

Liceo Scientifico Statale "Leon Battista Alberti" Napoli

III Edizione 2018/2019

A scuola di astroparticelle

"Dalle astroparticelle
alle nanotecnologie...
a scuola di Fisica Moderna"



sito web: www.na.infn.it
mail: direzione@na.infn.it
segreteria di direzione: 081.67.61.86
facebook: [ascuoladiastroparticelle](https://www.facebook.com/ascuoladiastroparticelle)
facebook: INFN Sezione di Napoli

$$\Phi = \frac{Q}{4\pi r^2}$$

$$E = mc^2$$

$$(i\hbar \frac{\partial}{\partial t} - m)\psi = 0$$

La ricerca entra nelle scuole
attraverso la disseminazione
di dati scientifici reali

Liceo Scientifico Statale "Leon Battista Alberti"
Napoli
sito: www.liceoalbertinapoli.it

Docenti interni: A. Calabrese
Tutor esterni: M. Barra, A. Longo, L. Parlato

Arte Arianna
Benincasa Maria Chiara
Borrelli Jonathan
Bruno Simona
Cacciapiuti Federica
Caserta Marco
Cinquegrana Gabriel
Collarile Luca
D'Anna Giuseppe

De Felice Pierluca
Della Moglie Claudio
Di Palma Marco
Falzea Matteo
Granata Elisabetta
Irace Ludovica
Lucidi Andrea
Maiello Claudia
Marsili Giada

Molese Alessandro
Pinzarrone Alessia
Pinzarrone Emanuela
Spinosa Alessia
Spinosa Sabrina
Torquato Claudia
Zollo Crescenzo



Liceo Scientifico Statale "Leon Battista Alberti"
Napoli
sito: www.liceoalbertinapoli.it

Docenti interni: A. Calabrese
Tutor esterni: M. Barra, A. Longo, L. Parlato

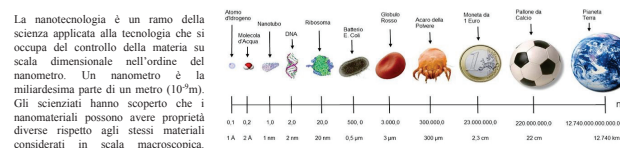
Arte Arianna
Benincasa Maria Chiara
Borrelli Jonathan
Bruno Simona
Cacciapiuti Federica
Caserta Marco
Cinquegrana Gabriel
Collarile Luca
D'Anna Giuseppe

De Felice Pierluca
Della Moglie Claudio
Di Palma Marco
Falzea Matteo
Granata Elisabetta
Irace Ludovica
Lucidi Andrea
Maiello Claudia
Marsili Giada

Molese Alessandro
Pinzarrone Alessia
Pinzarrone Emanuela
Spinosa Alessia
Spinosa Sabrina
Torquato Claudia
Zollo Crescenzo



TRA NANOPARTICELLE...



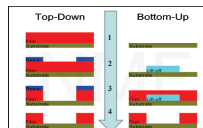
La nanotecnologia è un ramo della scienza applicata alla tecnologia che si occupa del controllo della materia su scala dimensionale nell'ordine del nanometro. Un nanometro è la milionesima parte di un metro (10⁻⁹m). Gli scienziati hanno scoperto che i nanomateriali possono avere proprietà diverse rispetto agli stessi materiali considerati in scala macroscopica.

Per costruire un nano-mondo, ci sono due diversi approcci definiti **top-down** e **bottom-up**. Il primo prevede la rimozione del materiale in eccesso, fino ad arrivare a definire oggetti con dimensioni dell'ordine di pochi nanometri. E' un processo simile a quello che si esegue nella scultura o nella tecnica con cui viene intagliato un oggetto di legno. Il secondo metodo può essere paragonato alla realizzazione di una palla di sabbia partendo da singoli granelli che, come componenti elementari possono essere assemblati, fino alla costruzione della struttura finale.

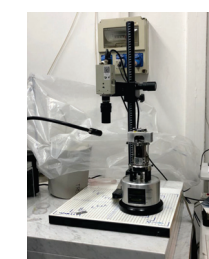


Soluzione di oro colloidale

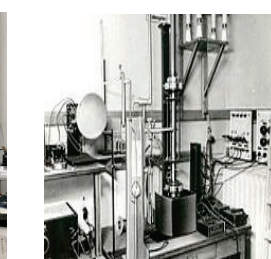
Durante la nostra esperienza in laboratorio, abbiamo sintetizzato l'oro colloidale che è una sospensione di nanoparticelle d'oro in acqua. Le nanoparticelle d'oro possono assumere varie forme e dimensione in funzione dei parametri di sintesi utilizzati, come temperatura, concentrazione reattivi, agente protettivi, ecc.



Immagini AFM della superficie di particelle di oro in acqua in matrice polimerica (Styrene-gelatin)

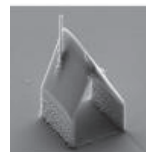


Il microscopio a forza atomica (AFM) è un microscopio che utilizza una sonda a punta che termina idealmente con un atomo. Tale sonda interagisce con la superficie da analizzare a causa delle forze atomiche (forze di natura elettrica di tipo Van der Waals). Il livello di tale interazione è proporzionale alla distanza tra sonda e campione e permette quindi di ricostruire il profilo superficiale di quest'ultimo.



Nel microscopio elettronico a scansione (SEM) un fascio di elettroni colpisce il campione che si vuole osservare. Dalla superficie del campione, vengono emesse numerose particelle fra le quali gli elettroni secondari. Questi elettroni vengono rilevati da uno speciale rivelatore e convertiti in impulsi elettrici. A loro volta, tali segnali elettrici danno vita ad immagini rappresentate in diverse scale di colore su uno schermo.

Curiosità:
Attraverso l'utilizzo del FIB, un microscopio a scansione che utilizza ioni di gallio, un'azienda canadese di ingegneria di materiali ha costruito una nano-casa in platino con pareti dello spessore di circa 160nm



...E TRANSISTOR ORGANICI

Immagini AFM sono state acquisite anche sui canali attivi di transistor organici ad effetto di campo (OFET). Gli OFET sono transistor simili ai MOSFET in Silicio, uno dei tipi di transistor più comuni delle microelettronica moderna, ma con una componente organica. Infatti, un OFET ha un canale attivo costituito da un film organico sottile, con spessore che varia da pochi nanometri fino a qualche micron, che può essere depositato sia con metodi chimici che fisici. A seconda del metodo utilizzato e il tipo di substrato, i transistor organici possono avere caratteristiche elettriche diverse, tra cui, in particolare, la mobilità dei portatori di carica.

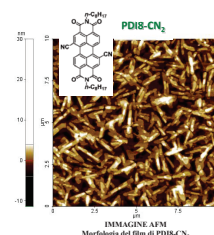
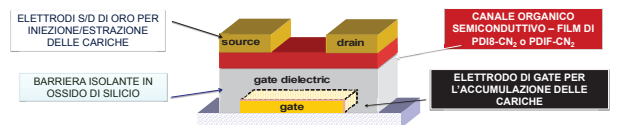


IMMAGINE AFM Morfologia del film di PDIS-CN2

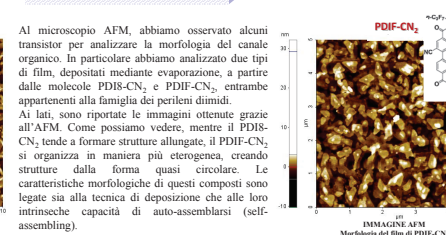
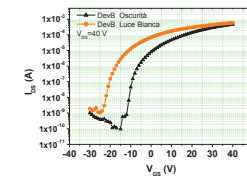


IMMAGINE AFM Morfologia del film di PDIF-CN2

Al microscopio AFM, abbiamo osservato alcuni transistor per analizzare la morfologia del canale organico. In particolare abbiamo analizzato due tipi di film, depositati mediante evaporazione, a partire dalle molecole PDIS-CN2 e PDIF-CN2, entrambe appartenenti alla famiglia dei perileni dimidi. Ai lati, sono riportate le immagini ottenute grazie all'AFM. Come possiamo vedere, mentre il PDIS-CN2 tende a formare strutture allungate, il PDIF-CN2 si organizza in maniera più eterogenea, creando strutture dalla forma quasi circolare. Le caratteristiche morfologiche di questi composti sono legate sia alla tecnica di deposizione che alle loro intrinseche capacità di auto-assemblarsi (self-assembly).

Per alcuni dei transistor di PDIS-CN2 è stata anche valutata la risposta elettrica utilizzando una probe station, un apparato che permette di collegare facilmente i dispositivi con la strumentazione di misura. I dati sperimentali sono stati acquisiti ed elaborati mediante computer.

Abbiamo così osservato le trans-caratteristiche dei transistor al variare della tensione tra Gate e Source (V_{GS}). In particolare, abbiamo esaminato il valore di V_{GS} necessario per "accendere" il transistor. Come mostrato a fianco, possiamo notare che la corrente tra Drain e Source (I_{DS}) inizia ad aumentare per tensioni V_{GS} negative, con valori intorno ai -15V. Gli OFET testati, inoltre, sono di tipo n, avendo elettroni (cariche negative) come portatori di carica e la corrente che continua a crescere per tensioni V_{GS} sempre più positive. Per i transistor di PDIS-CN2 analizzati, la mobilità massima dei portatori è di circa 5*10⁻² cm²/V*s.



Sperimento
La risposta dei transistor di PDIS-CN2 è stata valutata anche quando i dispositivi sono illuminati da luce bianca. Confrontando così le trans-caratteristiche misurate sotto illuminazione e in buio, si può notare che la luce fa sì che il transistor si accenda con tensioni di gate di -25V, circa di 10V inferiore a quelle osservate in buio. Allo stesso tempo, sotto illuminazione, l'intensità di corrente I_{DS} è leggermente maggiore e, nella stima della mobilità, si ottiene un picco massimo di questa a V_{GS} inferiore. Possiamo quindi dire che gli OFET esaminati sono sensibili alla luce e che, grazie ad un effetto di foto-generazione di cariche simile a quello che si può riscontrare in un pannello fotovoltaico, potrebbe trovare applicazione come sensori di luminosità ambientale.

Conclusioni
In conclusione, nonostante gli OFET risultino, in generale, meno efficienti in termini di mobilità rispetto ai classici transistor in Silicio (MOSFET), essi sono particolarmente interessanti per il loro possibile utilizzo su substrati flessibili (es. carta) e in molteplici applicazioni soprattutto in campo sensoristico.

