

BIOSENSORI

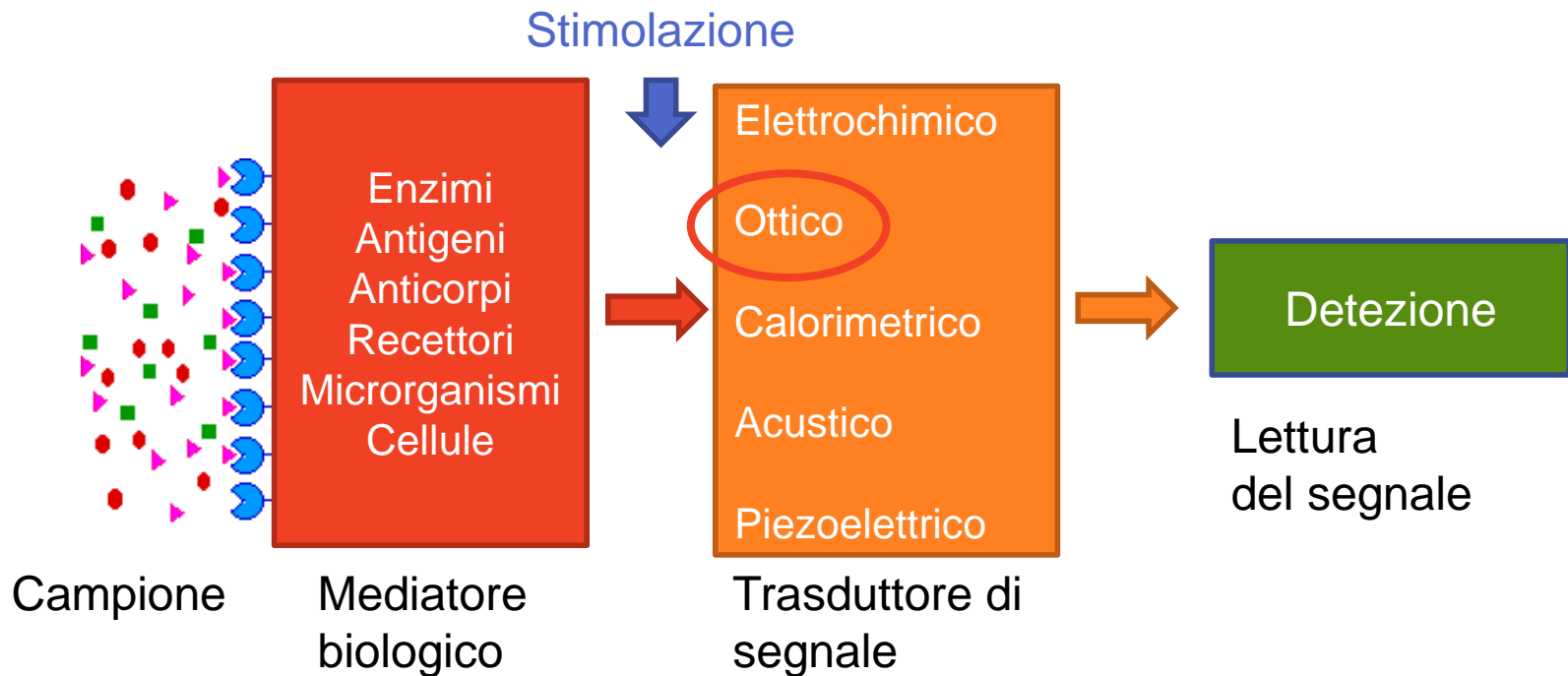
di Lucia Fornasari

Università degli Studi di Pavia

Dipartimento di Fisica, 23/05/2013

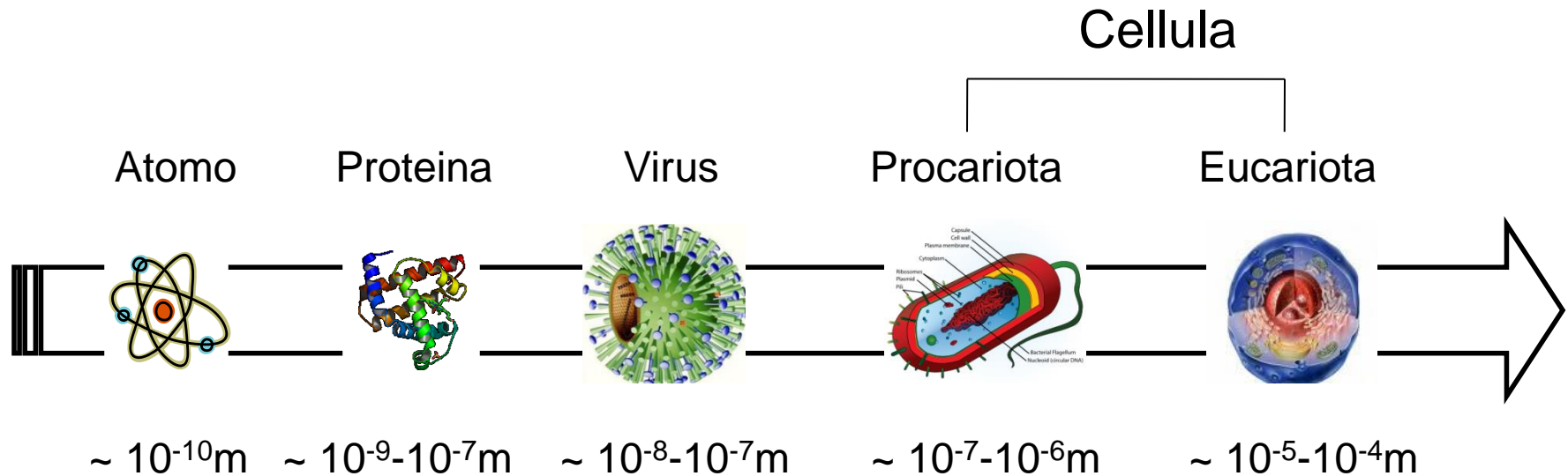
I biosensori

Un biosensore è un dispositivo che permette di rilevare interazioni chimiche o biologiche.



Nei **biosensori ottici** la stimolazione e/o trasduzione del segnale sono ottiche.

Che cosa di può rilevare?

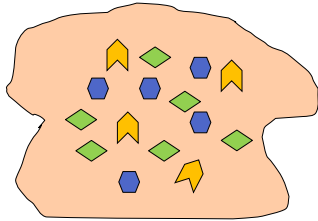


- Grande ampiezza di scala (10^{-10}m - 10^{-4}m e oltre)
- Differenti proprietà fisiche

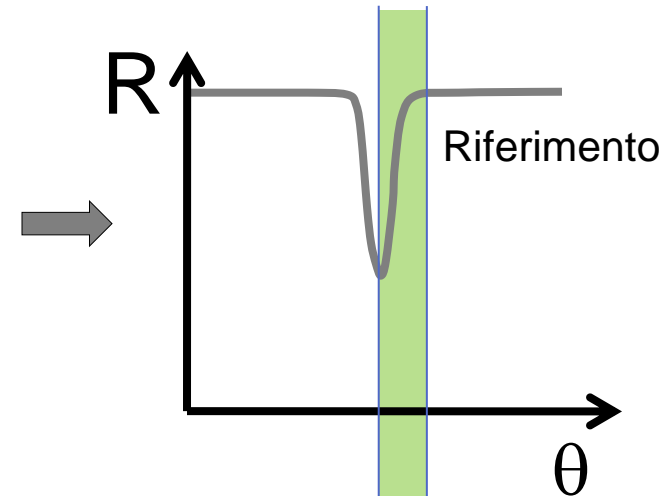
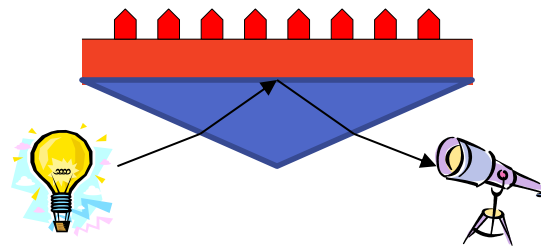
Esempio: un sensore plasmonico

Un certo antigene è rilevato mediante la misura della variazione locale di indice di rifrazione quando si lega al suo anticorpo

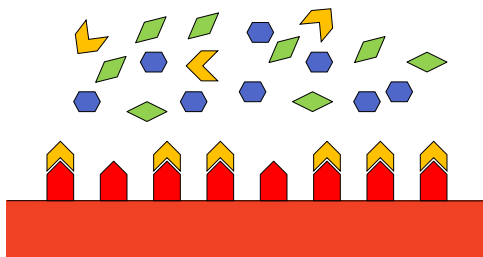
1. Campione



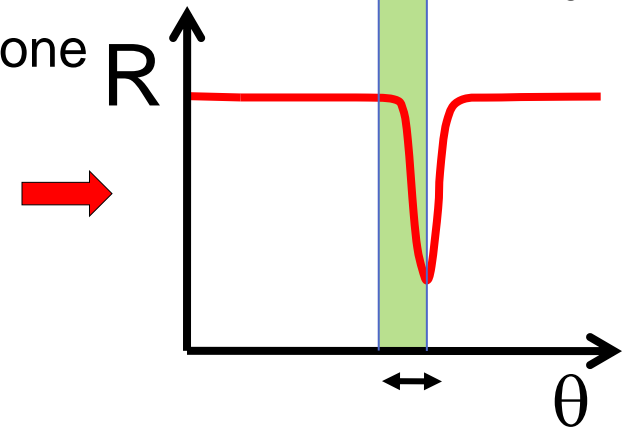
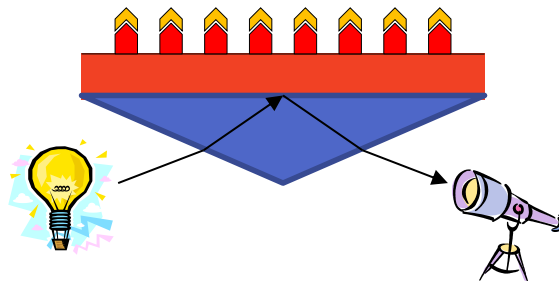
2. Sistema vuoto



3. Bioriconoscimento



4. Stimolazione e deteazione



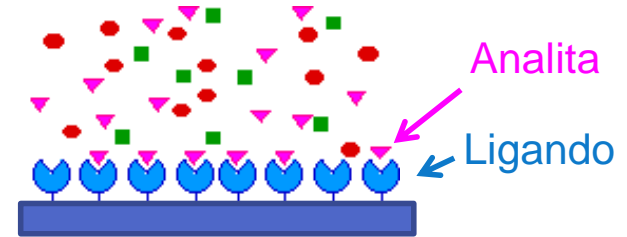
Fenomeni ottici per la biosensoristica

Molti fenomeni ottici possono essere usati per la biodetezione:

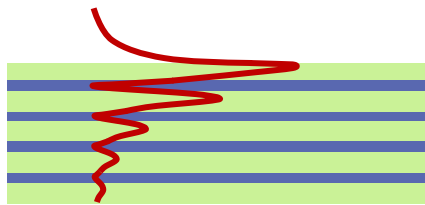


Onde di superficie

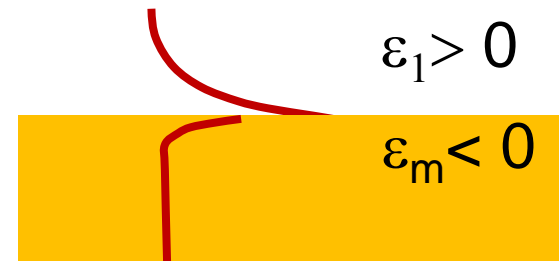
Per aumentare la **forza dell'interazione luce-materia** è necessario aumentare l'ampiezza del campo nella regione dove avviene il bioriconoscimento.



Le **onde di superficie** sono modi confinati all'interfaccia tra due mezzi differenti.



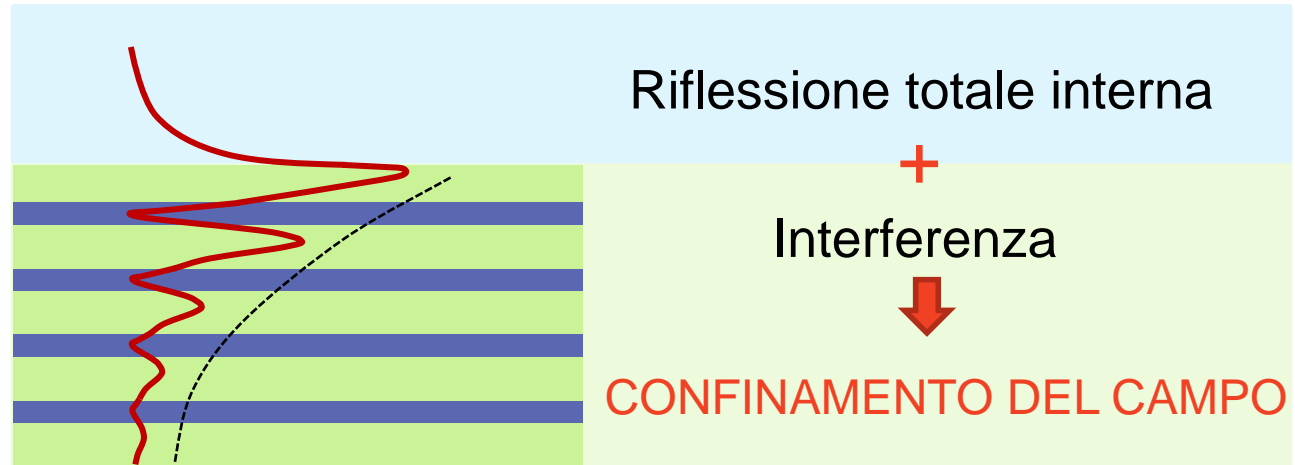
Bloch Surface Wave



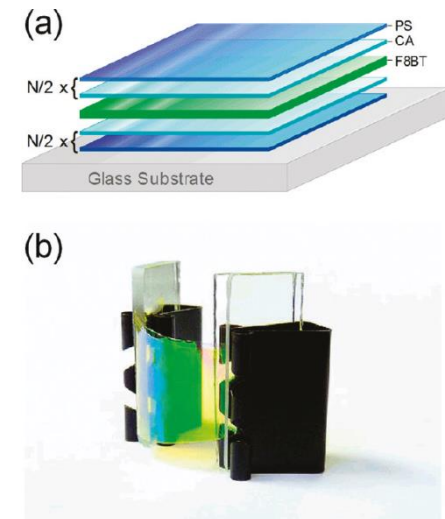
Plasmoni

Bloch Surface Waves (BSWs)

Multistrato di materiali dielettrici trasparenti

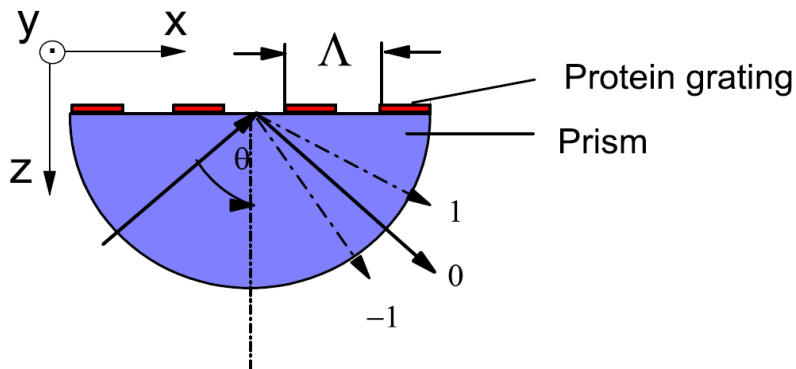


I multistrati possono essere realizzati con varie tecniche e diversi materiali



Frezza et al., J Phys Chem C 115, 19939 (2011)

Biosensori a diffrazione

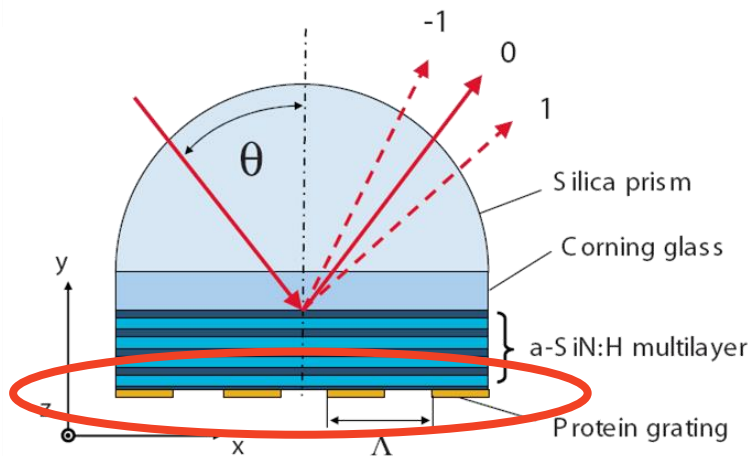


Per un reticolo sottile **l'intensità della diffrazione è proporzionale a d^2** , dove d è l'altezza del reticolo.

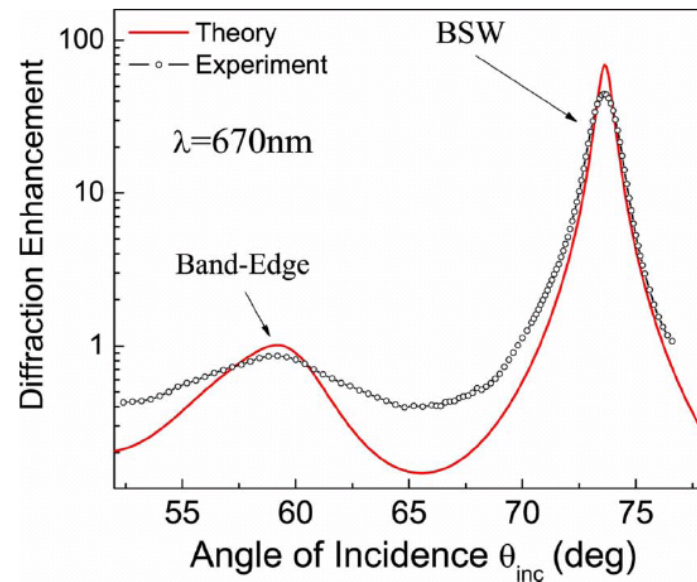
$$I_m \propto I_{Inc} \left(\frac{\pi \Delta n d}{2\lambda} \right)^2 \quad m \in \mathbb{Z},$$

↑ Spessore ottico del reticolo

Idea innovativa

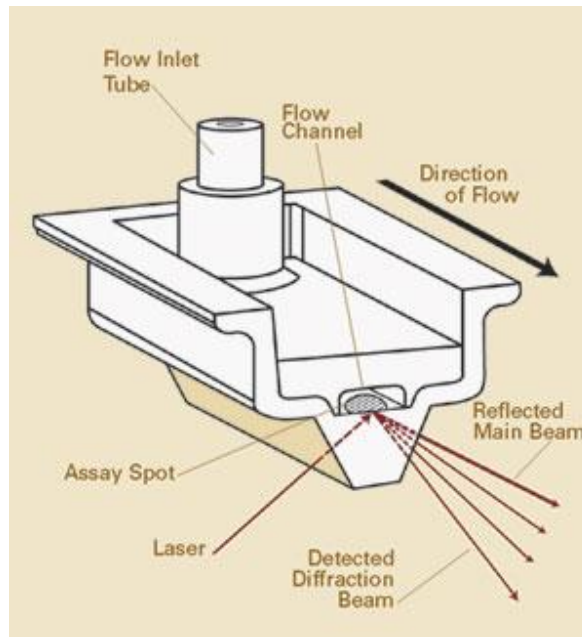


Aumenta il tempo di interazione



Liscidini et al., Appl Phys Lett 94, 043117 (2009)

The dotLab™ System - Axela

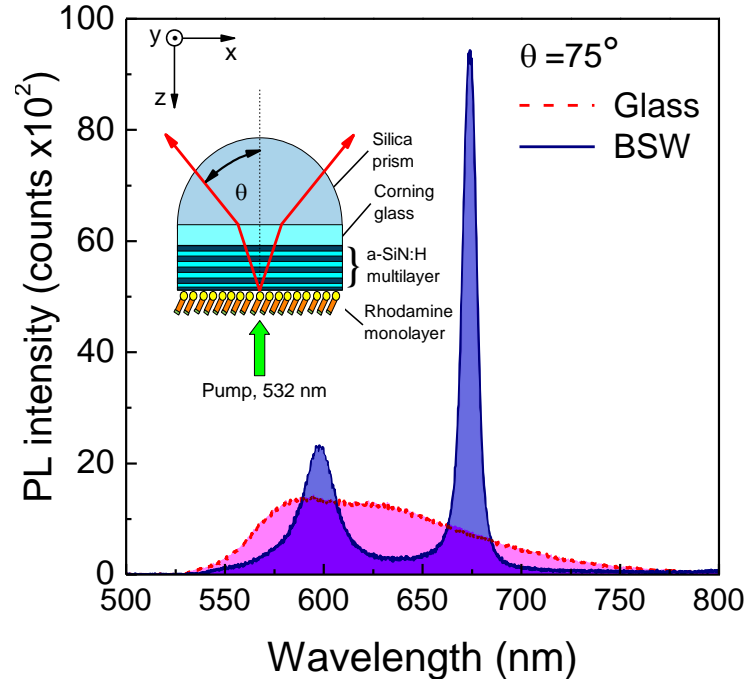


<http://www.axelabiosensors.com>

BSW per Fluorescenza e Raman

Emissione spontanea di un monostrato di molecole fluorescenti quando **gli emettitori sono risonanti con il BSW**

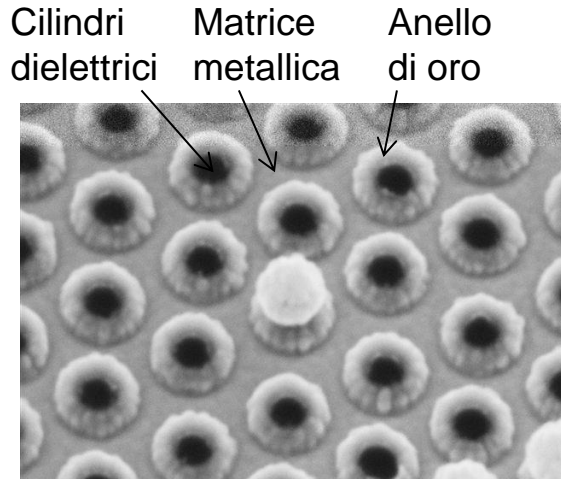
Liscidini et al. Optics Letters 34, 15 (2009)



Pompaggio ottico risonante con il BSW

Photonic Enhancement in Chemical Sensors
Cariplo (2009-2012)

Superfici plasmoniche

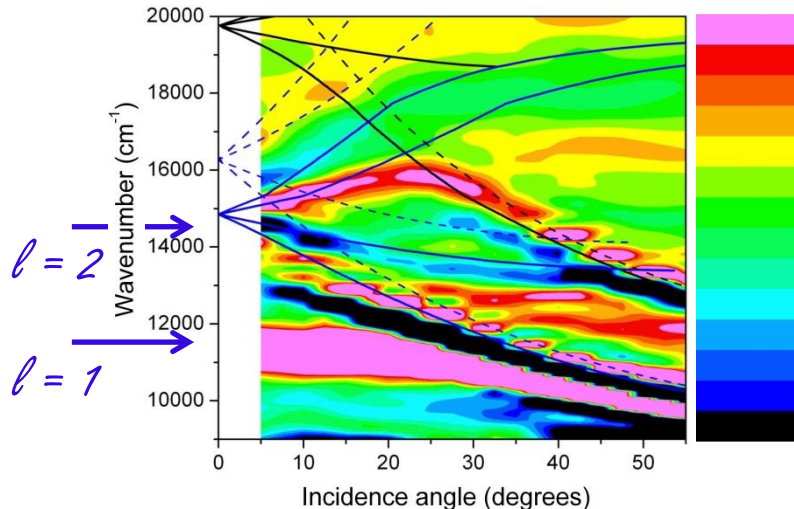


RISPOSTA OTTICA

MODI PLASMONICI LOCALIZZATI + MODI PLASMONICI DELOCALIZZATI

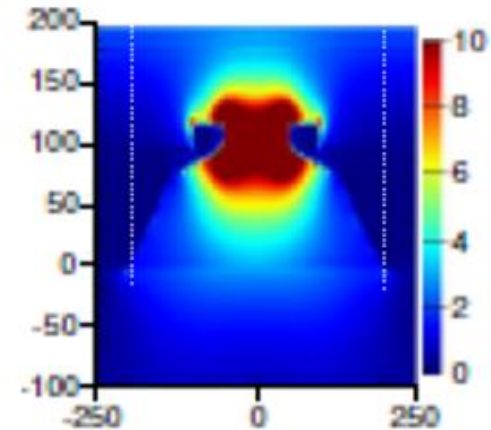
Cilindri dielettrici

Interfaccia oro/vetro e oro/aria



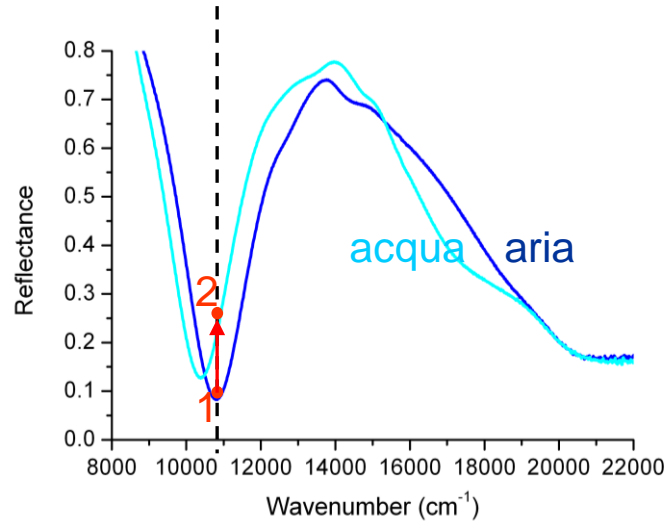
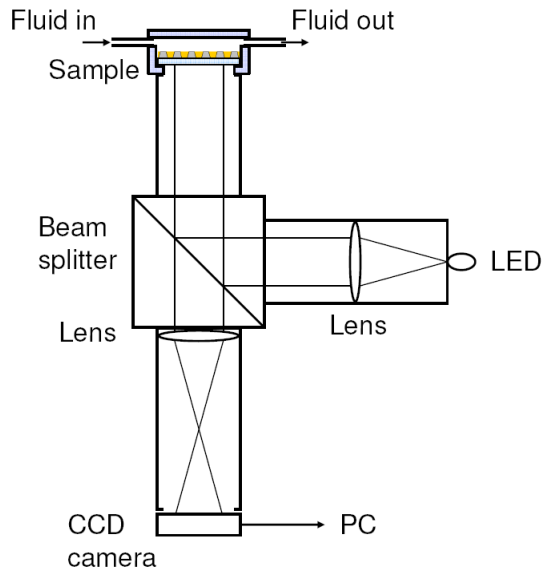
La riflettanza misurata dal substrato è sensibile a variazioni di indice all'interfaccia libera della superficie plasmonica.

Plasmone oro/aria
Plasmone oro/vetro

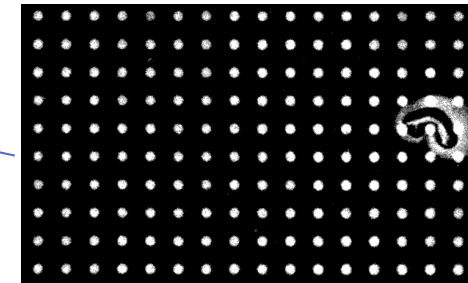
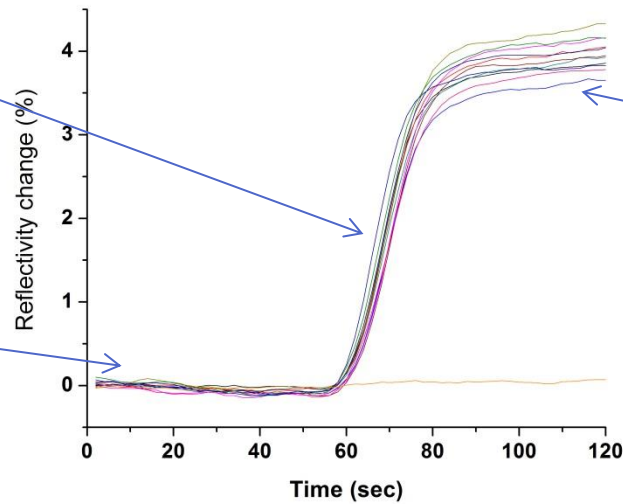
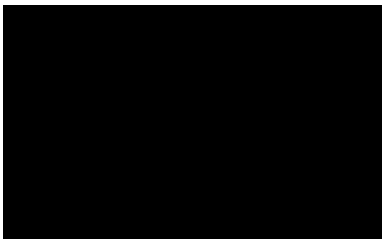
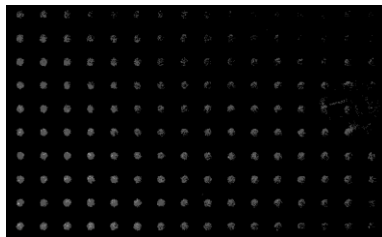
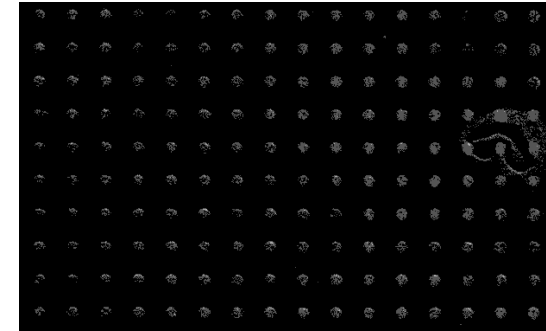


Giudicatti et al. Phys Status Solidi A 207, 935 (2010)

SPR imaging

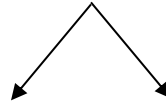


Funzionalizzazione



Plasmore

Plasmore è uno spin-off congiunto di:



- University of Pavia

Plasmore è proprietario di un brevetto per:

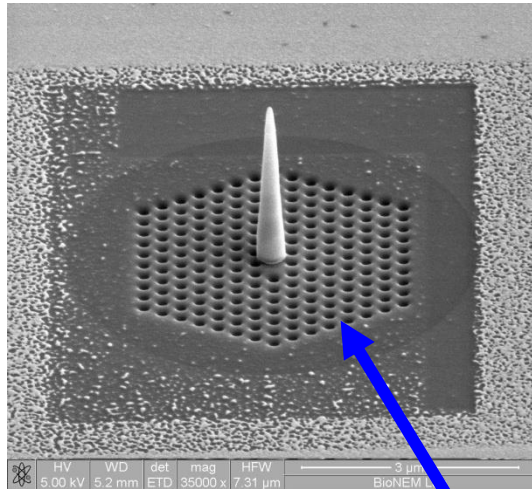
- Fabbricazione di superfici metalliche nanostrutturate per detezone
- Sviluppo di biosensori “**label-free**” e **multiparametrici**

Nanoscale chemical mapping using three-dimensional adiabatic compression of surface plasmon polaritons

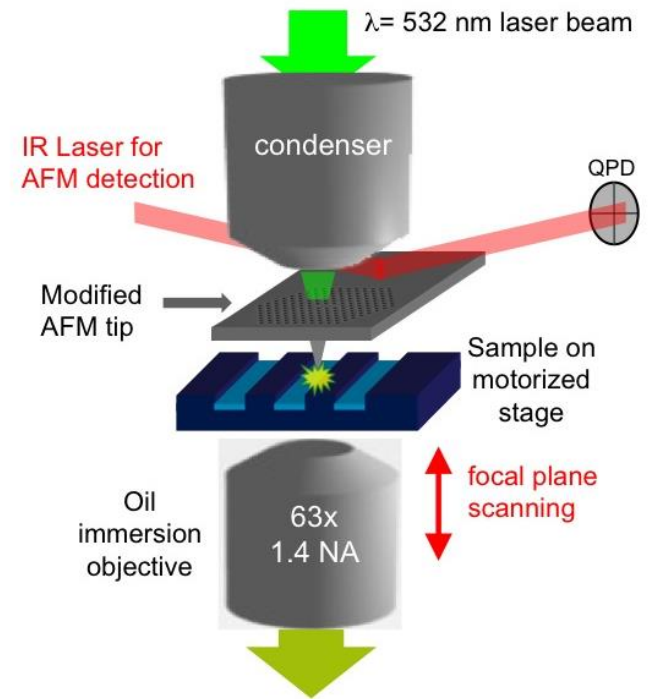
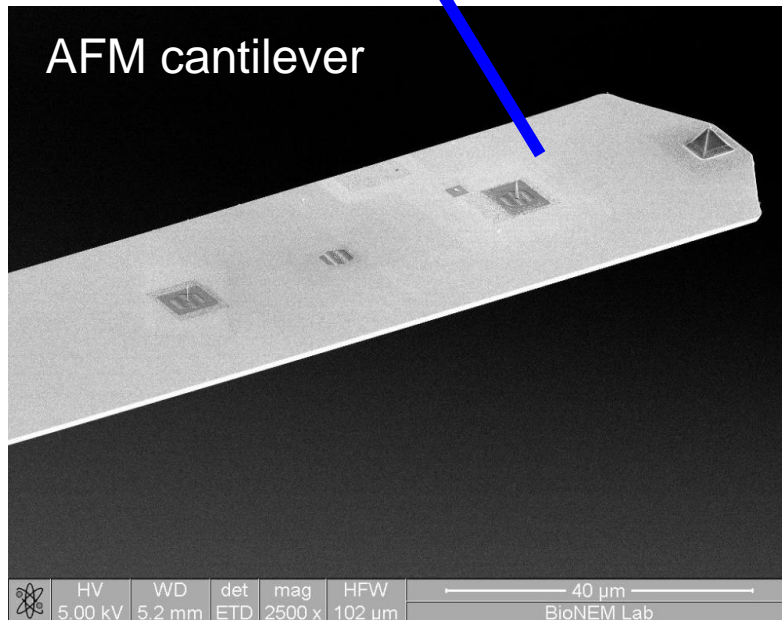
Francesco De Angelis^{1,2}, Gobind Das¹, Patrizio Candeloro², Maddalena Patrini³, Matteo Galli³, Alpan Bek⁴, Marco Lazzarino^{4,5}, Ivan Maksymov³, Carlo Liberale², Lucio Claudio Andreani³ and Enzo Di Fabrizio^{1,2*}

The fields of plasmonics, Raman spectroscopy and atomic force microscopy have recently undergone considerable development, but independently of one another. By combining these techniques, a range of complementary information could be simultaneously obtained at a single molecule level. Here, we report the design, fabrication and application of a photonic-plasmonic device that is fully compatible with atomic force microscopy and Raman spectroscopy. Our approach relies on the generation and localization of surface plasmon polaritons by means of adiabatic compression through a metallic tapered waveguide to create strongly enhanced Raman excitation in a region just a few nanometres across. The tapered waveguide can also be used as an atomic force microscope tip. Using the device, topographic, chemical and structural information about silicon nanocrystals may be obtained with a spatial resolution of 7 nm.

SENSe overall device



Topografia AFM + segnale di Scattering Raman



Applicazioni

- Ambientale
- Biotecnologico
- Farmaceutico
- Biomedico
- Alimentare



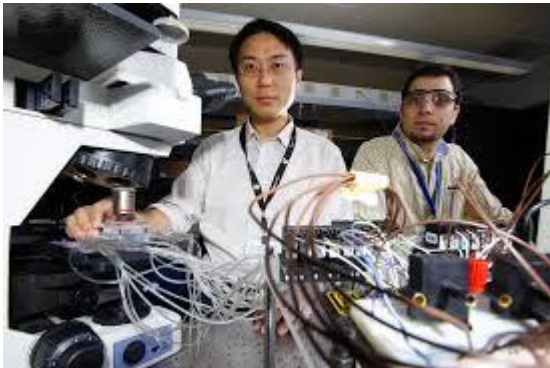
E per un fisico?



Crescita



Caratterizzazione



Sviluppo e test dispositivi

- Ricerca di base
- Interdisciplinarietà
- Forte motivazione applicativa

Collaborazioni e progetti attivi

- University of Toronto (Canada)
 - Vanderbilt University (USA)
 - AXELA Biosensor
 - Università di Genova
 - Università di Milano Bicocca
 - Politecnico di Milano
 - RIKILT (Olanda)
- SEPSIS: rapid detection and diagnosis of sepsis by portable SPR – Regione Lombardia (2010-2013)
 - IMPRESS (2011-2015) and SPRing (2012-2016): fast screening of food quality – Marie Curie Project
 - HiPAD : High Density Protein Arrays for epitope mapping – FP7 (2012-2016)
 - Monitoraggio distribuito della qualità dell'acqua mediante lab-on-chip - Smart Cities (Giovani), MIUR (2013-2015)
 - ex-ASTIL: Nanostructured photonic devices for innovative biosensing applications - Cooperazione Scientifica e Tecnologica Internazionale di Regione Lombardia (2010-2012)



Maddalena Patrini



Matteo Galli



Franco Marabelli



Marco Liscidini