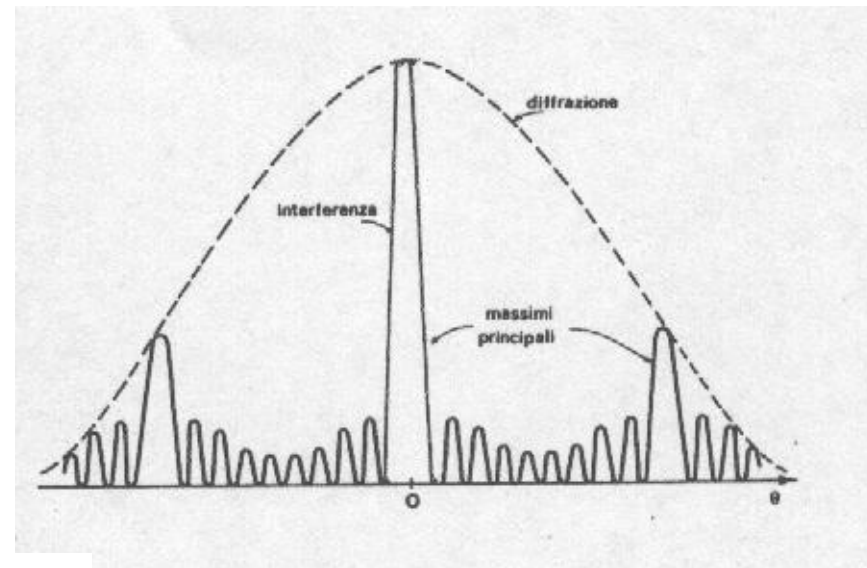


Reticolo di Diffrazione

Un reticolo di diffrazione consiste in una lastra su cui sono praticate numerose incisioni parallele equispaziate e molto vicine fra loro

La distanza D tra due fenditure adiacenti si chiama PASSO del reticolo.

$$D \sin \theta = m \lambda$$



Thanks for your attention!

