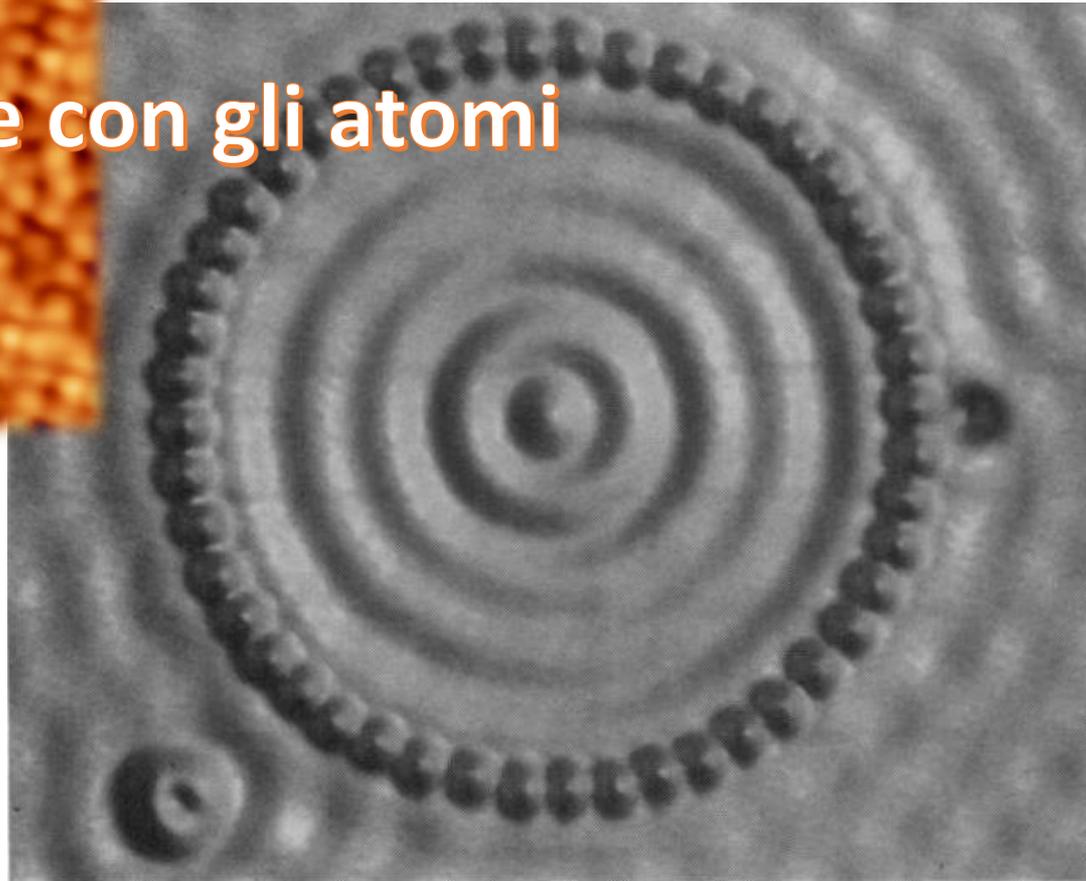


# Disegnare con gli atomi

3.0nm  


Letizia Savio  
Gianangelo Bracco





Consiglio Nazionale  
delle Ricerche

## Chi siamo?

## Dove siamo?



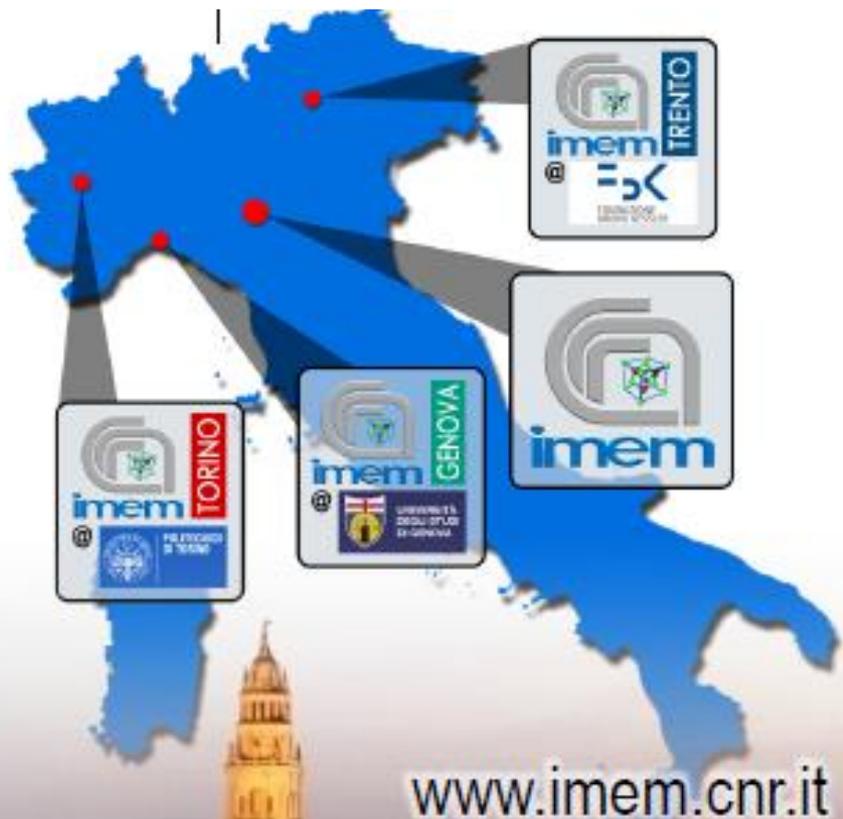
E' il **primo**  
ente di  
ricerca per  
numero di  
ricercatori

# 8400



Il **personale** del Cnr, è composto  
da 8400 persone tra ricercatori,  
tecnologi, tecnici e amministrativi





# Istituto dei Materiali per l'Elettronica ed il Magnetismo

Consiglio Nazionale delle Ricerche

[www.imem.cnr.it](http://www.imem.cnr.it)

- Circa 50 unità di personale su più sedi, cui si aggiungono dottorandi, borsisti post-dottorato e associati delle Università con cui collaboriamo.
- Collaborazioni con Istituti di ricerca nazionali ed internazionali

- **IMEM-Ge** è ospitato presso il Dipartimento di Fisica di UNIGE e contribuisce alla formazione di giovani ricercatori e studenti universitari.

# Che cosa è un MATERIALE?



**Materiale:** s. m. Sostanza particolare avente determinati caratteri. Ha quindi significato vicino a quello di materia, ma mentre materia indica per lo più una sostanza omogenea, materiale può indicare un insieme di sostanze (grezze o già lavorate) anche non omogenee, le quali abbiano in comune soltanto la destinazione a un'unica funzione.



# Che cosa è un MATERIALE?



**Materiali:**

**GREZZI**

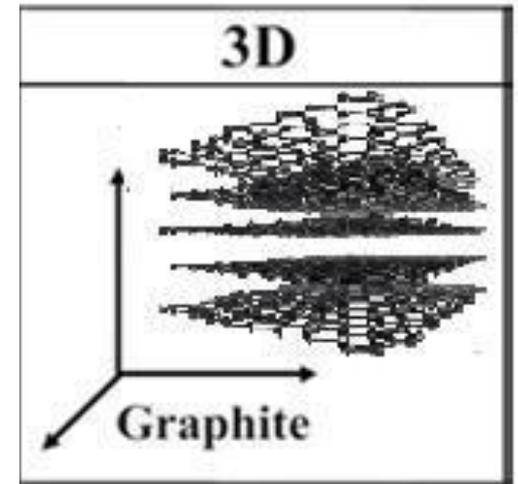
**LAVORATI**

**SINTETICI**

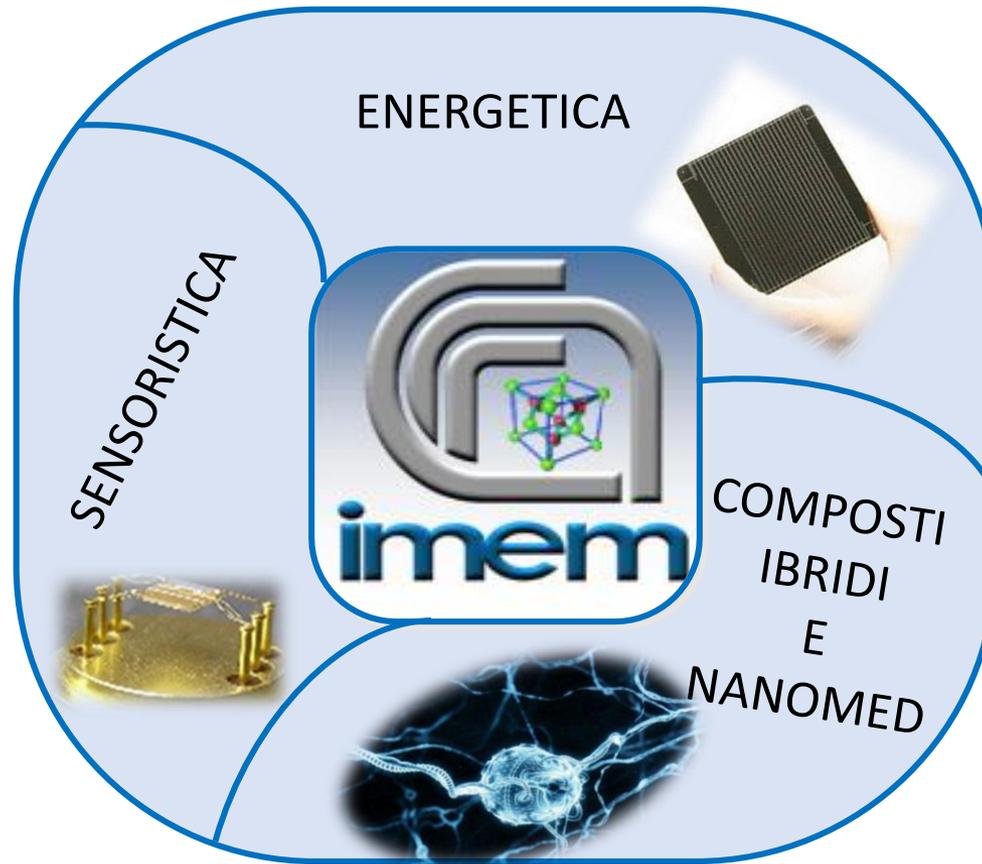


# Un materiale e' sempre 3D?

Miniaturizzazione → Verso oggetti sempre più piccoli



# Ricerca su materiali innovativi per applicazione negli ambiti



*Coprendo una grossa fetta della filiera della ricerca:*

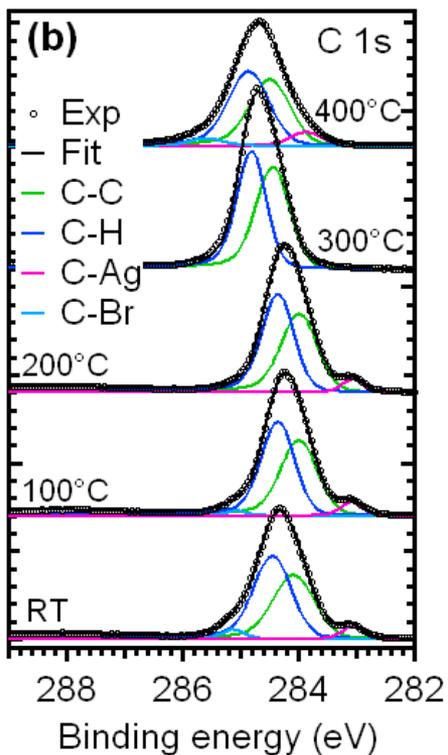
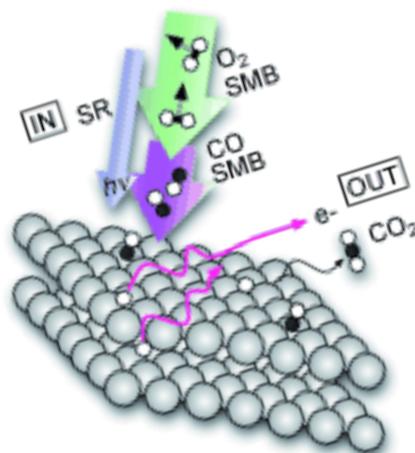
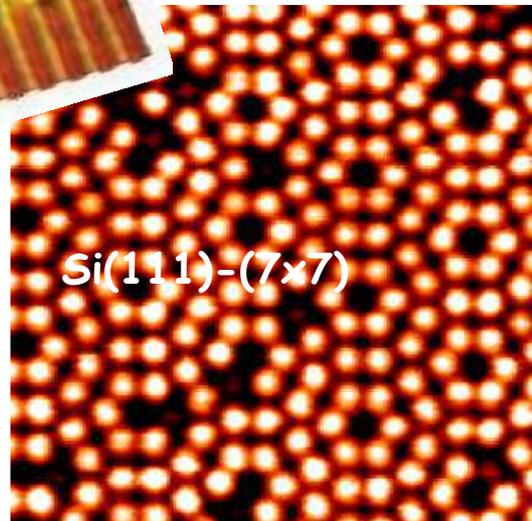
**Crescita del materiale**

**Caratterizzazione**

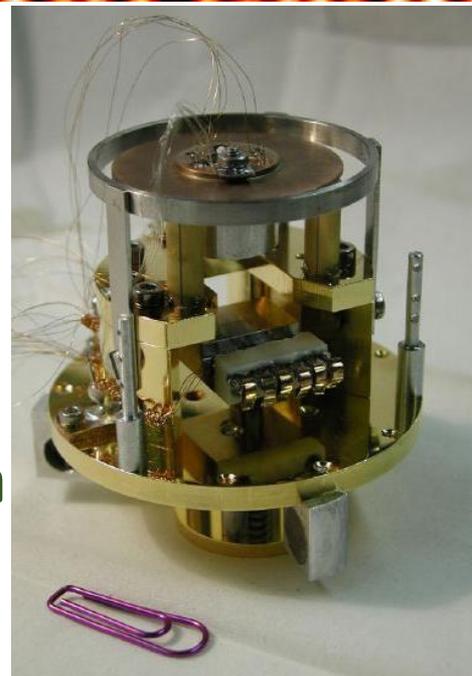
**Integrazione**

**Prototipo**

Cosa facciamo a Genova?

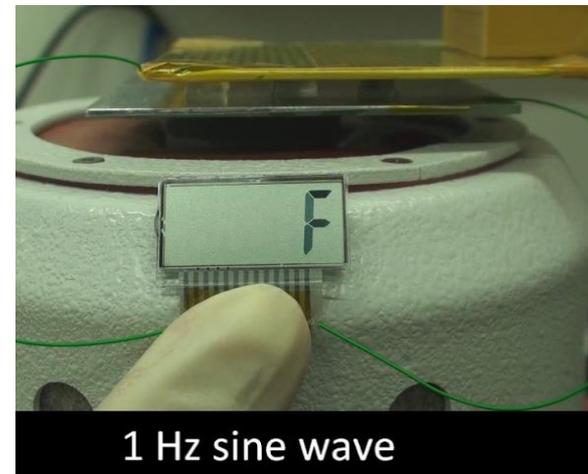
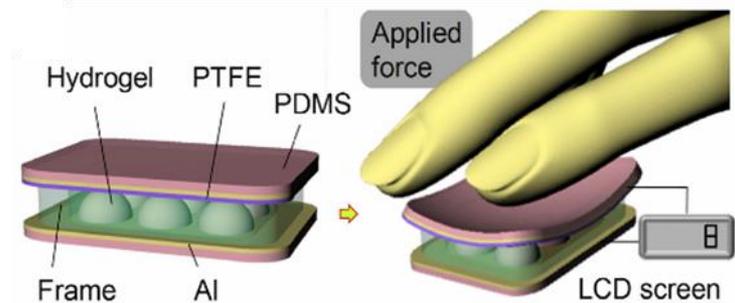
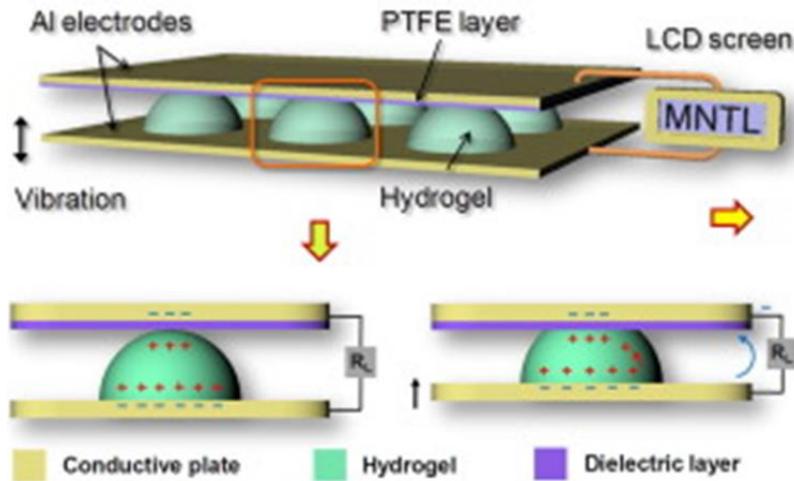


**Materiali 2D, 1D supportati**  
 (film ultrasottili, grafene, nanoparticelle)  
**Interazione molecola-superficie**  
**Analisi spettroscopica e microscopica**



# Raccolta di energia da vibrazioni ambientali a bassa frequenza (REWOD con liquidi o hydrogel)

## Hydrogel



Disegnare con gli atomi



# Cosa ci serve per disegnare?



Tela



Pennello



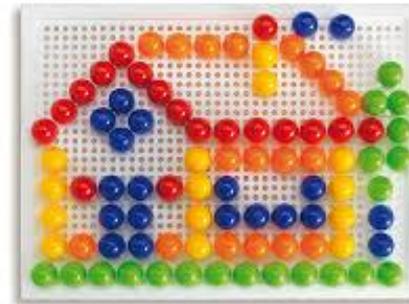
Pittura



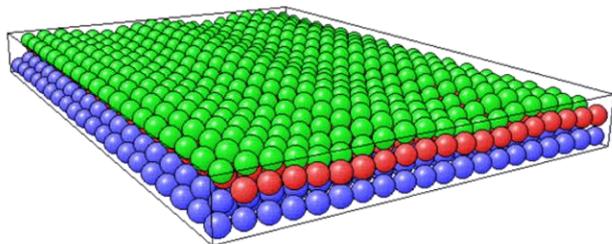
Supporto



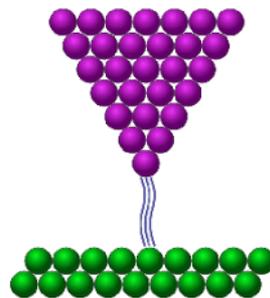
Mano



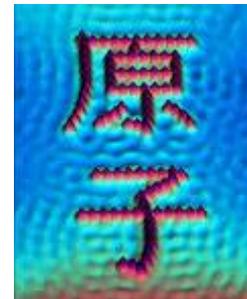
Chiodini



Superficie

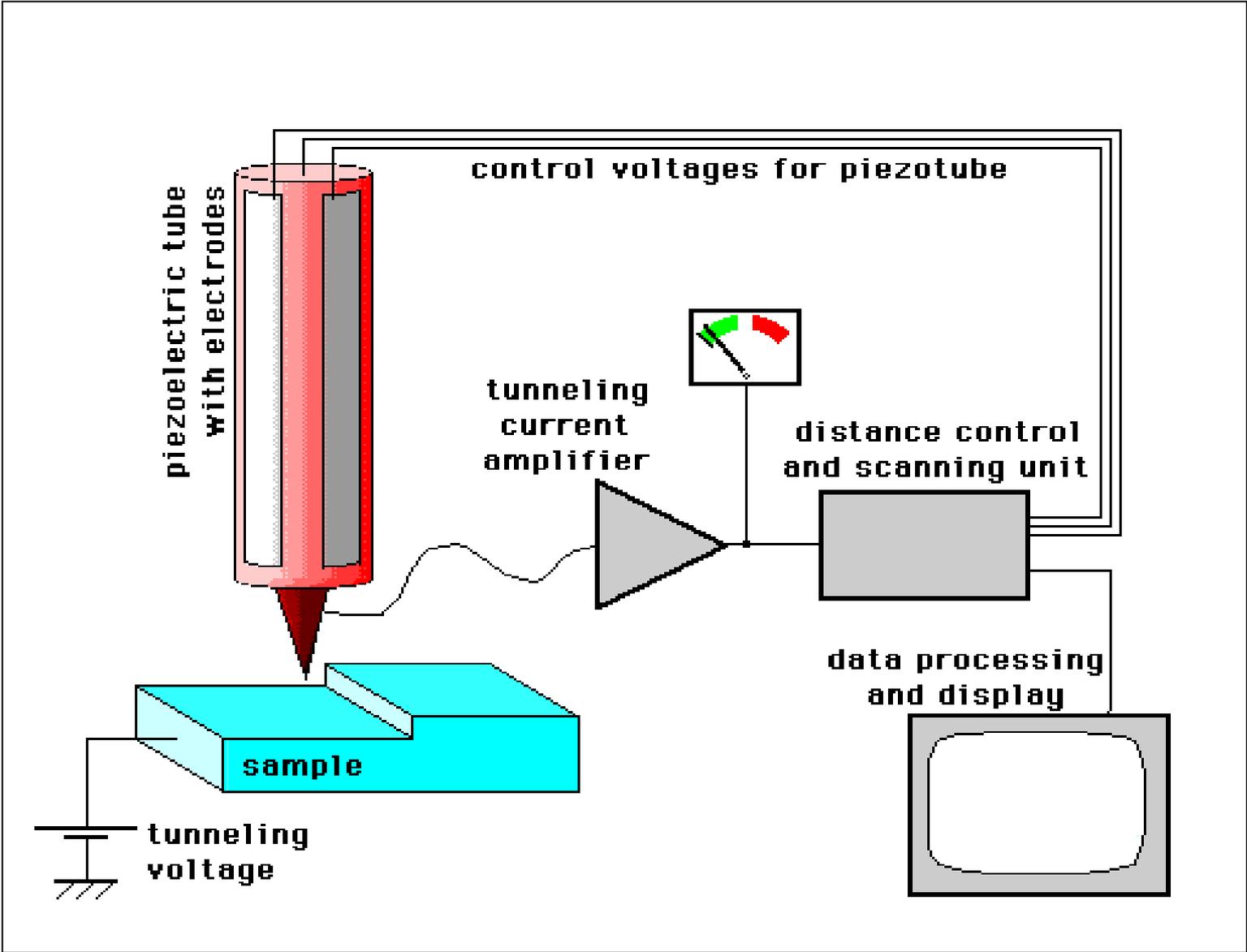


Punta

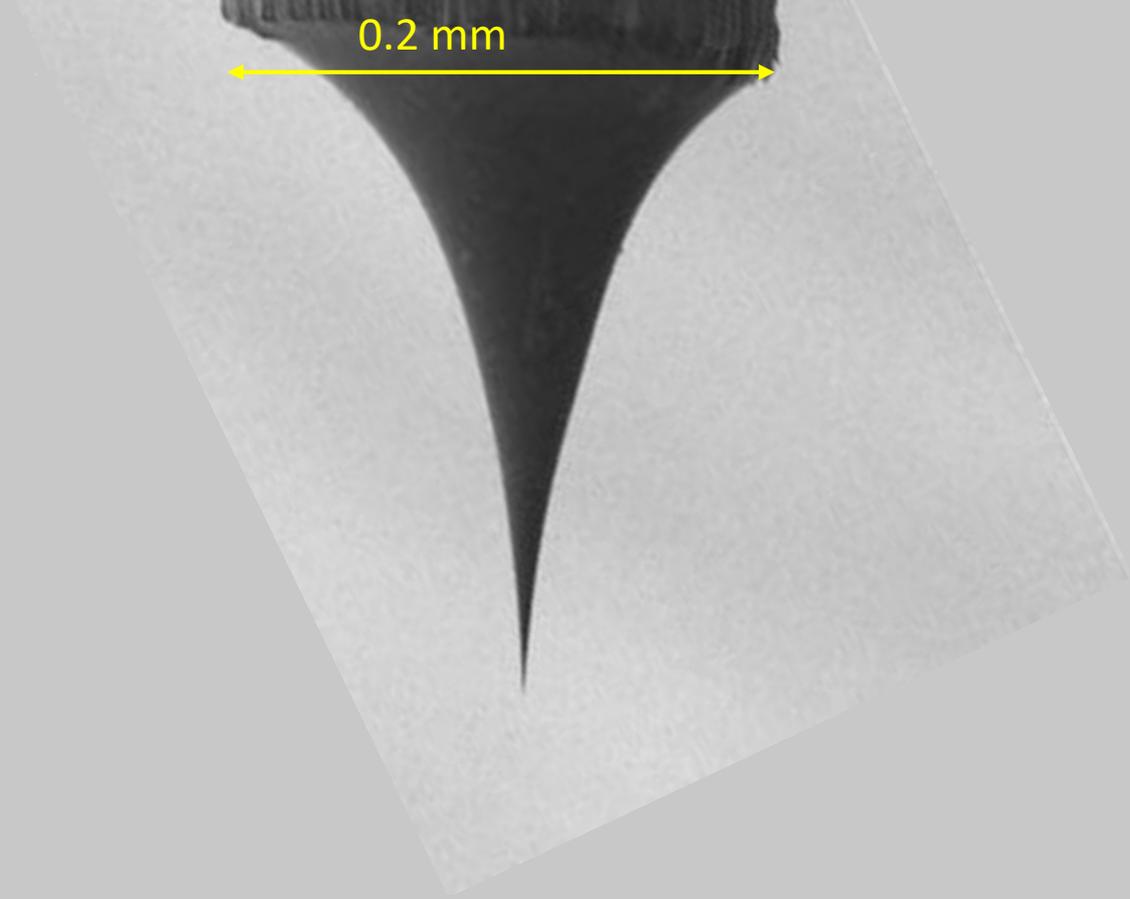


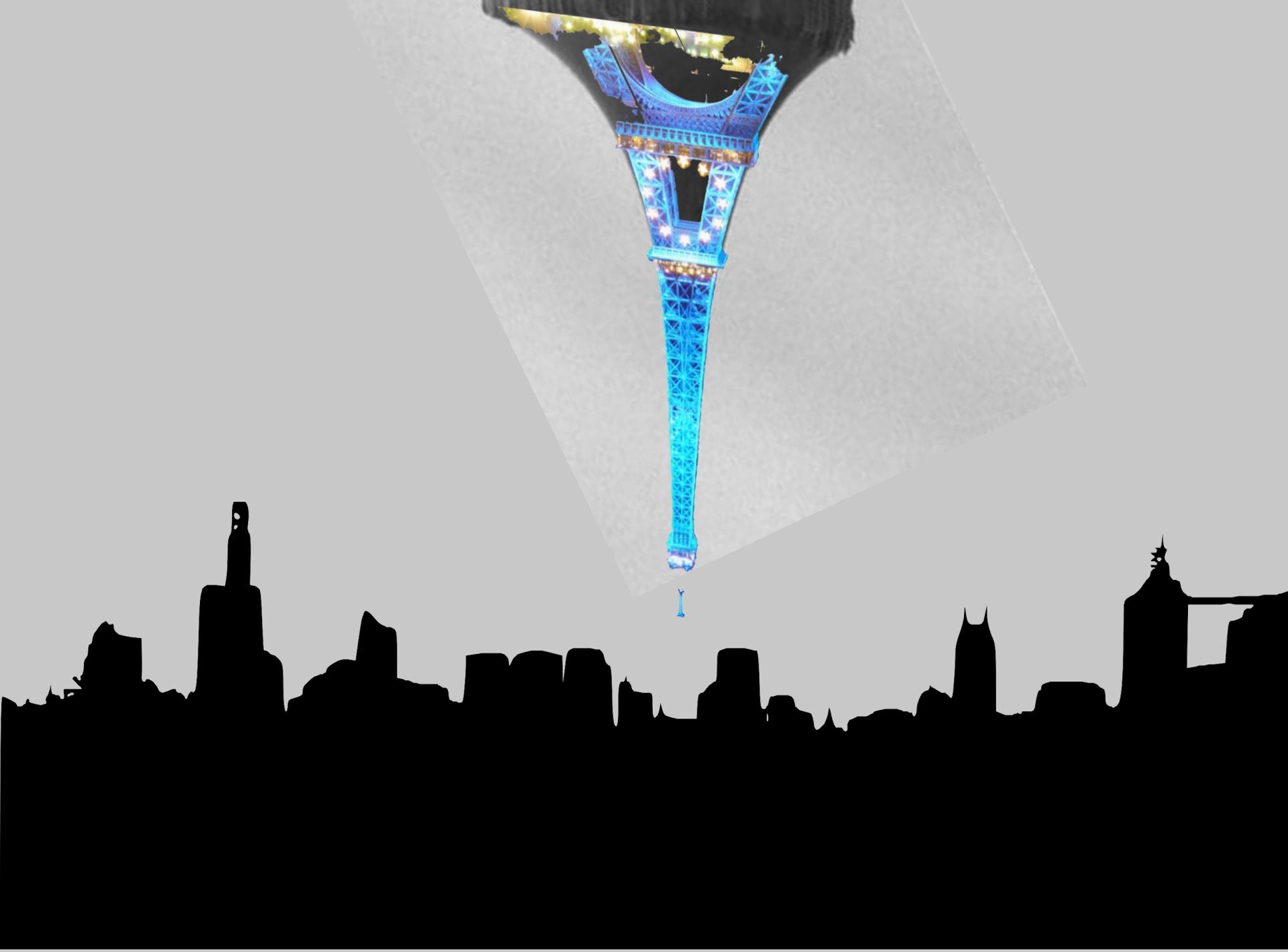
Atomi/molecole

# Cosa è un microscopio a scansione a effetto tunnel?

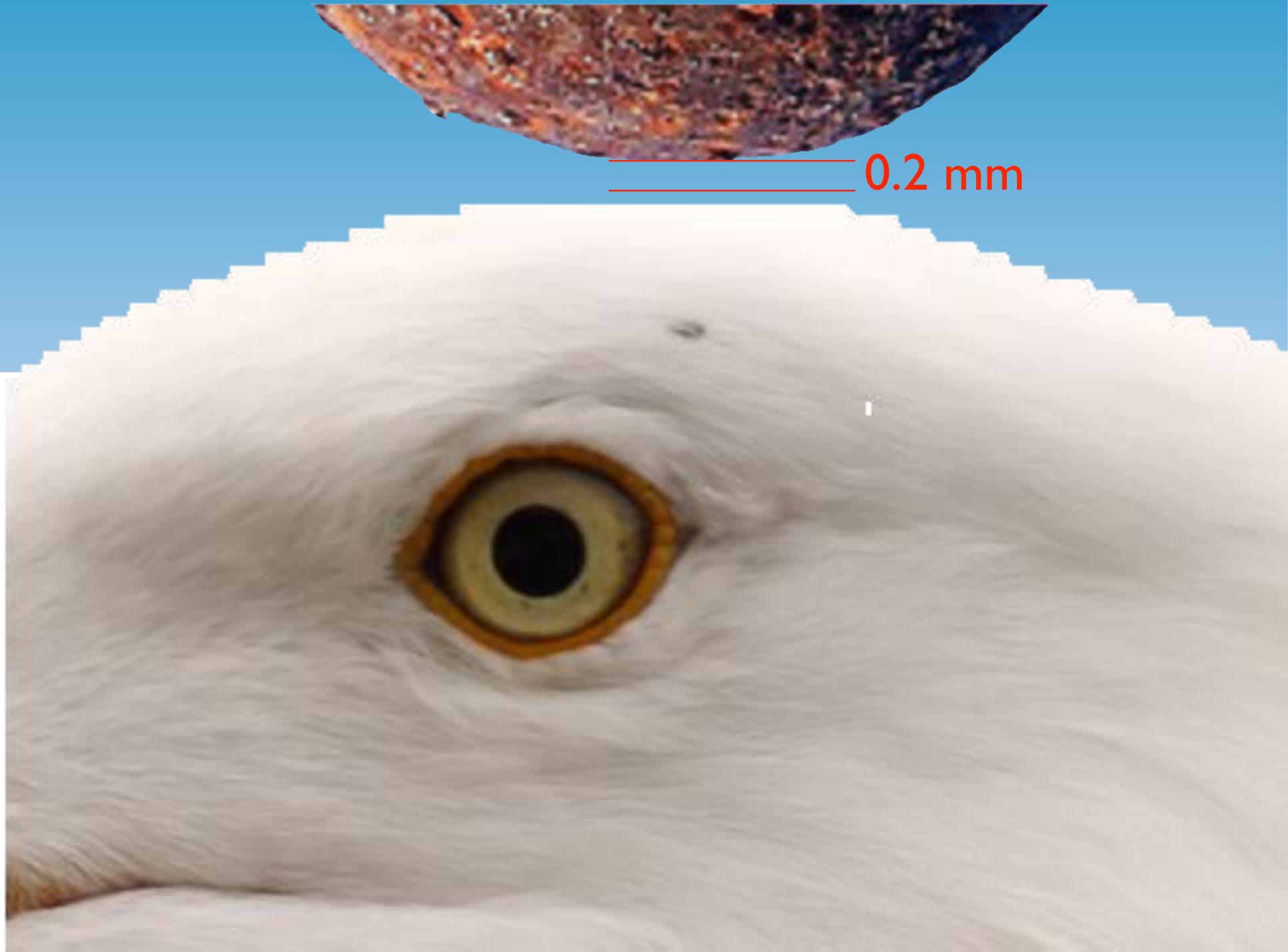


0.2 mm









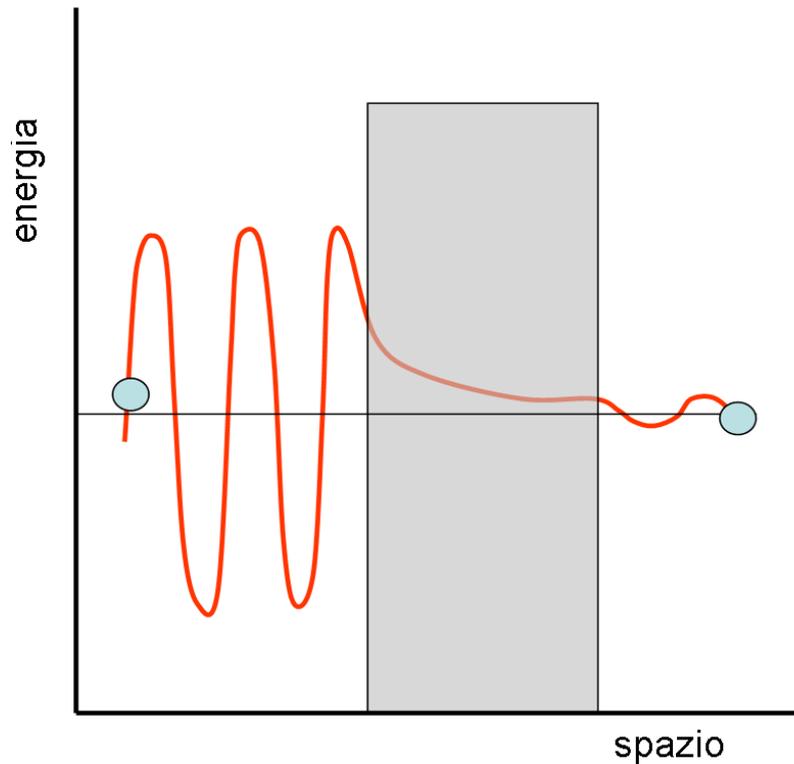
0.2 mm

# E l'effetto tunnel?

Mondo Macroscopico -> Fisica Classica

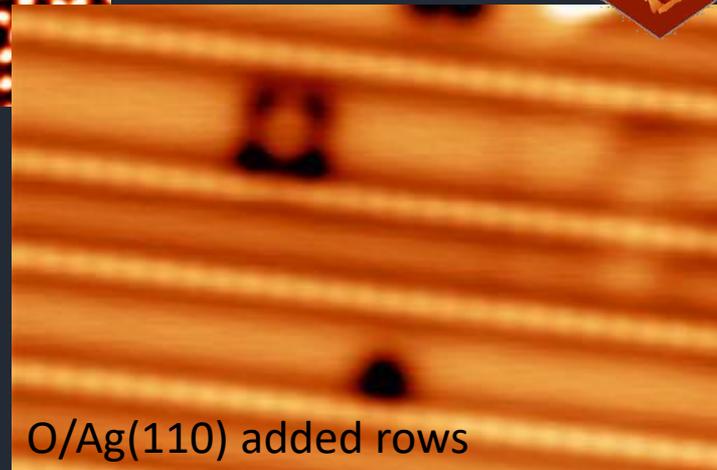
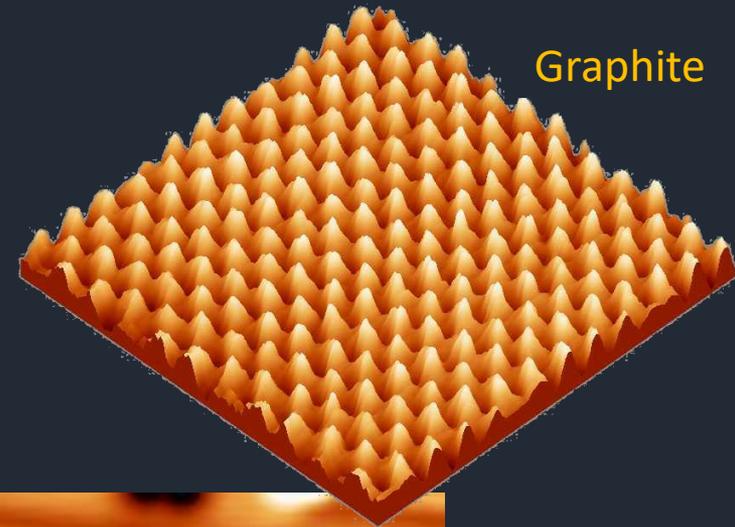
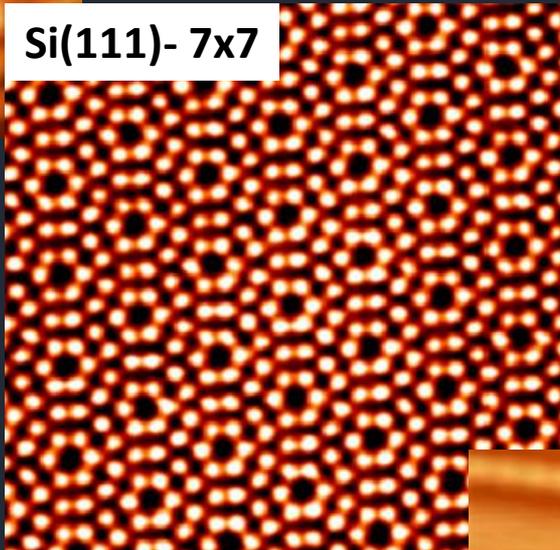
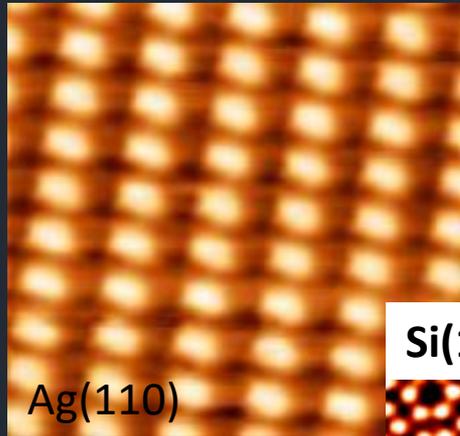


Mondo Microscopico -> Fisica Quantistica

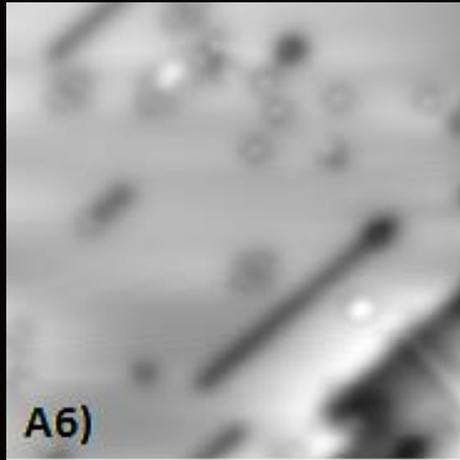


Quindi posso misurare una corrente di elettroni fra punta e campione che decresce esponenzialmente con lo la loro distanza (spessore della barriera).

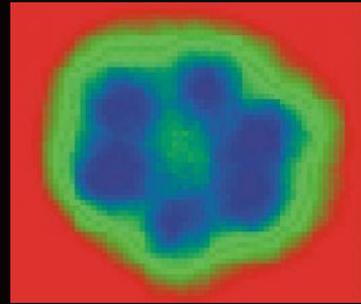
# Vediamo gli atomi di una superficie....



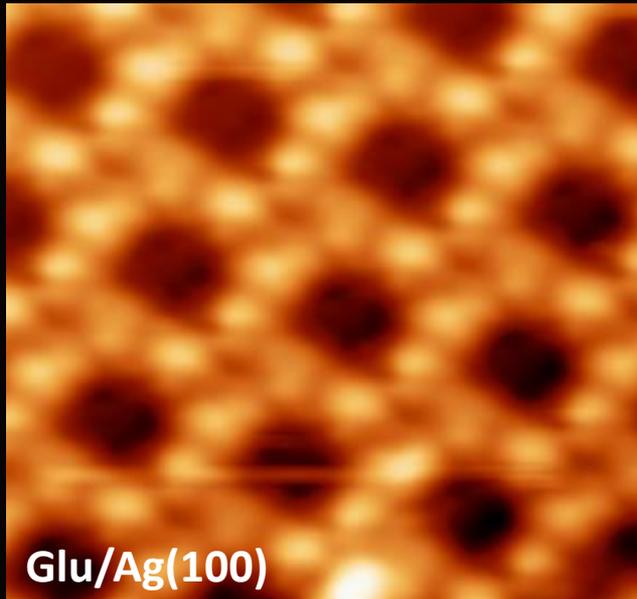
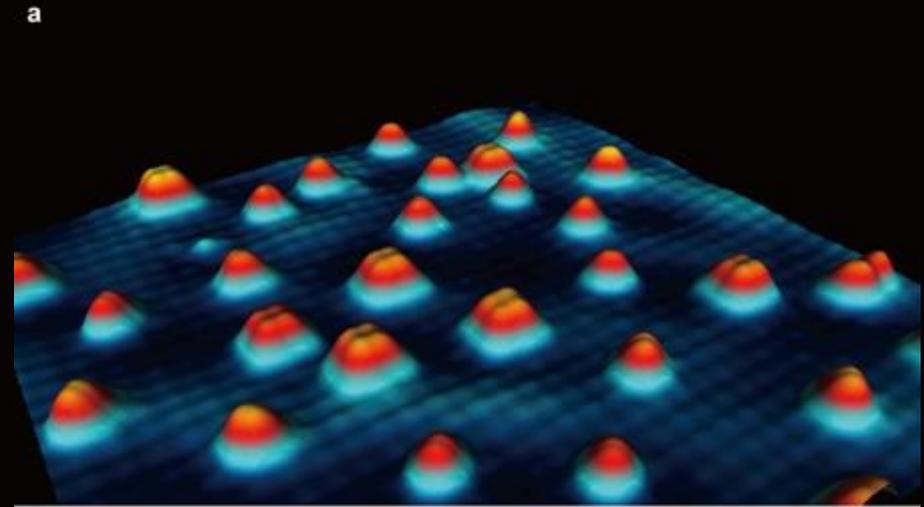
... e gli atomi o le molecole depositati su di essa



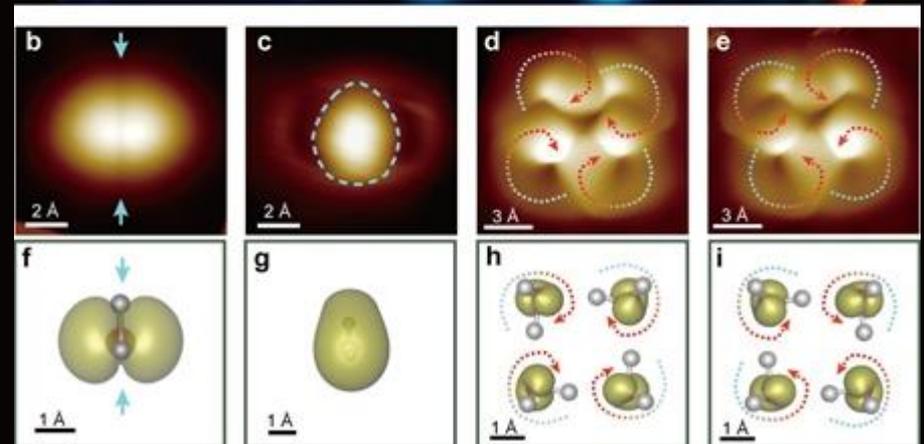
O/Ag(110)



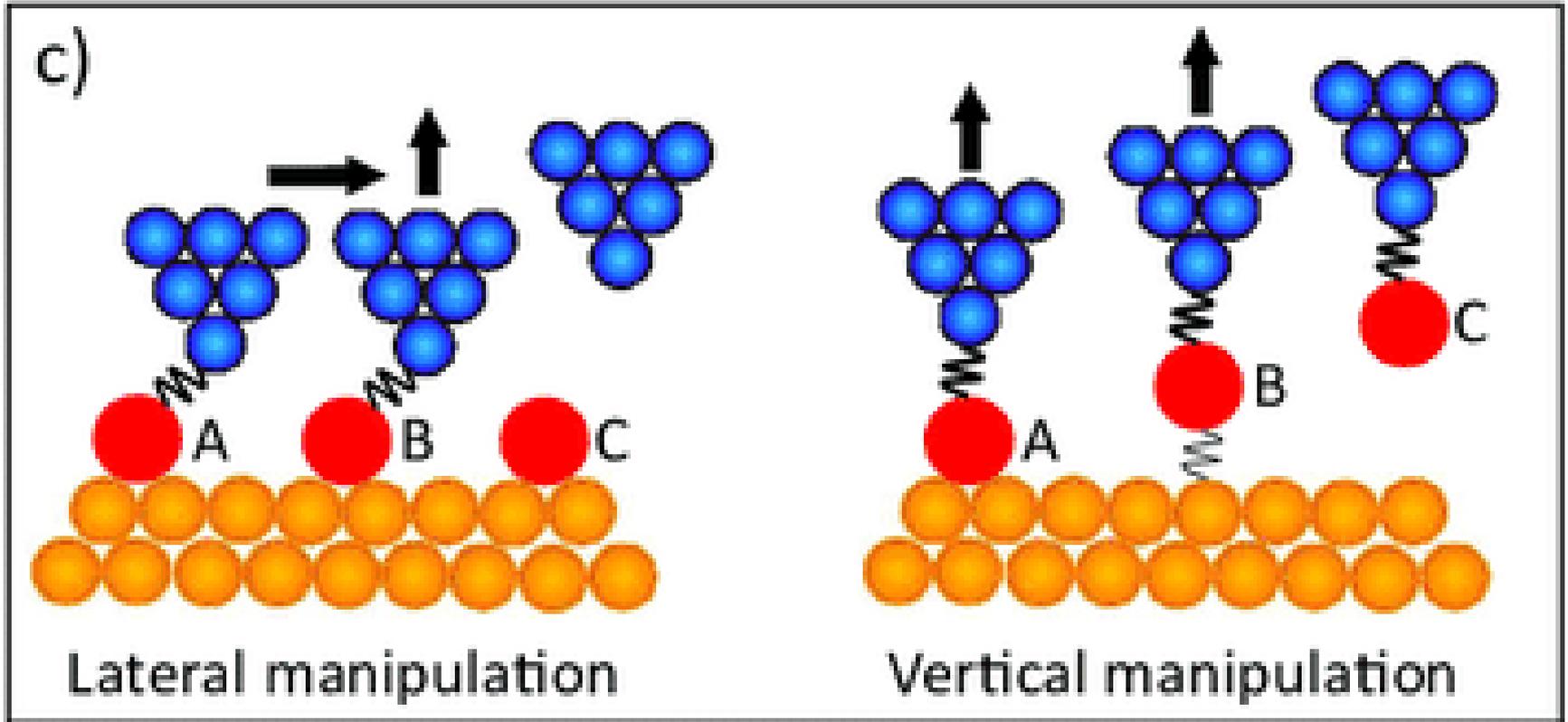
H<sub>2</sub>O/Ag(111)



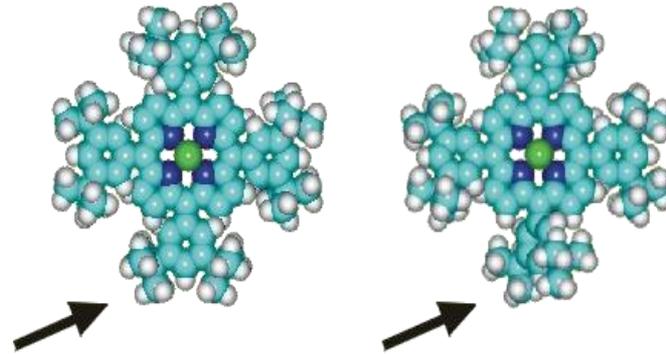
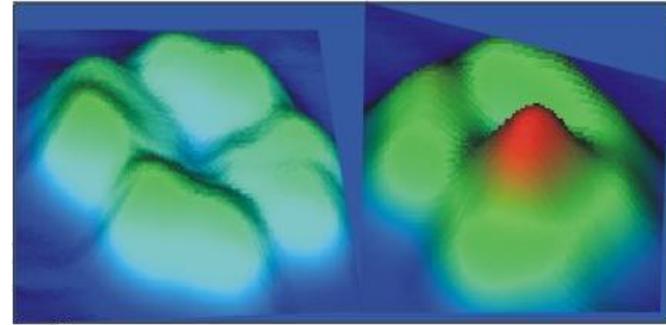
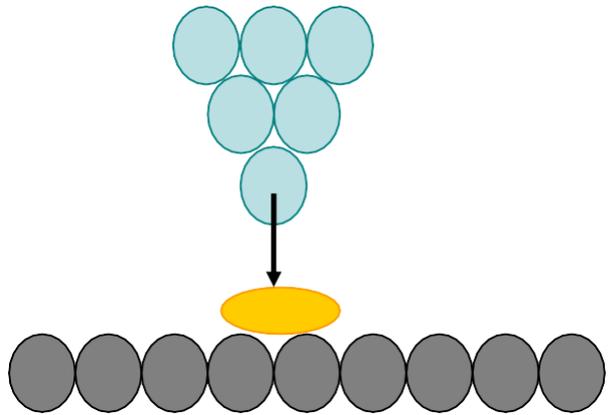
Glu/Ag(100)



# E possiamo spostarli?



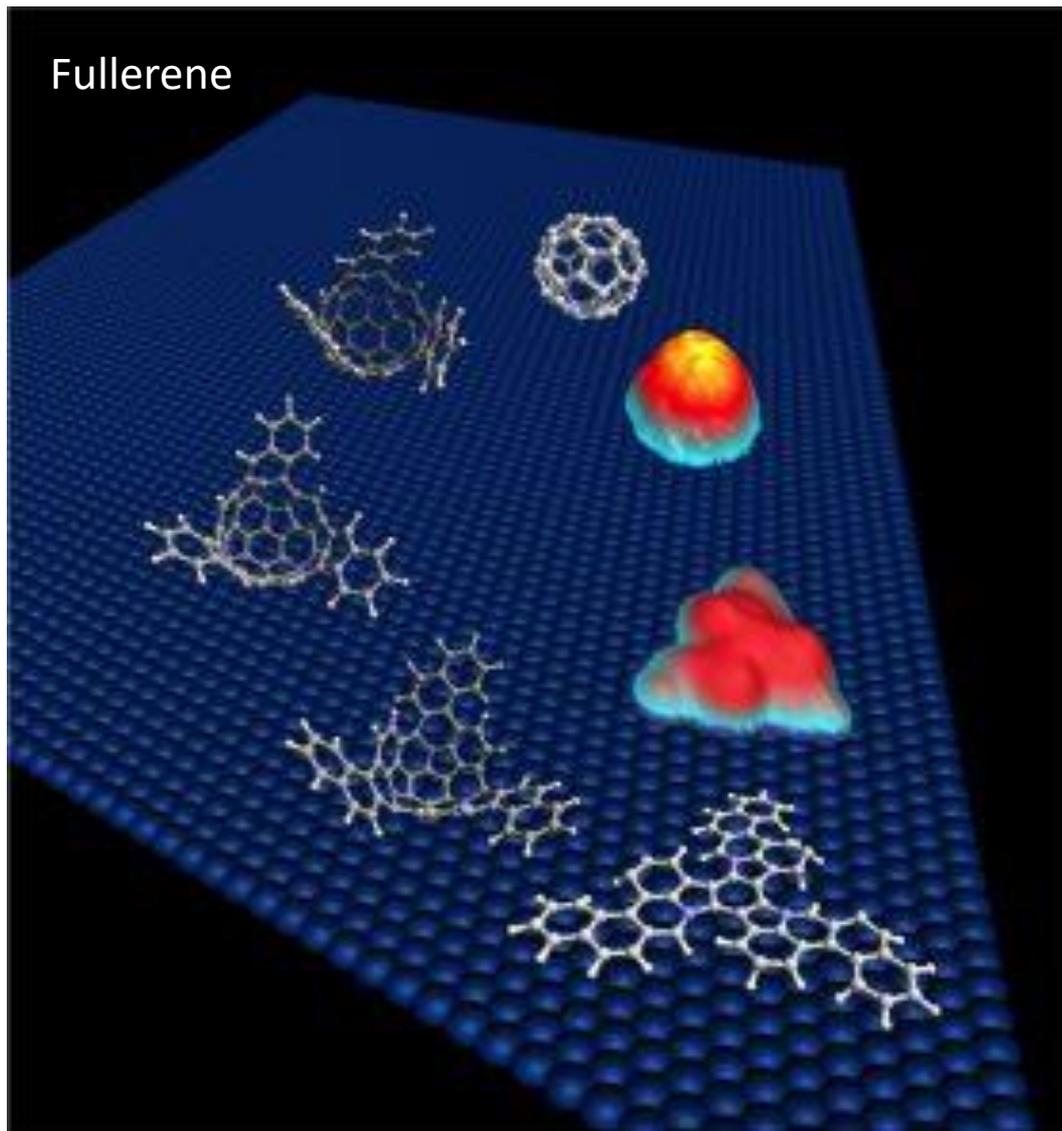
# Manipolazione con la punta dell'STM



La molecola di porfirina su Cu(111) si comporta come uno switch molecolare se sollecitata mediante opportune tensioni applicate tramite la punta dell'STM.

# Manipolazione con la punta dell'STM

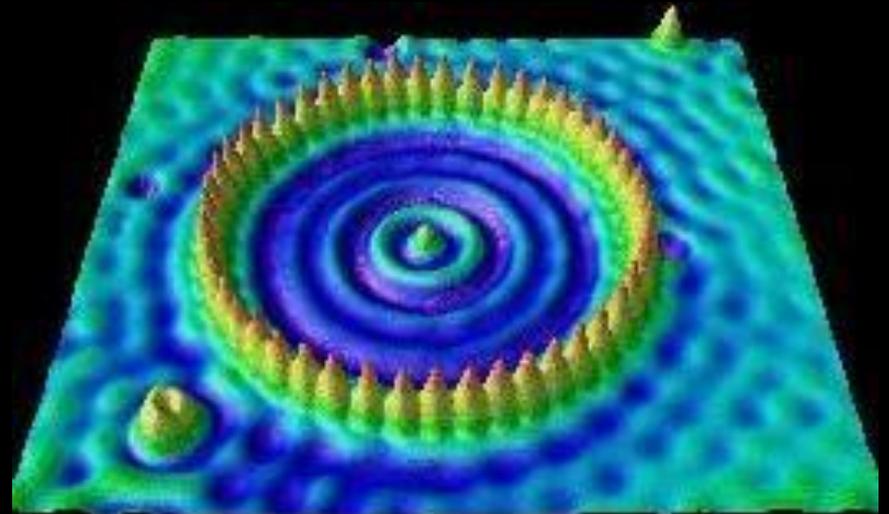
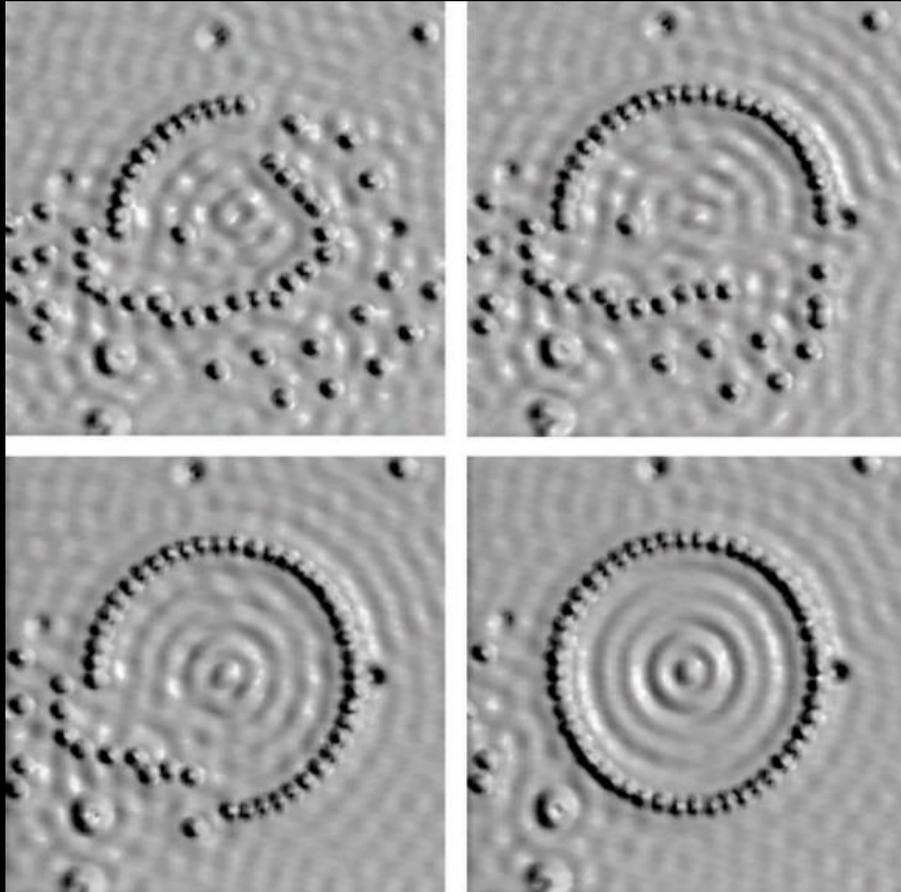
Fullerene



# Manipolazione con la punta dell'STM

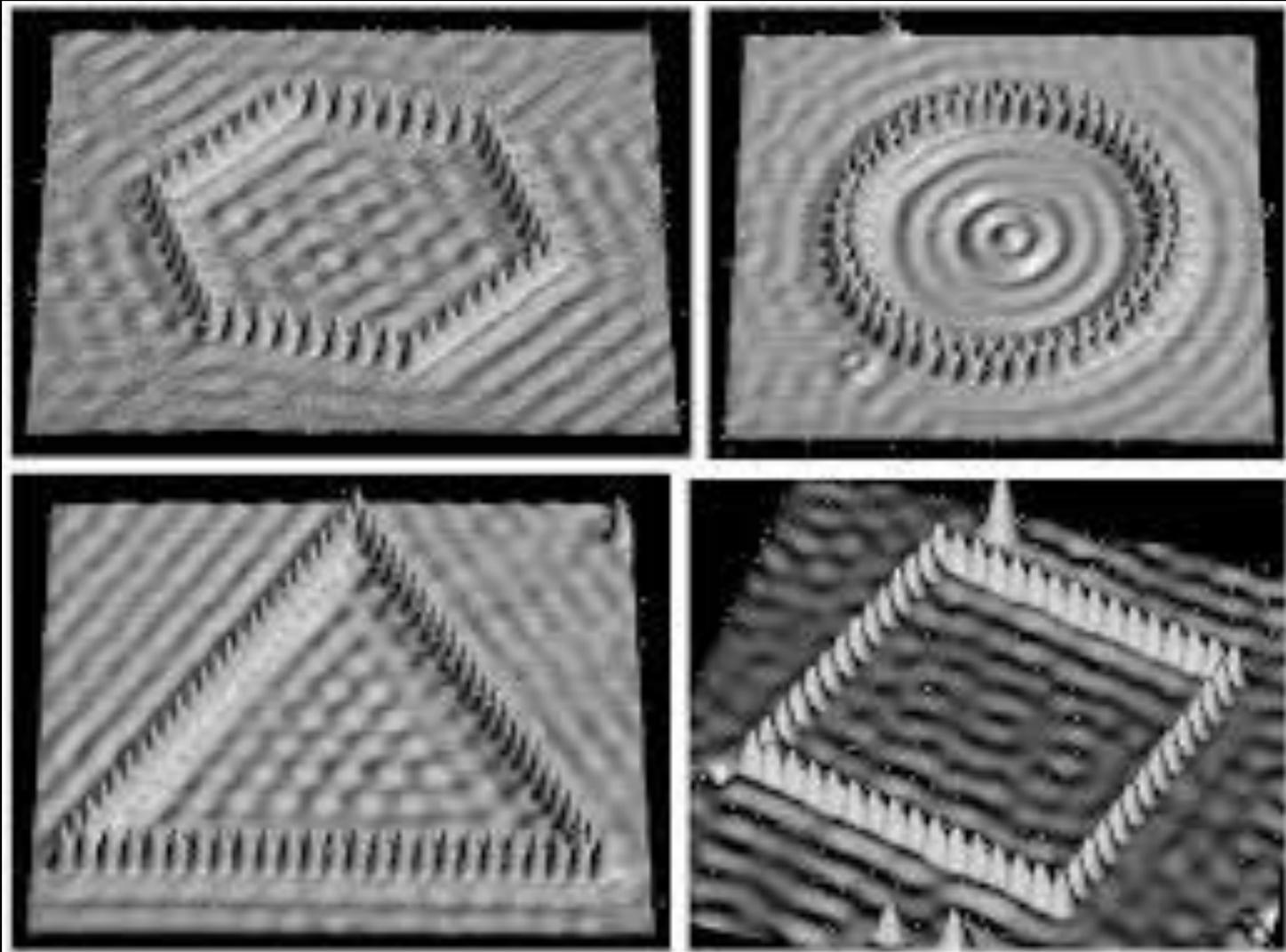
Si possono spostare atomi o molecole «appoggiati» sulla superficie in maniera controllata. Qualche volta questo genera anche onde di interferenza degli elettroni liberi della superficie, che vengono confinati (onde stazionarie— quantum corrals).

Fe/Cu(111)



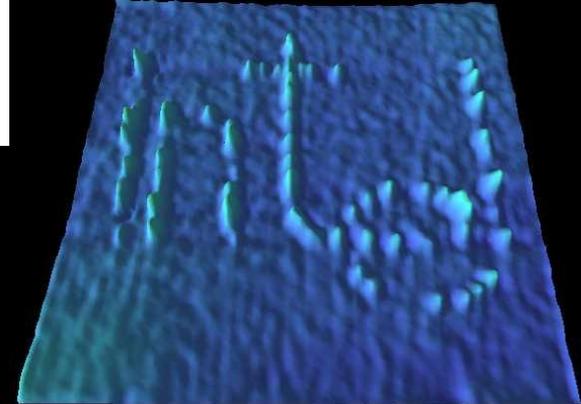
# Manipolazione con la punta dell'STM

Si possono spostare atomi o molecole «appoggiati» sulla superficie in maniera controllata. Qualche volta questo genera anche onde di interferenza degli elettroni liberi della superficie, che vengono confinati (onde stazionarie— quantum corrals).



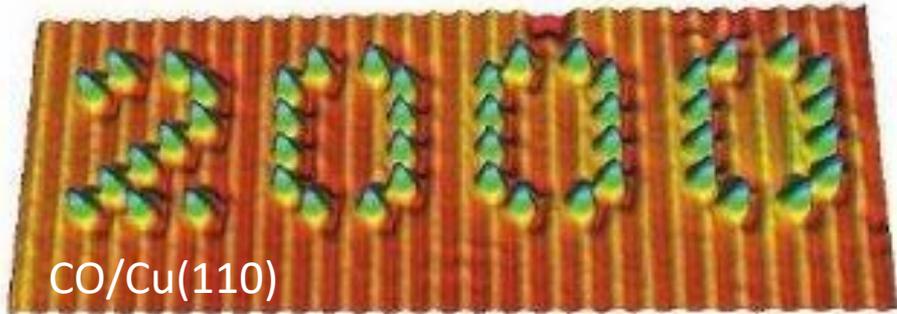
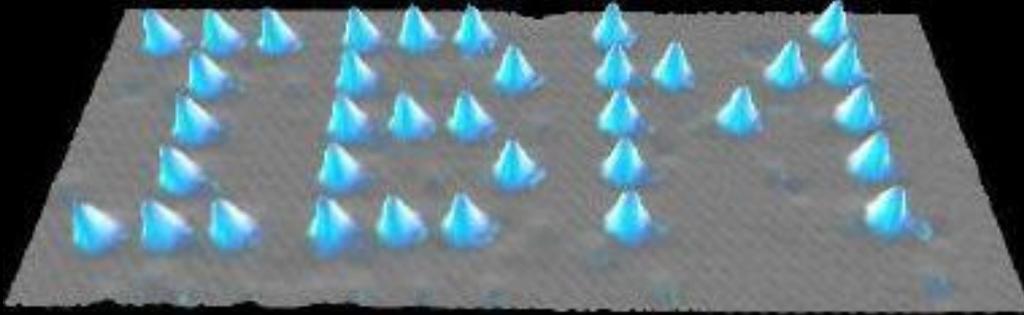
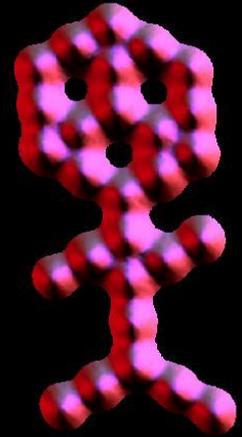
# Manipolazione con la punta dell'STM

This is a very small Intel logo.

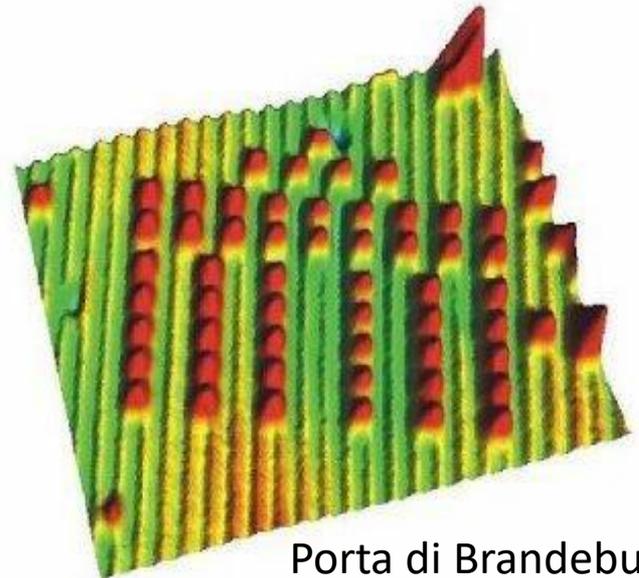


500 nm x 500 nm

Xe on Nickel (110)



CO/Cu(110)



Porta di Brandeburgo

# Manipolazione con la punta dell'STM

Disegnare con gli atomi

