UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

CNRNANO MODENA

NANO LAB

Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche

Nanotribologia e area di contatto

SCUOLA RICERCA INDUSTRIA

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Di cosa parleremo

Nanoscienze e progetto Nanolab

Tribologia

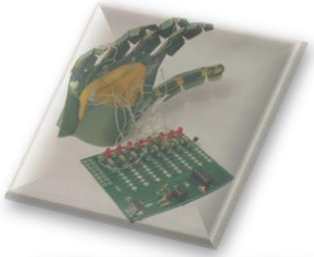
Superfici

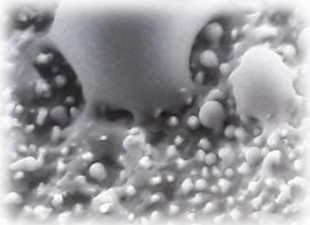
Biomimetica

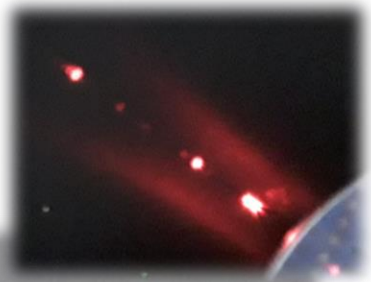
NanoLab Educational nanoscience

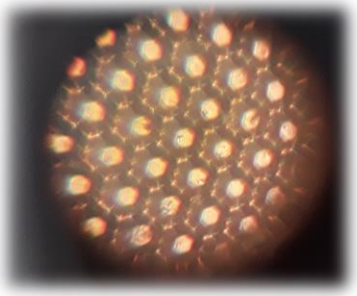
NANOLAB è un progetto didattico di UNIMORE finalizzato ad integrare le **nanoscienze** nel curriculum della scuola superiore.

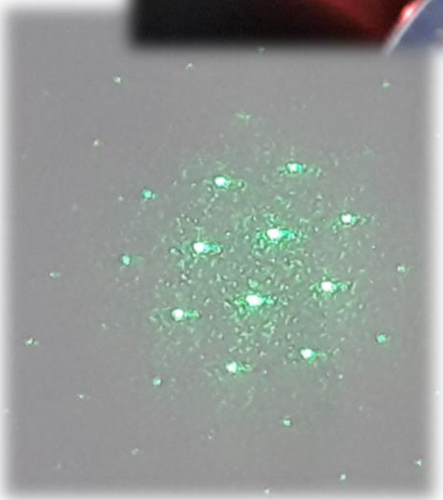
www.nanolab.unimore.it

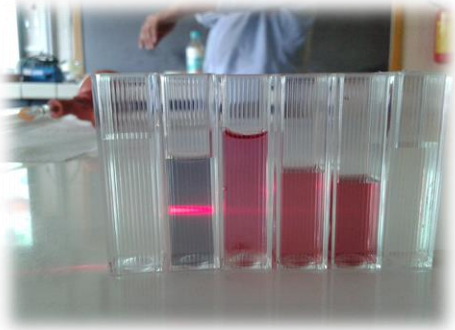








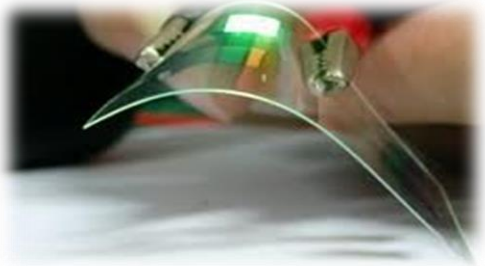




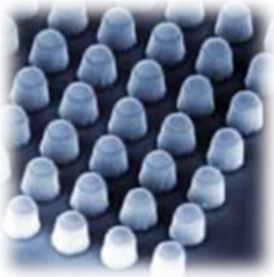
Perché le nanoscience

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

Autopulenti

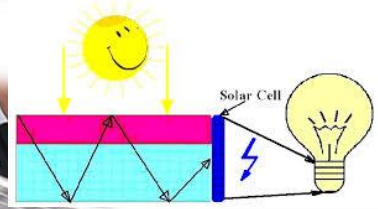


touch screen

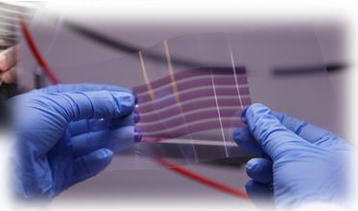


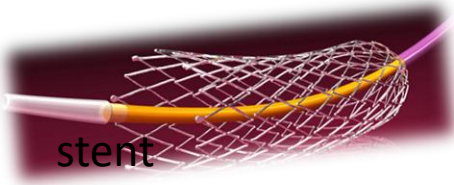
Muscoli artificiali

Sensori tattili



Fotovoltaico ad alte prestazioni

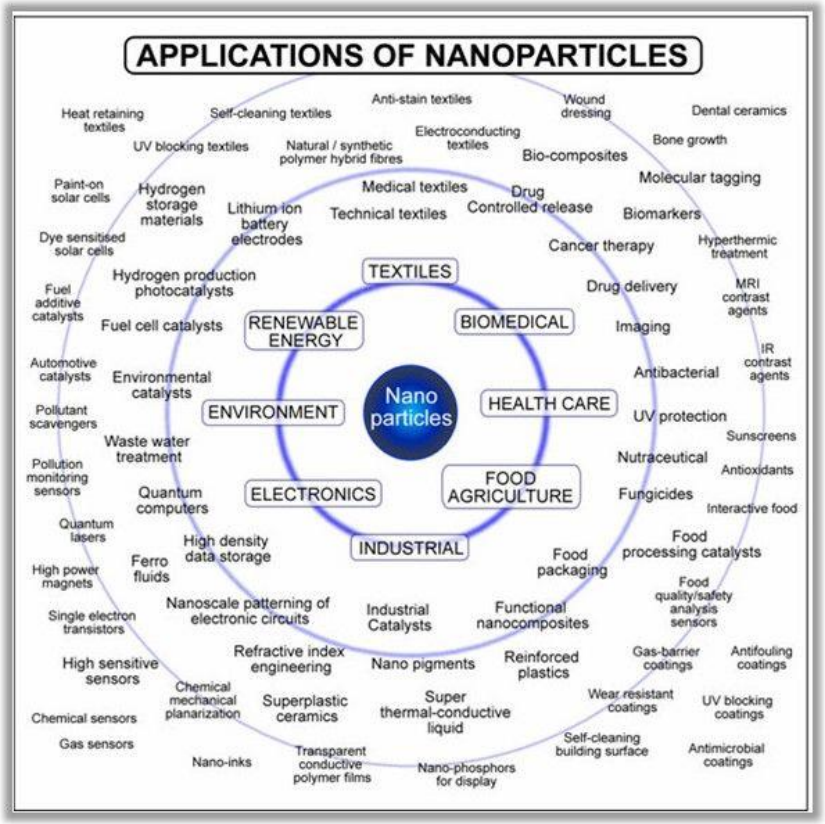


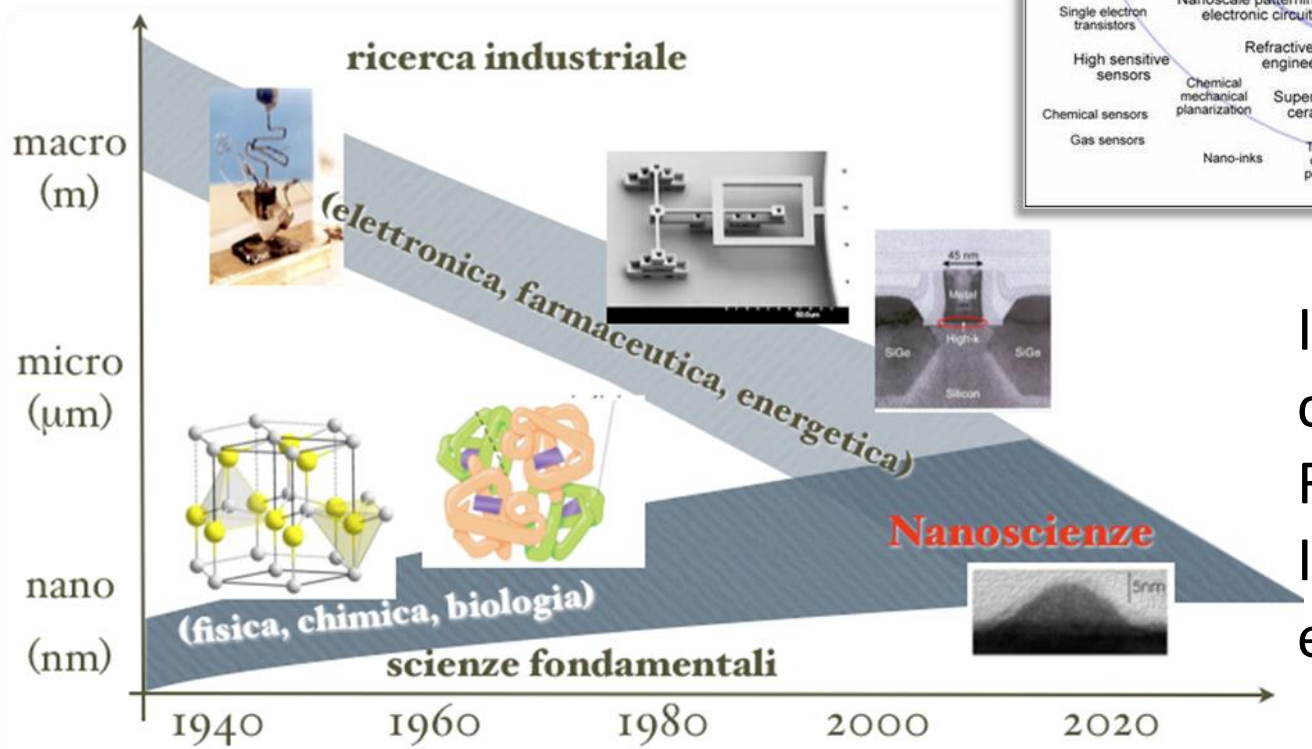


stent

Nanoscienze

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





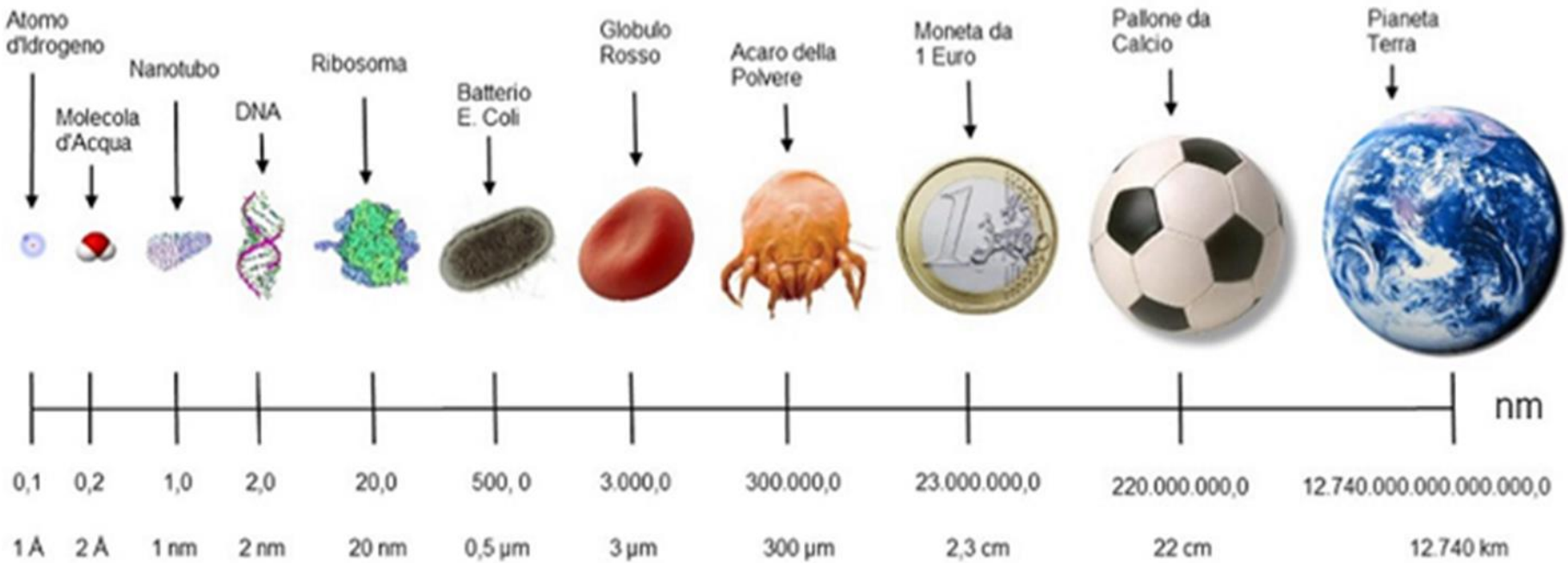
Integrano competenze di Fisica Chimica Ingegneria Medicina e Biologia.

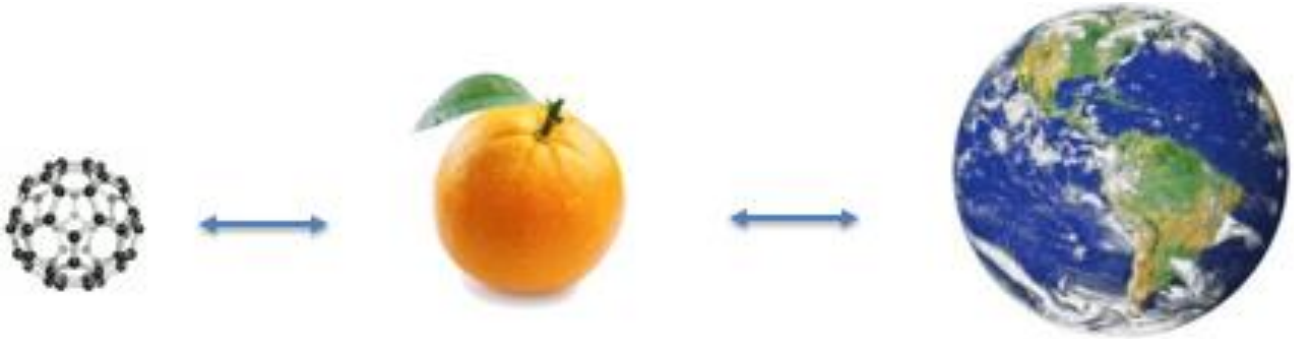
nano = 10^{-9}

1 nm=10^{-9} m

1 mm diviso in un milione di parti

Nanometro

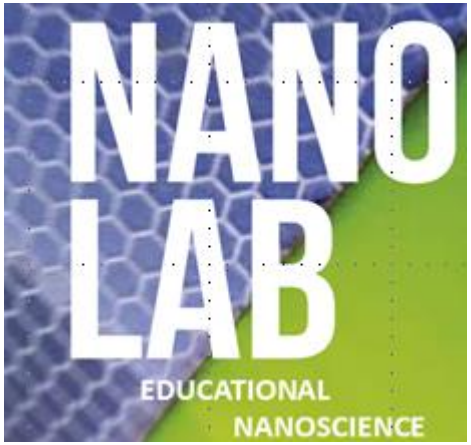




10^{-9}m 10^{-1} m 10^{7} m

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

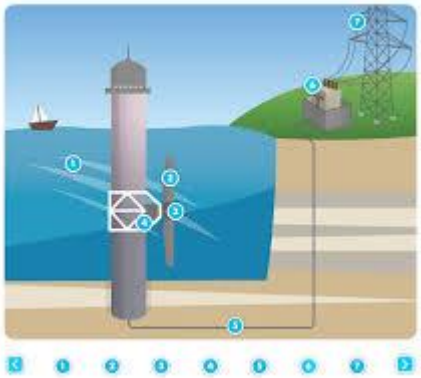
Attrito: una questione di Energia

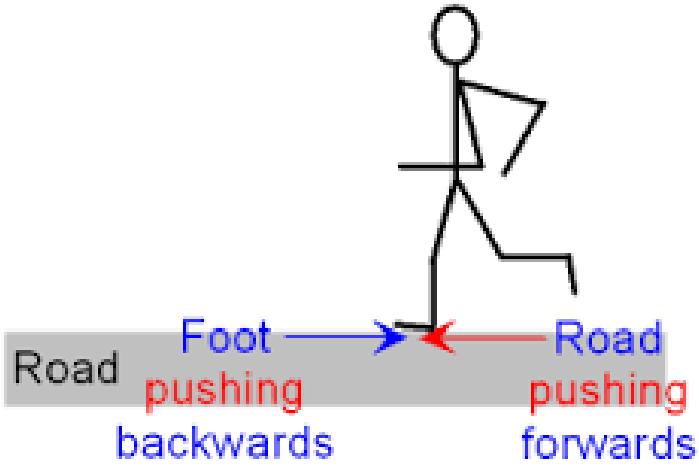
Un terzo del consumo delle risorse energetiche mondiali attuali è riconducibile in qualche forma all'attrito. La sua riduzione è quindi **la prima fonte di energia.**

Tribologia

Studio di:

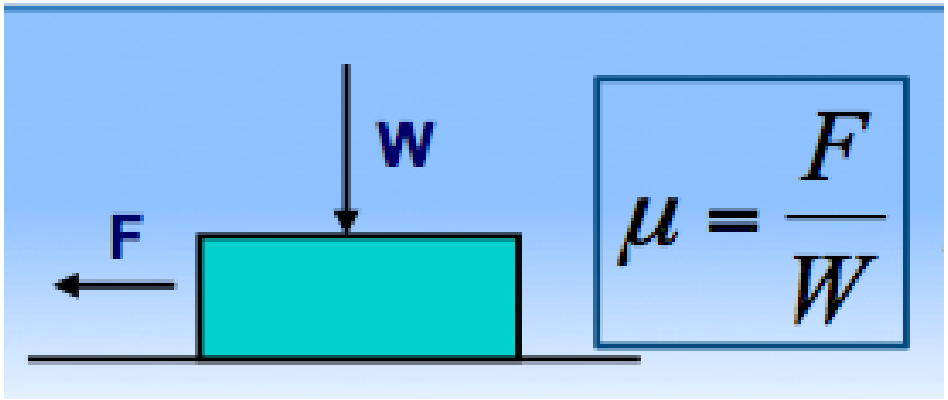
- Attrito e adesione
- Usura
- Lubrificazione





Le leggi dell'attrito macroscopico

La Forza d'attrito:

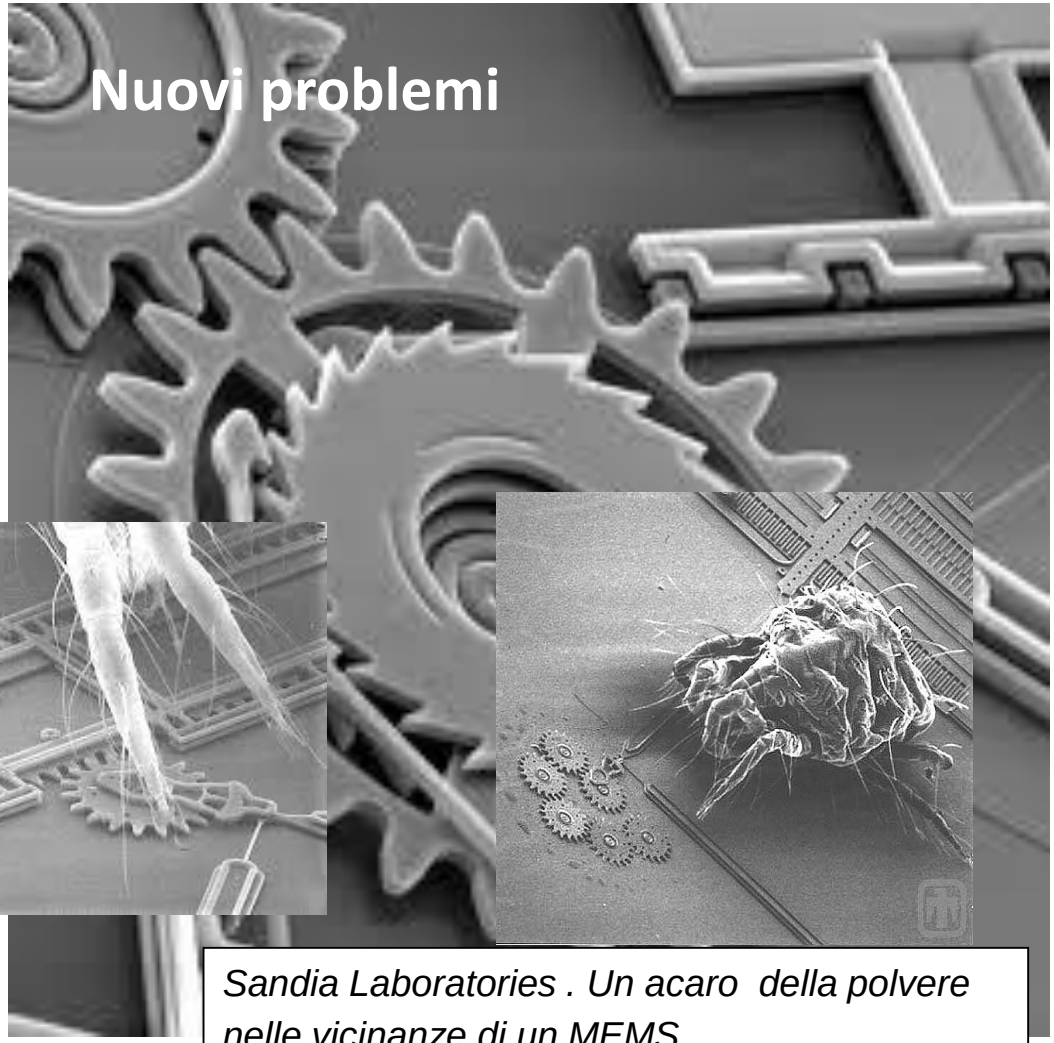


- Dipende dal carico applicato (forza normale alla superficie)
- dipende dalla velocità ?
- dipende dall'area di contatto?

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



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

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

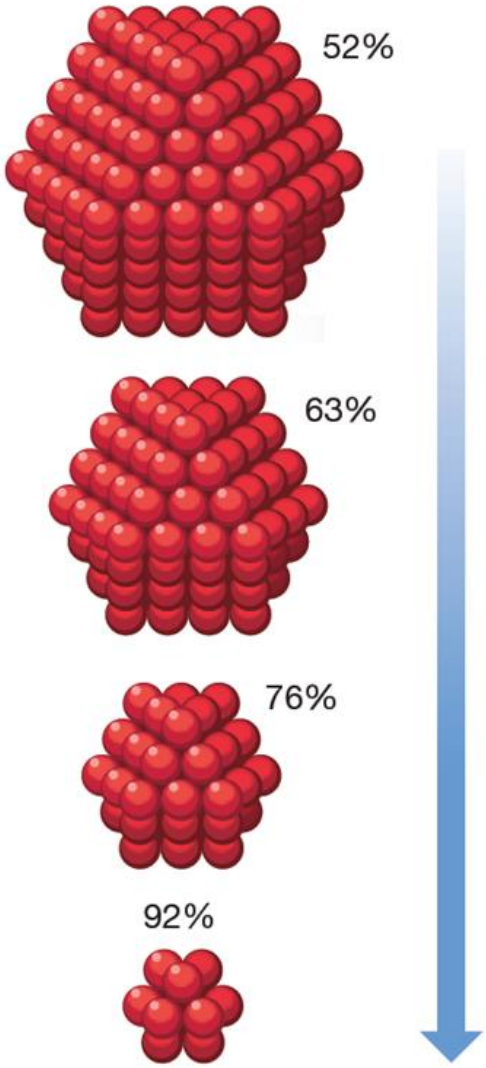
Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche

Nanoscienze e progetto Nanolab
Tribologia
Superfici
Biomimetica

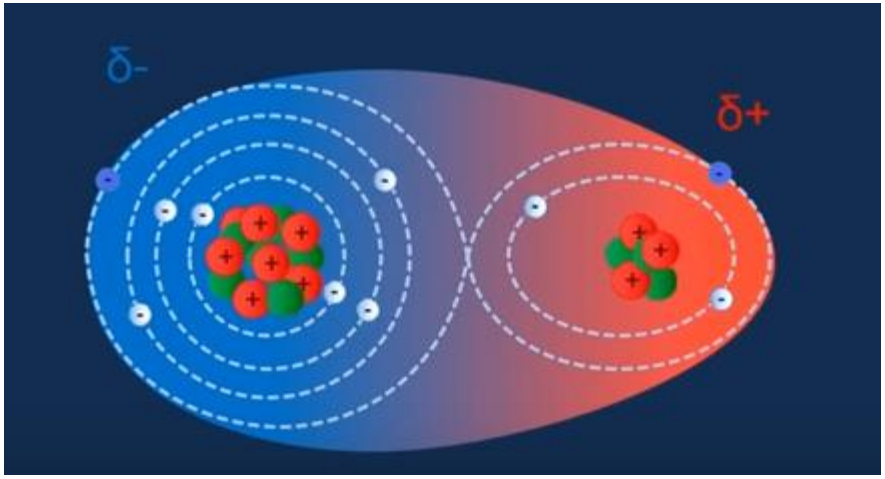
Effetti di superficie

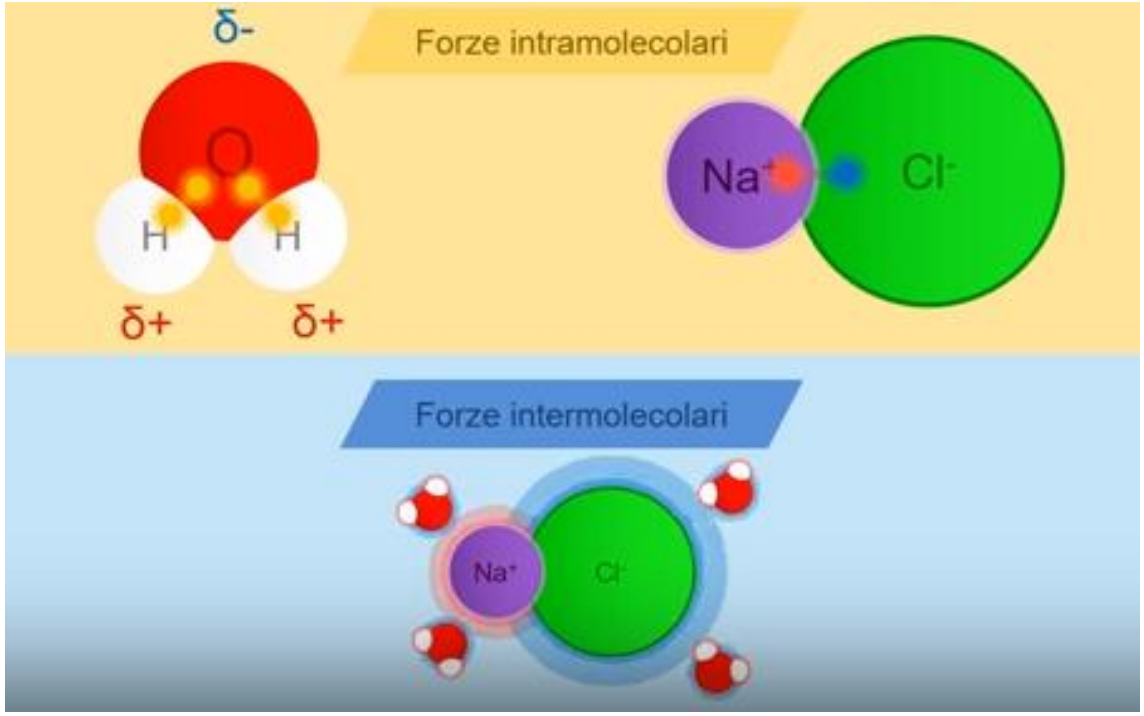
Il **rapporto esaltato superficie /volume** rende **dominanti** le **forze elettromagnetiche** ed intermolecolari rispetto alla gravità**.**

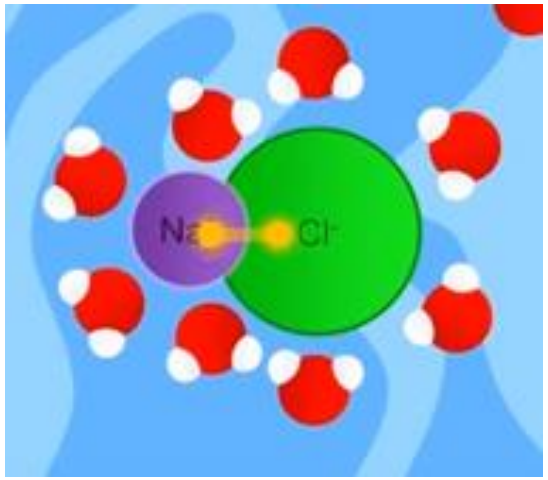
Un esempio:
L'acqua sul pavimento vi fa scivolare ma tra due lastre di vetro ….



Polarità della molecole







https://www.youtube.com/watch?v=L236BZRQ1HY

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**"

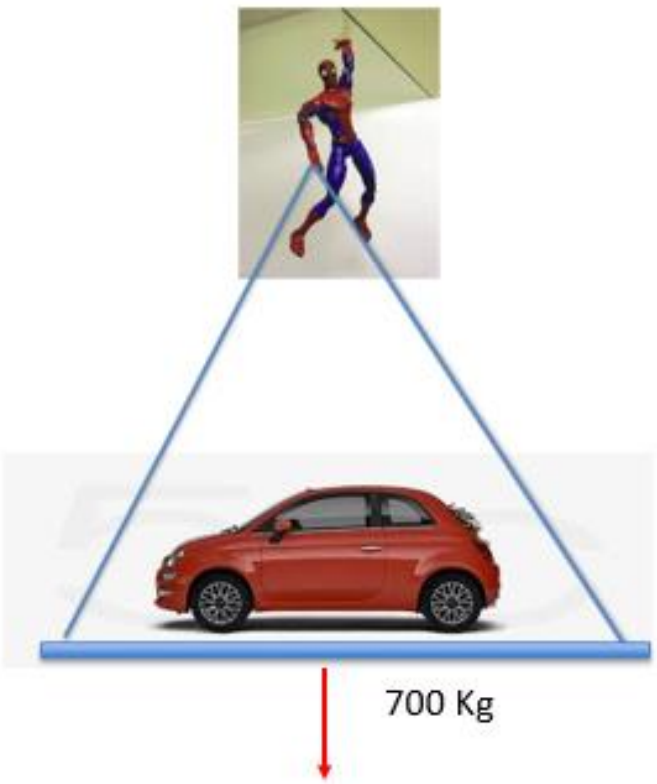
Lamellae

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

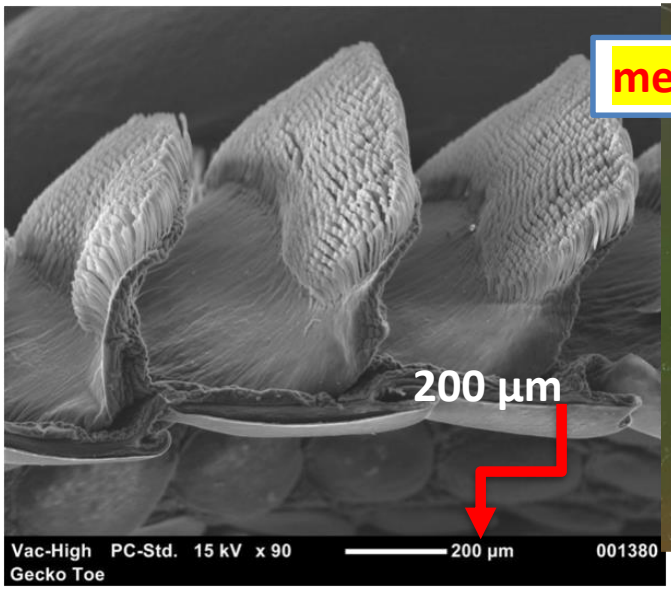
I gechi corrono su pareti e soffitti: le loro zampe sviluppano un' enorme forza di adesione, che possono 'spegnere" o 'accendere' in pochi millisecondi

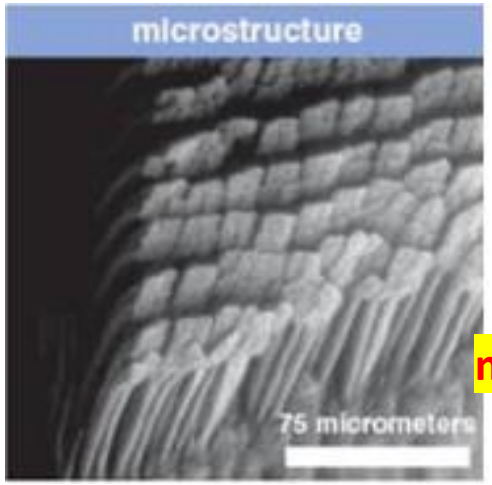


Non è un meccanismo 'chimico': non secerne colla

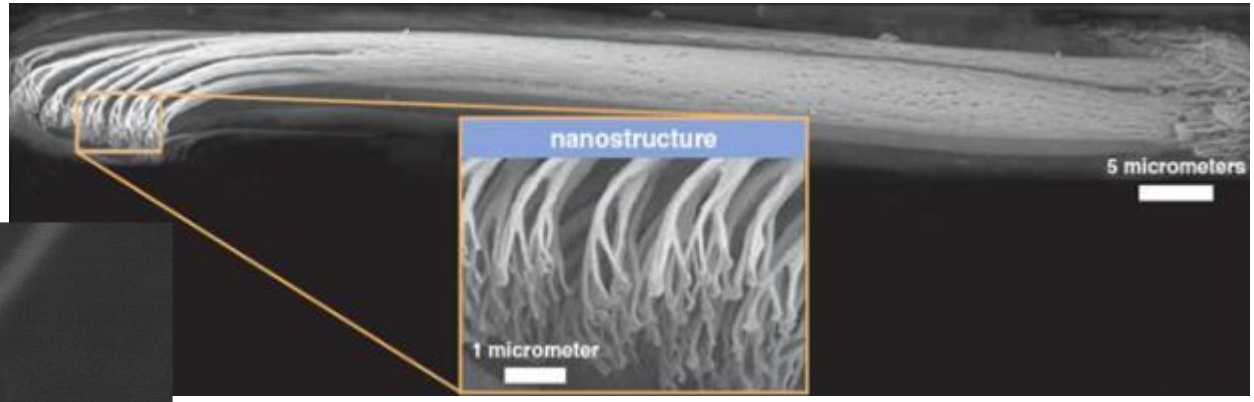
Appeso ad un vetro regge pesi pari a 10 volte il proprio.
Come se un uomo di 70 kg reggesse una 500

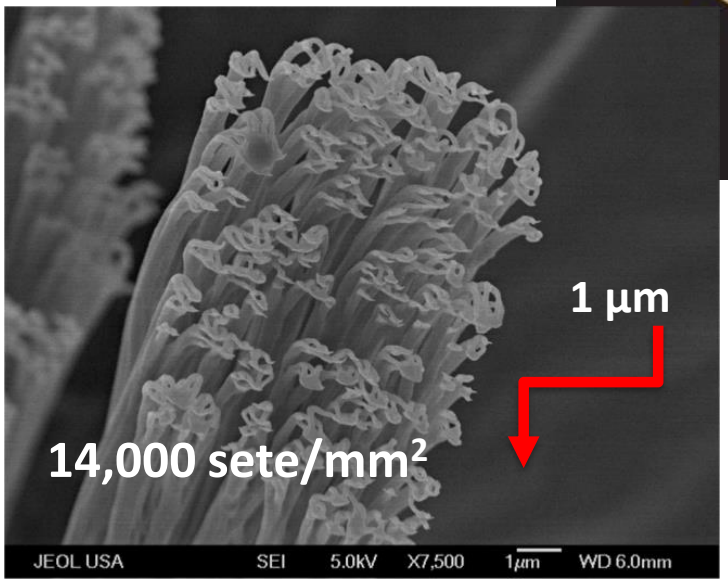
Gecko





micro





nano

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

UNIMORE

UNIMORE
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MODENA E REGGIO EMILIA

Dipartimento di Scienze Fisiche, Informatiche e Matematiche

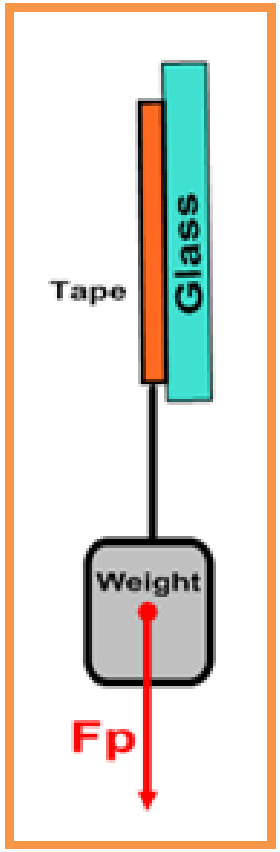
Attività di laboratorio

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

Esperimenti, elaborazione dati, ricerca di soluzioni

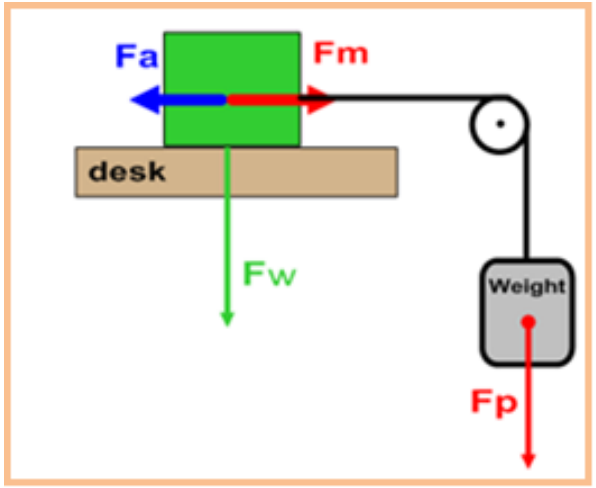
Layout verticale

Es.
Come fa il materiale a rimanere attaccato al vetro?
Come funziona una colla?



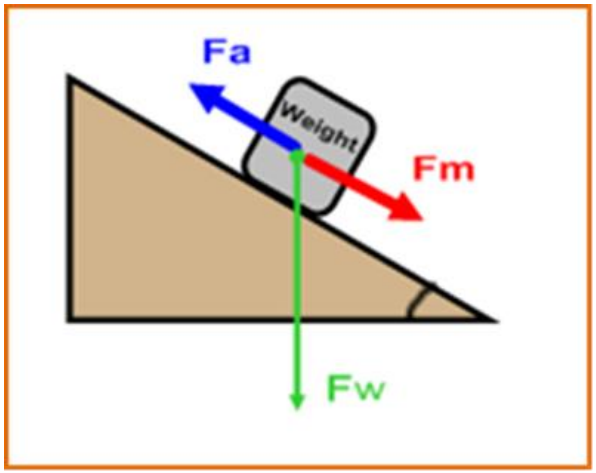
Attrito in funzione dell'area di contatto

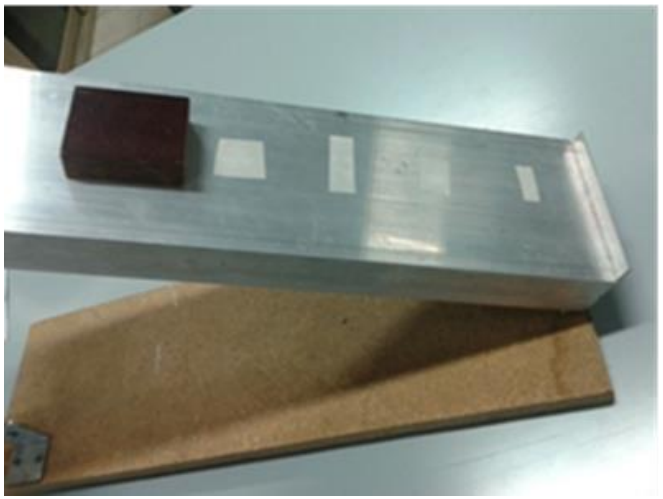
Layout orizzontale



Teoria, esperimenti elaborazione dati, ricerca di soluzioni

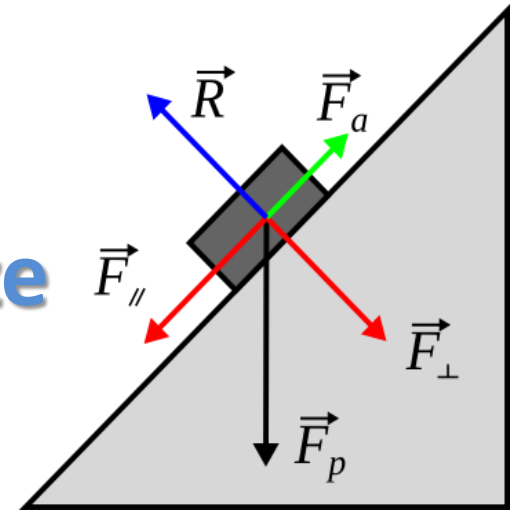
Piano inclinato





Attrito statico in funzione dell'area di contatto

Schema delle forze



- Fp Forza peso;
- F⊥ Forza perpendicolare al piano;
- F ∥ Forza parallela;
- R Reazione vincolare;
- Fa Forza d'attrito.

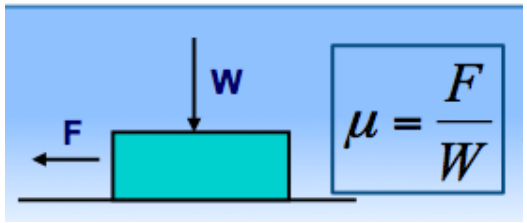
Misure

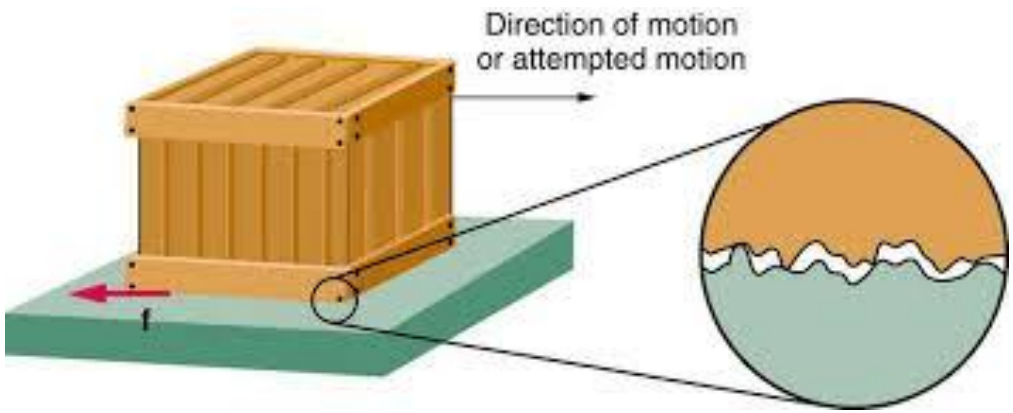
- Forza d'attrito statico su carta vetrata al variare della superficie di contatto.
- Forza d'attrito statico su Gecko Tape al variare della superficie di contatto.
- Avanzare ipotesi sul meccanismo di adesione del Gecko Tape.

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)

Quadro fisico di riferimento

Attrito classico	alla NANOscala
1. **Le leggi:** i. **indipendente dalla superficie di contatto** ii. proporzionale alla forza normale iii. distinto in attrito statico e dinamico iv. **indipendente dalla velocità di scivolamento** 2. Lubrificanti tradizionali 3. «Roughness» come origine dell'attrito	1. **Le leggi:** i. **dipende dall'area di contatto** reale (non geometrica) ii. **dipende dalla velocità di scivolamento** 2. I **lubrificanti liquidi** confinati in strati sottili (spessore molecolare) non funzionano perchè diventano **troppo viscosi** 3. La scabrosità può ridurre l'attrito

Contributi

In ordine alfabetico:

Annamaria Lisotti
Cinzia Scorzoni
Francesco Benedetti
Franco Vaccari
Guido Goldoni
Stefano De Carlo
Valentina De Renzi

UNIMORE
Corso di laurea in fisica

I materiali di NANOLAB, inclusa la presente scheda, sono proprieta' degli autori di NANOLAB (www.nanolab.unimore.it) e distribuiti con licenza Creative Commons 3.**0**
Versione: 27/03/2019