

ATTIVITA' DI RICERCA IN  
FISICA DELLA MATERIA

Pisa 10/ X/2007

## Dipartimento di Fisica (DF) - *PolyLAB*

**Allegrini, Arimondo, Beverini, Di Lieto,  
Faetti, Fuso, Fronzoni, Giammanco,  
Giordano, Giulietti, Minguzzi, Rolla,  
Strumia, Tonelli**



**Cornolti, Grosso, Leporini, Mannella,  
Martinelli L, Moruzzi, Pegoraro**

**CNR - DF**

**Ioli, Moretti**

**Buffa,  
Grigolini**

**Scuola Normale Superiore- NEST** (National Enterprise for nanoScience and nanoTechnology)

**Beltram....,**

**Tosi, La Rocca, Fazio**

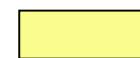
**CNR**

**- IPCF** (Istituto per i Processi Chimico - Fisici)

**M. Martinelli**

**- IBF** (Istituto di Biofisica)

**S. Chillemi**



Sperimentali



Teorici



NEST  
National Enterprise for nanoScience and nanoTechnology



**PolyLAB**

## Lista indicativa delle aree di ricerca

Spettroscopia Atomica e Molecolare,  
Gas degeneri, Manipolazione ottica,  
Fotonica, Spettroscopia Ottica,  
Microscopie

Allegrini, Arimondo, Beverini,  
Di Lieto, Minguzzi, Moruzzi,  
Fuso, Tonelli

**IPCF-CNR**   
National Enterprise for nanoscience and nanotechnology

Sistemi Complessi  
Cristalli Liquidi  
Polimeri

Fronzoni, Faetti, Giordano, Leporini, Mannella  
Rolla, Grigolini  
**PolyLAB, IPCF-CNR**

Plasmi

Cornolti, Giammanco, Giulietti, Pegoraro  
**IPCF-CNR**

Stato Solido

Grosso, Martinelli, Beltram, Tosi, La Rocca, Fazio  
 **IPCF-CNR**

**Fisica dei Materiali**

Spettroscopia Atomica e Molecolare,  
Gas degeneri, Manipolazione ottica,  
Fotonica, Spettroscopia Ottica,  
Microscopie

ALLEGRIINI - Microscopia a Scansione di Sonda

ARIMONDO - Atomi ultrafreddi e gas degeneri

FUSO - Manipolazione Atomica per la nanofabbricazione

MINGUZZI - Spettroscopia di atomi radioattivi.

DI LIETO - Fotodeposizione di nanostrutture per ottica non lineare. Sorgenti laser nel vicino e medio infrarosso. Sviluppo di monocrstalli per laser cooling.

TONELLI - Cristalli per applicazioni fotoniche. Crescita di monocrstalli isolanti per sorgenti laser a stato solido. Fibre monocrstalline . Sorgenti a stato solido da UV a IR

STRUMIA, BEVERINI, MORUZZI- Metrologia delle frequenze e della spettroscopia ad alta risoluzione. Fisica Molecolare. Fisica applicata

**IPCF-CNR**



ALLEGRIINI - Microscopia a Scansione di Sonda

ARIMONDO - Atomi ultrafreddi e gas degeneri

FUSO - Manipolazione Atomica per la nanofabbricazione

# Microscopia a scansione di sonda e nano-ottica

M.Allegrini + collaboratori, 1 PhD student, 2 post-doc

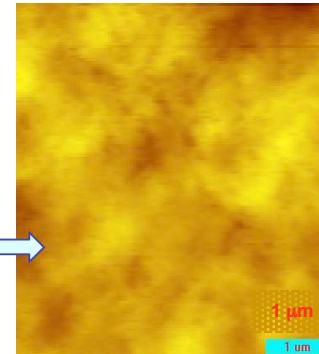
<http://www.df.unipi.it/gruppi/struttura/ma/page.htm>

## Microscopia a forza atomica

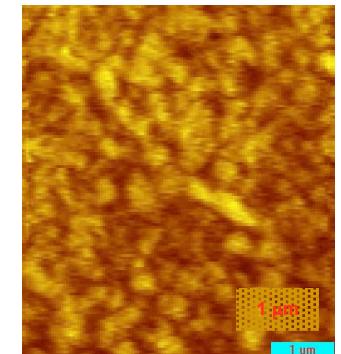
AFM  $\Rightarrow$  Nanotribologia

misura simultanea di topografia e attrito con risoluzione nanometrica

Topography



Friction



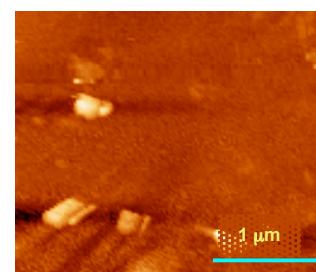
## Microscopia ottica in campo prossimo

SNOM  $\Rightarrow$

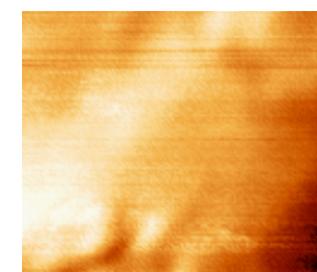
- Nanoscopie
- Imaging elettro-ottico
- Nanolitografia ottica

immagini e profili di una struttura di dominio ferroelettrico

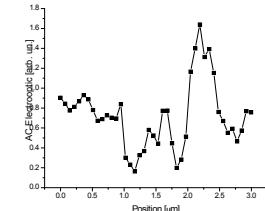
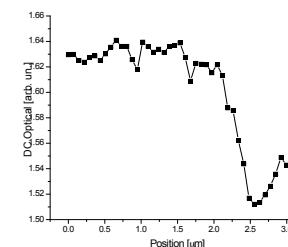
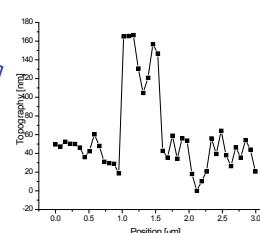
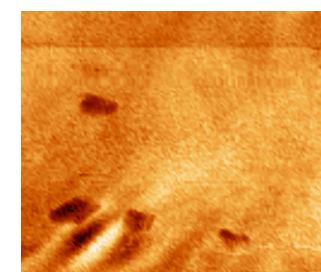
Topography



SNOM



SNOM  
Elettro-ottico



## Bose-Einstein condensation

A temperatura  $T = 0$  K, si produce uno stato macroscopico descritto da una funzione d'onda quantistica:

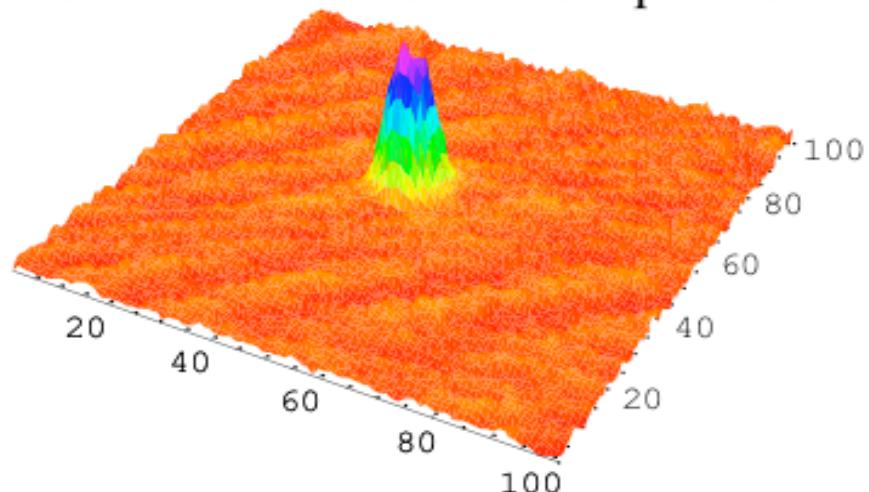
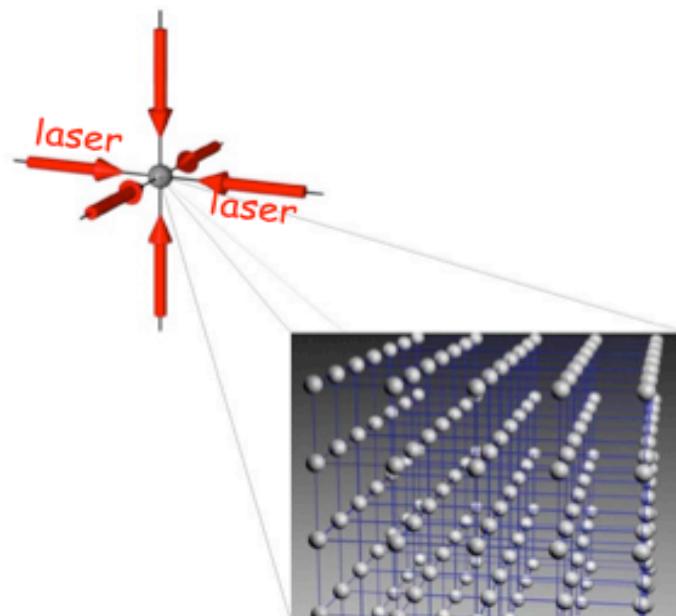


Immagine di Atomi di Rubidio a 50 nK

Contattare:  
E. Arimondo,  
D. Ciampini,  
O. Morsch

Tel Lab: 2214292

Obiettivo:  
realizzazione di operazioni di  
computazione quantistica su  
atomi ultrafreddi intrappolati  
in un reticolo ottico:

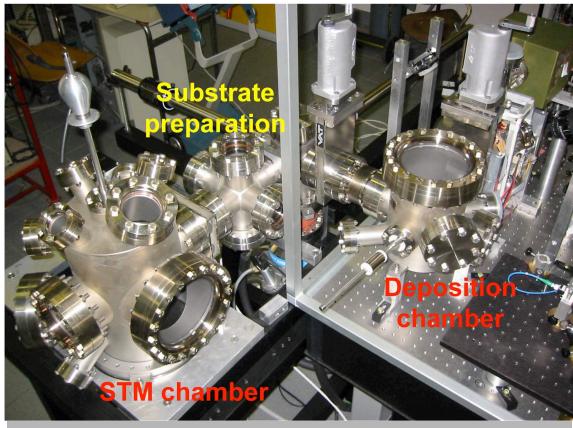


# Atomic nanofabrication

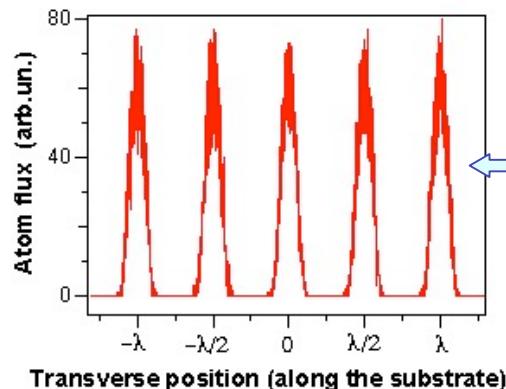
E.Arimondo, M.Allegrini, **F.Fuso** + PhD collaborators  
<http://www.df.unipi.it/~fuso/nanolito>

Laser cooling and laser manipulation techniques exploited to control the dynamics of neutral atoms (Cesium) in the vapor phase prior to deposition onto a solid substrate

- ⇒ direct deposition of nanostructures
- ⇒ regular patterning of solid surfaces
- ⇒ precise doping of materials at the single-atom level (*to be still implemented*)



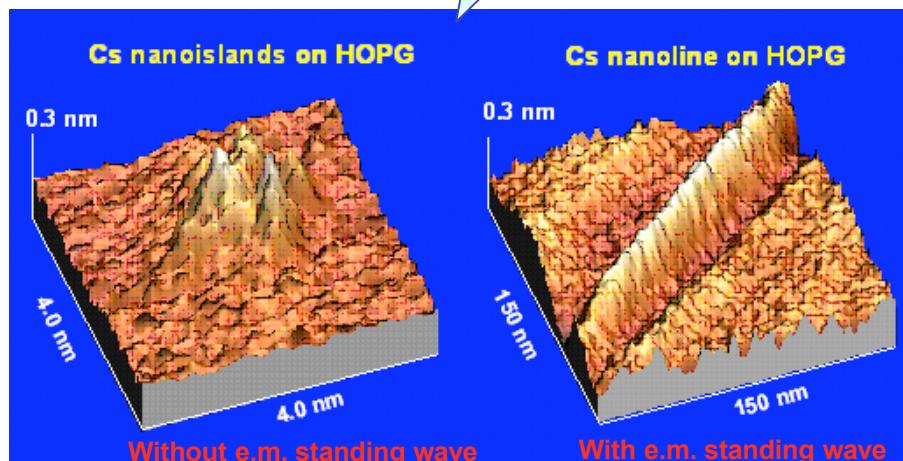
UHV deposition setup with in-situ diagnostics by Scanning Tunneling Microscopy (STM)



Example:

simulation of space segregation for a Cs atom beam due to interaction with a quasi-resonant e.m. standing wave (dipolar forces)

STM images of a laser-cooled Cs beam deposited onto Graphite (HOPG) without and with the e.m. standing wave (a single nanoline is imaged)



Laser manipulation, atomic spectroscopy and materials science combined for nanotechnological applications

MINGUZZI - Spettroscopia di atomi radioattivi.

DI LIETO - Fotodeposizione di nanostrutture per ottica non lineare. Sorgenti laser nel vicino e medio infrarosso. Sviluppo di monocrstalli per laser cooling.

TONELLI - Cristalli per applicazioni fotoniche. Crescita di monocrstalli isolanti per sorgenti laser a stato solido. Fibre monocrstalline . Sorgenti a stato solido da UV a IR



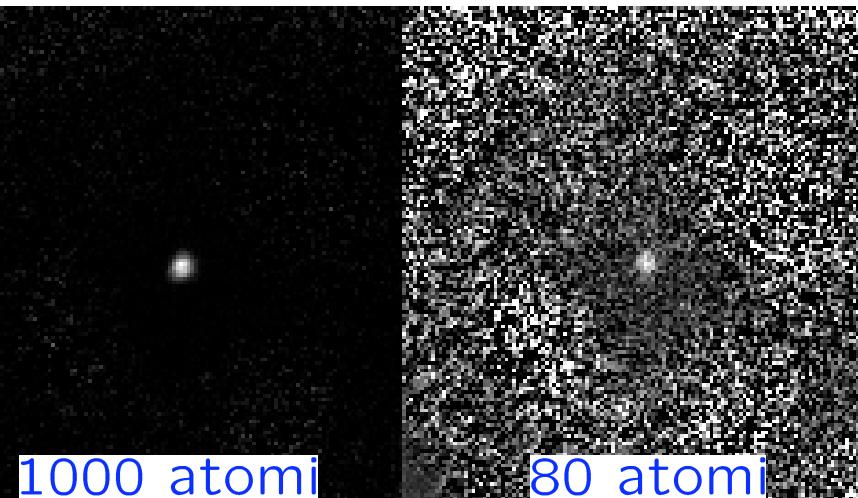
# Spettroscopia del Francio (radioattivo)

Produzione di Francio:

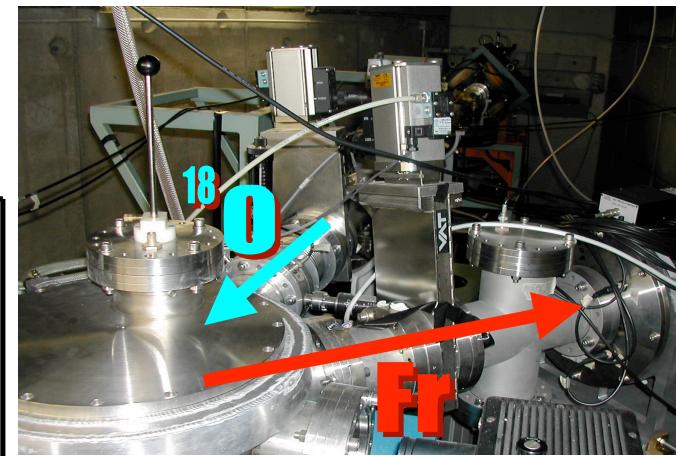


Trappola magneto-ottica:

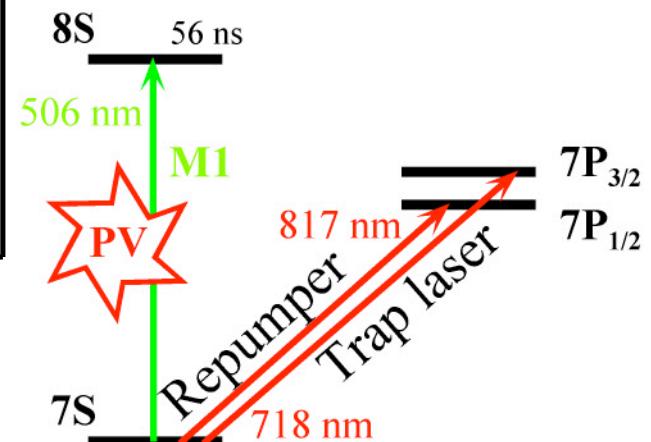
Nuvola di atomi freddi  
confinati al centro di 6 fasci laser



- ☛ Violazione della parità (PV)
- ☛ Momento anapolare del nucleo
- ☛ Momento di dipolo elettrico (EDM)



Applicazioni future:  
Misure di fisica  
fondamentale



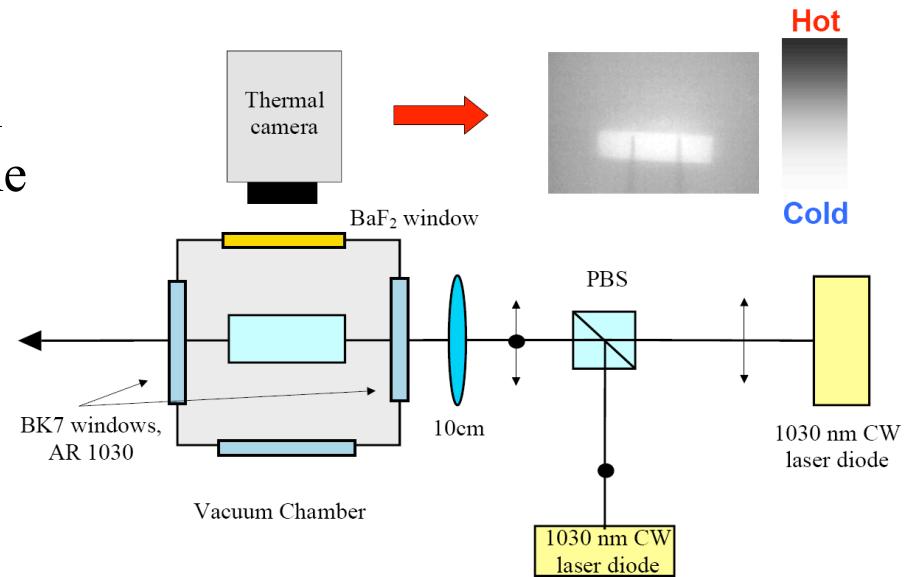
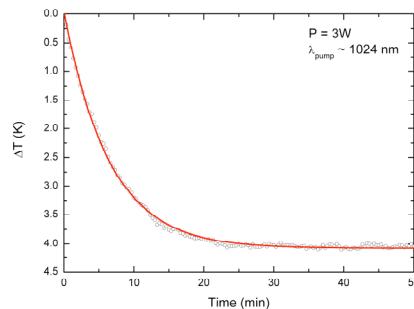
$^{210}\text{Fr}$

M. Tonelli  
A. Toncelli  
A. Di Lieto

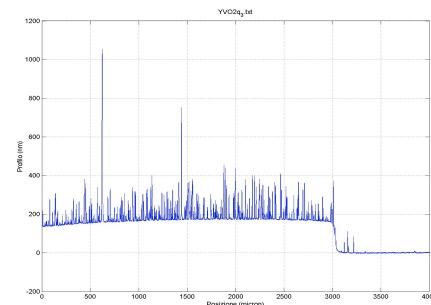


# Nuovi Materiali per laser cooling e film per optoelettronica

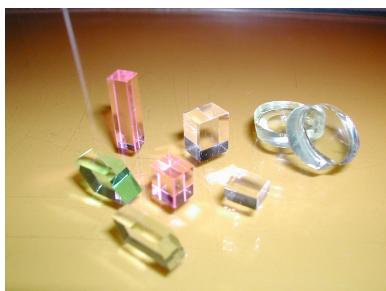
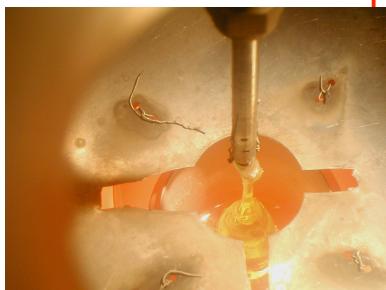
- Preparazione di campioni monocristallini (ossidi e fluoruri) drogati con ioni di terre rare da utilizzarsi come “raffreddatori” ottici



- Caratterizzazione ottica e spettroscopica di film monocristallini (depositati con tecniche laser) da utilizzarsi in dispositivi optoelettronici



M. Tonelli  
A. Toncelli  
A. Di Lieto

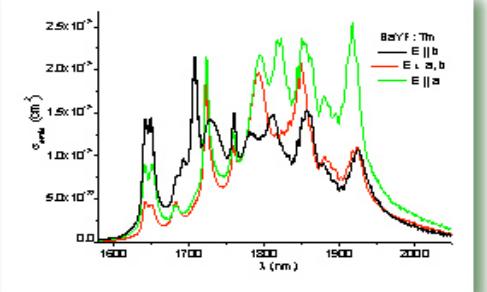
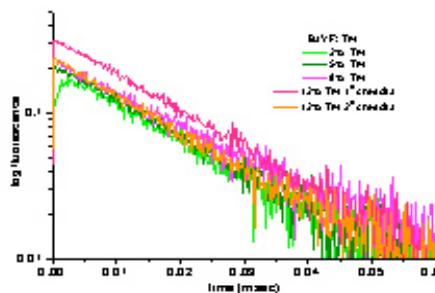


# Nuovi Materiali per applicazioni laser

- Crescita di monocristalli (ossidi e fluoruri) drogati con ioni di terre rare
- Spettroscopia di assorbimento ed emissione
- Analisi della dinamica dei livelli
- Realizzazione di (nuovi) laser nella regione IR, UV e visibile

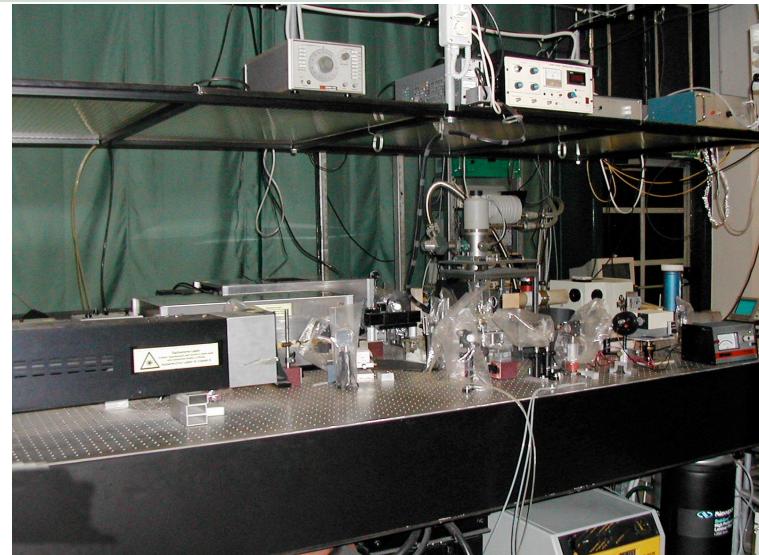


The Czochralski furnace



Sezione d'urto di emissione

Misure di Vita Media



STRUMIA, BEVERINI, MORUZZI- Metrologia delle frequenze e della spettroscopia  
ad alta risoluzione. Fisica Molecolare. Fisica applicata

# ***Spettroscopia laser e metrologia delle frequenze***

F. Strumia, [Nicolò Beverini](#), Giorgio Carelli, Augusto Moretti, Enrico Maccioni

- *Caratterizzazione di sorgenti Quantum Cascade Lasers ad altissima purezza spettrale nella regione del THz (lontano infrarosso)*
- *Misura delle frequenze nel lontano infrarosso con l'uso dei laser impulsati al femtosecondo*
- *Applicazioni alla spettroscopia molecolare*
- *Sviluppo di software per l'interpretazione di spettri molecolari complessi ([Giovanni Moruzzi](#))*

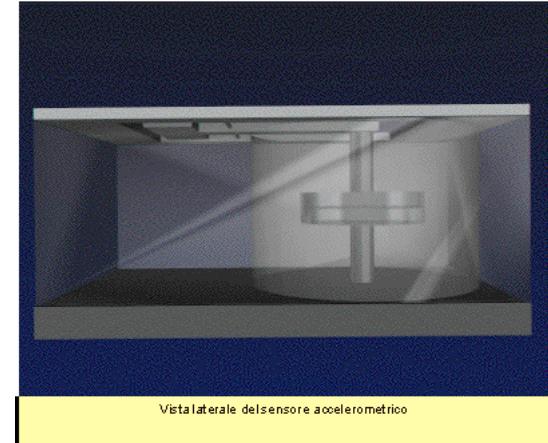
## ***Sensoristica e Strumentazione per la Geofisica***

Costruzione di un prototipo di gradiometro gravimetrico

Nicolò Beverini, Enrico Maccioni, Francesco Mango

*Il pendolo di torsione, costruito da una lastra di Silicio cristallino, si flette sotto l'effetto della forza peso, avvicinando il disco di zaffiro solidale con esso ad un identico disco solidale con la superficie inferiore. Le variazioni di g sono monitorate con altissima risoluzione, misurando la frequenza di risonanza (nella regione delle microonde intorno a 10.8 GHz) del modo “whispering gallery” del risonatore costituito dai due dischi di zaffiro affacciati.*

*Lo strumento dovrà misurare il gradiente del campo gravitazionale terrestre con una sensibilità dell'ordine di  $10^{-9}$  g su 20 cm di dislivello [Progetto finanziato da ENI]*



## **Sviluppo di idrofoni a fibra ottica**

Nicolò Beverini, Enrico Maccioni

*I laser a fibra ottica drogata all'Erbio con specchi a reticolo di Bragg sono sensori sensibilissimi alle variazioni di pressione e possono perciò essere utilizzati quali idrofoni ad altissime prestazioni. Le applicazioni di tali sensori vanno dalla rivelazione dell'onda acustica generata in mare dall'interazione dei neutrini cosmici di altissima energia allo studio dei mammiferi marini e alla sorveglianza dei porti.*

## Sistemi Complessi Cristalli Liquidi Polimeri

Fronzoni, Faetti, Giordano, Leporini, Mannella  
Rolla, Grigolini  
**PolyLAB, IPCF-CNR**

ROLLA, LUCCHESI, LEPORINI - Dinamica molecolare in materiali polimerici. Risposta dielettrica, processi indotti da irraggiamento e.m., trasporto di carica e rilassamento in materiali eterogenei. Fisica delle superfici ed interfacce, Sviluppo di strumentazione.

GIORDANO - Dinamica in glass former molecolari e polimerici; nanoscrittura in polimeri e copolimeri, processi di rilassamento, stabilita'

FAETTI - Cristalli liquidi: Misure di ancoraggio. Studio dei fenomeni di gliding.

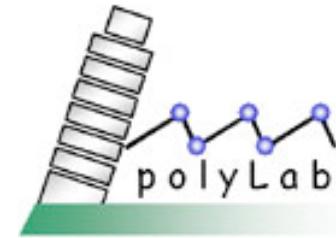
FRONZONI - Studio della turbolenza debole mediante cristalli liquidi

MANNELLA - Fisica stocastica non lineare. Econofisica.

# PolyLAB

Responsabile: **Pierangelo Rolla**

sede: Pisa (<http://www.polylab.infm.it>)



Misione: **Sviluppo della ricerca interdisciplinare sui materiali polimerici nella prospettiva di applicazioni industriali.**

Ricerca industriale:

Materiali per il **packaging**.

**Membrane ioniche e catalitiche per celle a combustibile.**

**Polimeri** per industria cartaria, conciaria e tessile.

Riuso e **riciclo** di materiali polimerici.

Ricerca libera:

**Blends e composti** a base polimerica. **Nanocompositi**.

Polimeri **elettroottici**

**Dinamica** strutturale e microscopica, **Aging**.

**Fenomeni e proprietà** di superficie.

Analisi e caratterizzazioni spettroscopiche, meccaniche, termiche, ottiche ed elettriche.

## Commessa Progetto SOFT

Film ultrasottili di polimeri: effetti di confinamento ed applicazioni

# **Gruppo di Rilassamento dielettrico (P. Rolla, M. Lucchesi, Leporini)**

## **Temi di ricerca:**

### **Linea 1 - Studio della dinamica molecolare in materiali polimerici (Leporini).**

Come si distribuisce (e viene dissipata) sui vari gradi di libertà microscopici l'energia immagazzinata nei materiali amorfi sottoposti a sforzi meccanici e a sollecitazioni elettromagnetiche.

Studio dell'evoluzione della dinamica dei solidi amorfi a partire da stati di fuori equilibrio termodinamico, in particolare composti organici (monomeri, oligomeri e polimeri) nei quali la transizione vetrosa e' prodotta con processi chimico-fisici diversi (raffreddamento, compressione, polimerizzazione).

Applicazioni: sviluppo di nuovi materiali polimerici per l'industria. <http://www.df.unipi.it/~leporini/>

### **Linea 2- Risposta elettromagnetica di materiali polimerici**

Verifica del teorema di fluttuazione e dissipazione in sistemi fuori-equilibrio (fluidi ipercompressi, sottoraffreddati e sotto shear) mediante l'analisi delle fluttuazioni della polarizzazione.

Risposta elettrica di materiali polimerici in funzione delle tecnologie di impiego dei materiali (conduttori polimerici, processing di materiali strutturali, recycling) e dei processi di trattamento termico a microonde. Studio di processi chimico-fisici indotti in materiali polimerici per irraggiamento elettromagnetico (fotoisomerizzazione di polimeri liquido-cristallini azobenzenici sotto U.V., irraggiamento con microonde ad alta intensità)

### **Linea 3 – Fisica delle superfici e interfacce**

Si tratta di una nuova linea di ricerca sulla fisica delle superfici (film polimerici) che riguarda le proprietà di film sottili polimerici fino a spessori nanometrici e la dinamica di sistemi polimerici confinati.

### **Linea 4 – Sviluppo di strumentazione.**

Sviluppo di tecniche di misura della permittività complessa: in cavità a microonde, con riflettometria nel dominio del tempo e della frequenza, con analisi d'impedenza. Sviluppo di tecniche di misura della permeabilità ai gas di film polimerici. Tecniche di trattamento a microonde di materiali (pirolisi).

# Gruppo Giordano



polyLab and Department  
of Physics "E. Fermi"  
University of Pisa

## PARTICIPANTS

M. Giordano  
L. Andreozzi  
G. Galli  
M. Faetti  
F. Zulli  
C. Autiero

AS  
DR  
DR

## TECHNIQUES

- Electron Spin Resonance (X,C-band)
- Longitudinal Detected ESR (X-band)
- Rheometry
- Differential Scanning Calorimetry (DSC)
- Dynamic Mechanic Analysis (DMA)
- Microwave processing
- Spin coating
- Chemical laboratories



# Gruppo Giordano



polyLab and Department  
of Physics "E. Fermi"  
University of Pisa

## ONGOING and PLANNED RESEARCH ACTIVITIES

- Crossover Rouse-reptation in homopolymers dynamics
  - Onset of cooperativity
  - Onset of entanglement
- Dynamics in oligomeric and polymeric systems at long and short time-scales
- Physical ageing of polymers
  - Enthalpy relaxation experiments
  - DMA experiments
- Dynamic heterogeneity at the nanometric length-scale in polymers
- Polymeric liquid crystals for optical nanowriting
  - Synthesis
  - Rheological response
  - DSC studies
  - Heterogeneity via ESR
- Microwave processing in materials of industrial interest
- ESR studies in processed industrial materials

## HIGHLIGHTS

*Macromolecules* 2004, 37, 8010–8016

Connecting Shear Stress Relaxation and Enthalpy Recovery in Polymers through a Modified TNM Approach

L. Andreozzi,\* M. Faetti, F. Zulli, and M. Giordano

Dipartimento di Fisica "E. Fermi" and INFN, Università di Pisa, via F. Buonarroti 2, 56127 Pisa, Italy

Received April 5, 2004; Revised Manuscript Received June 23, 2004

**ABSTRACT:** The Tool–Narayanaswamy–Moynihan model (TNM) is widely accepted in order to describe the enthalpy recovery mechanism of polymers. However, some problems have been found in quantitative analysis as far as the parameters of the model are concerned. In particular, in several studies, the values of the Kauffmann temperature have been obtained 150 K or more below the glass transition, whereas other works have provided values of the activation energy of the relaxation times at the glass transition that are inconsistent with viscoelastic or dielectric measurements. In this paper, we analyze differential scanning calorimetry experiments in a low molecular weight PMMA sample in terms of a modified TNM model, where the adjustable parameters only provide the behavior of the out-of-equilibrium relaxation times. The temperature dependence of the equilibrium relaxation times is instead set at the values determined by the shear viscosity data of the sample. A good agreement between theory and experiments is obtained, suggesting that the difficulties quoted above could actually depend on the TNM handling of the nonlinear effects.



### 3.2 OPTICAL NANOWRITING AND RELAXATION IN AZOBENZENE POLYMERS

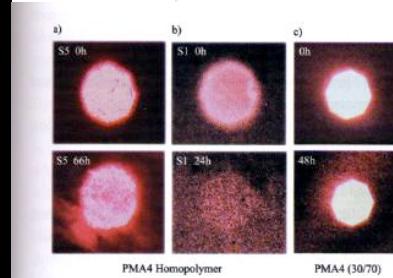


Fig. 4  
Optical writing performed at 338K; samples observed with the polarizing microscope: homopolymer S5 (a), S1 (b), and 30/70 copolymer (c) [6,7].

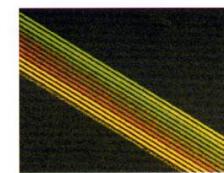


Fig. 5  
Polarizing optical microscopy image ( $1000 \times 850 \mu\text{m}^2$ ) of lines written by polarized light on a PMA4 film, at varying fluence [3].

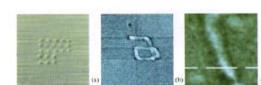


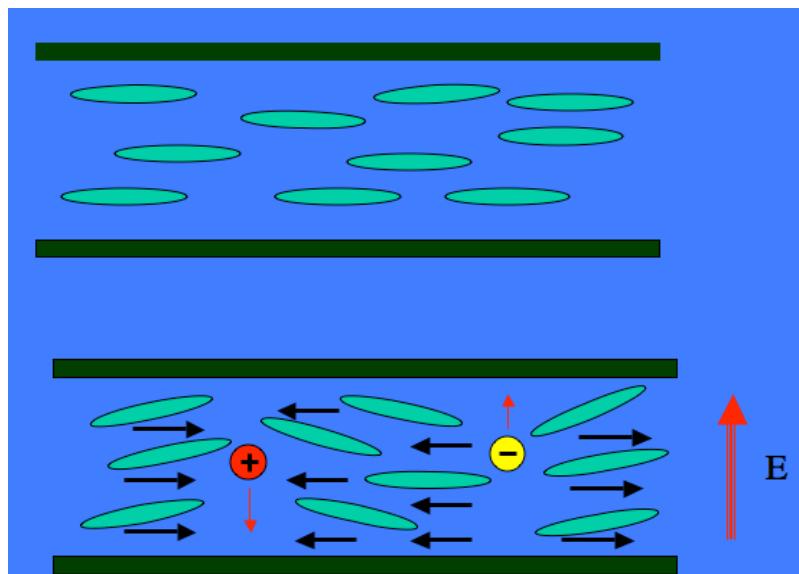
Fig. 6  
SNOM topography images of the optically nanostructured PMA4 thin film of (a) homopolymer (exposure time = 1 s/dot, image size =  $5 \times 5 \mu\text{m}^2$ ), (b) 30/70 copolymer (sensor speed =  $20 \text{ nm/s}$ , size =  $2 \times 2 \mu\text{m}^2$ ) and (c) 30/70 copolymer (speed =  $50 \text{ nm/s}$ , size =  $300 \times 300 \text{ nm}^2$ ) [8,10].

# Studio della turbolenza debole mediante Cristalli Liquidi

Prof. LEONE FRONZONI e Prof. SANDRO FAETTI

Il campo d' interesse riguarda lo studio della **dinamica spazio-temporale** in sistemi che presentano di turbolenza debole. In particolare, viene studiata la dinamica della **turbolenza mediata dai difetti**.

Questo fenomeno e' molto generale (es. termoconvezione e eletroconvezione ) si manifesta partendo da una struttura che progressivamente si distrugge al variare di un parametro di controllo. Questa distruzione e' generata dalla nascita di difetti.



L'eletroconvezione e' molto pratica da studiare in laboratorio: una celletta di **Cristallo Liquido Nematico** e' sottoposta ad un campo elettrico e viene osservata mediante un microscopio polarizzante.

L'instabilita' e' generata da cariche spaziali prodotte dall' anisotropia del materiale

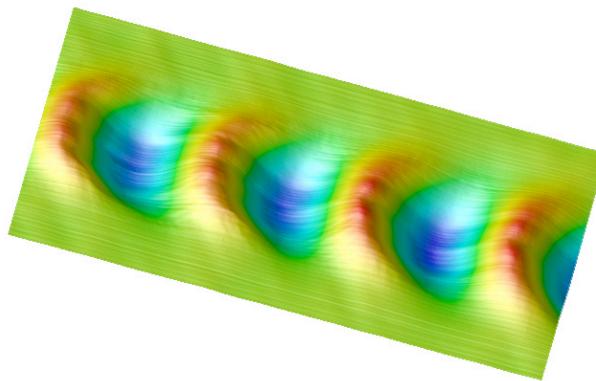
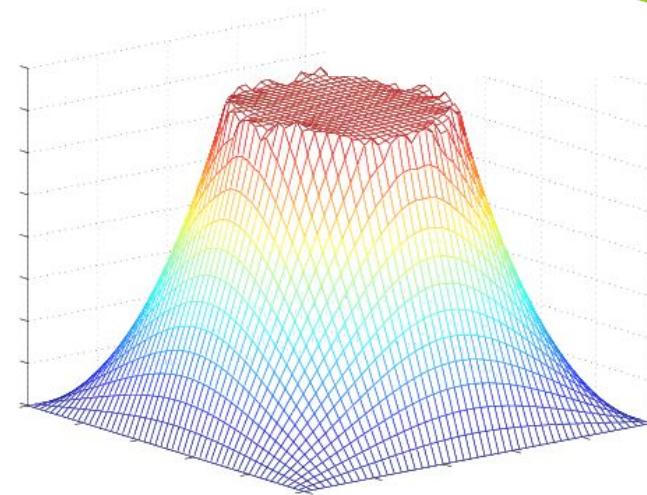
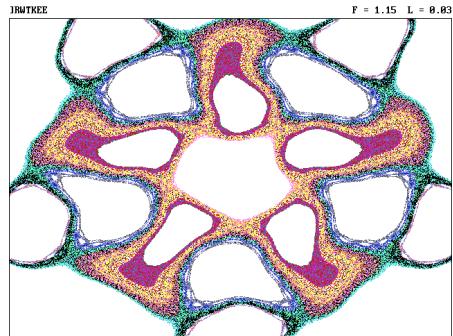
Questo sistema e' un formidabile banco di lavoro per lo studio di sistemi descritti da equazioni importanti per la fisica teorica come l'equazione di **GINZBURG-LANDAU**.

Dato che i nostri sistemi sono oggetti fisici **lontani dall'equilibrio termodinamico** sono interessanti per le connessioni con i **processi biologici**.

Esistono delle teorie (es. Gallavotti-Cohen) che prevedono **l'andamento delle fluttuazioni** al variare del parametro di controllo (nel nostro caso il campo elettrico). Il nostro interesse e' quello di verificare tali modelli teorici sulla base di **sistemi reali** e non di simulazioni al computer.

# Riccardo Mannella

Fisica stocastica nonlineare  
Algoritmi stocastici.



Fisica nonlineare di  
condensati di BoseEinstein.

Argomenti di econofisica.



## Plasmi

Cornolti, Giammanco, Giulietti, Pegoraro  
**IPCF-CNR**

GIAMMANCO - Fenomeni collettivi nei plasmi. Ottica non lineare, Plasmi transienti, Nanoclusters.

GIULIETTI - Interazione laser materia ad alte intensità.

PEGORARO, CORNOLTI - Plasmi: Plasmi relativistici, Plasmi magnetizzati (spazio e fusione); plasmi a basse temperature per trattamento di superfici.

# *Fenomeni Collettivi nei Plasmi*

Resp. Prof. **F.GIAMMANCO**

Dipartimento di Fisica “E.Fermi”

giamma@df.unipi.it

[www.df.unipi.it/~fisapp/Gruppi/Laser2/LaboratorioGiammanco.html](http://www.df.unipi.it/~fisapp/Gruppi/Laser2/LaboratorioGiammanco.html)

## **COLLABORATORI**

F.Brandi	Borsa Post-Doc
P.Marsili	Borsa post-Doc
S.Laza	Dottoranda

## **Hanno Collaborato:**

A.Ruffini	Ass.Ric.->Industria
M.Carpita	Laureando-> Industria
T.Di Palma	Post-Doc→CNR Na
P.Ceccherini	Laureando->Industria
A.Pirri	Post-Doc->LENS-FI

## *Argomenti di ricerca*

- *Dinamica di plasmi transienti prodotti da laser in gas e solidi*
- *Generazione di radiazione coerente nel lontano ultravioletto per conversione armonica di laser in gas*
- *Ablazione laser, deposizione di film, produzione di nanoparticelle*
- *Realizzazione di apparati sperimentali per la misura dei parametri di plasmi transienti e non.*

# PROGETTI in Corso

- *Generazione di armoniche con laser a femtosecondo e picosecondo*

Progetto Europeo Access Large Facilities-European Laser Center  
Vrije Universiteit- Amsterdam - In corso dal 2003 (cfr PRL)

PRL 96, 123904 (2006)

PHYSICAL REVIEW LETTERS

week ending  
31 MARCH 2006

## Spectral Redshift in Harmonic Generation from Plasma Dynamics in the Laser Focus

F. Brandi,<sup>1,\*</sup> F. Giammanco,<sup>1</sup> and W. Ubachs<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Physics Department, University of Pisa, Largo B. Pontecorvo 3, 56127-Pisa, Italy*

<sup>2</sup>*Laser Centre, Vrije Universiteit Amsterdam, De Boelelaan 1081, 1081 HV Amsterdam, The Netherlands<sup>†</sup>*

(Received 28 June 2005; published 30 March 2006)

High-precision spectral measurements on the 9th harmonic generated in xenon gas are compared with calculations of the plasma dynamics resulting from multiphoton ionization in the laser focus. For the regime of 300 ps pulses and above-saturation intensities a novel mechanism producing redshifts in the harmonics is uncovered and explained. Ions play a double role: the nonlinear susceptibility of the ions is decisive for the harmonic intensity, while their mutual repulsion and the associated increase of the index of refraction is identified as the cause of the redshift.

DOI: 10.1103/PhysRevLett.96.123904

PACS numbers: 42.65.Ky, 32.70.Jz, 52.35.Mw

- *Progetto R&D per sviluppo diagnostica plasmi con la società Three Alpha Energy – FootHill Ranch, CA (USA) ed ENEL spa*  
**In corso dal 2005**

## TESI DISPONIBILI

Contatto: F.Giammanco- [giamma@df.unipi.it](mailto:giamma@df.unipi.it)-050 2214 505/800

# Prof. Danilo Giulietti

## Intense Laser Irradiation Laboratory      IPCF-CNR

L'attività del gruppo è incentrata sull' **interazione laser materia ad alte intensità**.

Le principali tematiche affrontate sono:

- **Fisica per la fusione termonucleare controllata** (confinamento inerziale del plasma)
- **Accelerazione a plasma** di particelle cariche
- **Sorgenti di radiazione X impulsate** di elevata brillanza e loro applicazioni
- Interazione laser-materia ad **intensità relativistiche**
- L'attività del gruppo si svolge prevalentemente nel **laboratorio di Pisa**, ma anche nei principali **laboratori europei di laser di grande potenza** (Ecole Polytechnique, CEA-Saclay, RAL, Università di Jena, ...) dove il gruppo svolge esperimenti in collaborazione con colleghi di altre nazioni.
- Sono disponibili attività di ricerca adatte per lo svolgimento di **Tesi di Laurea Specialistica e Dottorato**.
- Per informazioni contattare **Prof. Danilo Giulietti** (*Corso di LS: Ottica Quantistica*)
  - Stanza N. 41 Edificio C; 050 2214840; [danilo.giulietti@df.unipi.it](mailto:danilo.giulietti@df.unipi.it)

# **Dinamica Nonlineare dei Plasmi e “High Field Science”**

(F. Pegoraro, F. Cornolti, F. Califano, A. Macchi, F. Ceccherini)

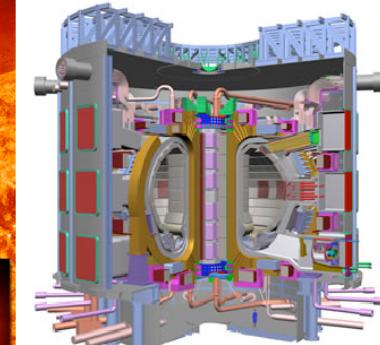
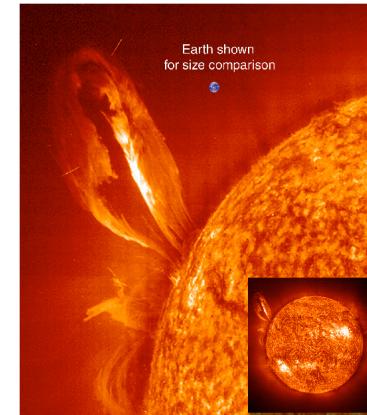
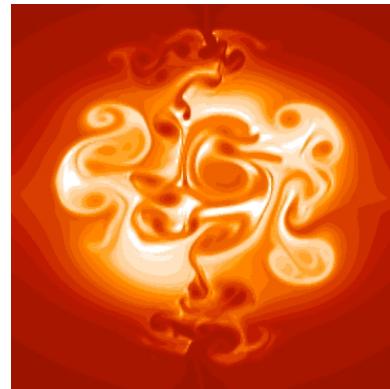
<http://www.df.unipi.it/~plasma>

- *Teoria dei processi fondamentali*: plasmi come sistemi macroscopici (relativistici) a molti corpi lontani dall'equilibrio, instabilità, strutture coerenti (solitoni, vortici),...
- *Simulazioni numeriche*: sviluppo di codici e modelli, supercalcolo
- *Collaborazioni sperimentali*: modellizzazione ed interpretazione di esperimenti

## **Dinamica non collisionale di plasmi magnetizzati**

(effetti cinetici, turbolenza, ...)

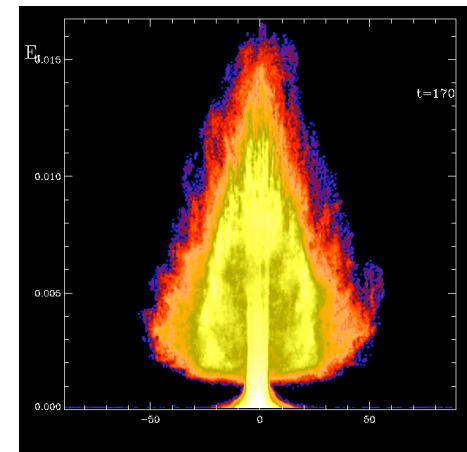
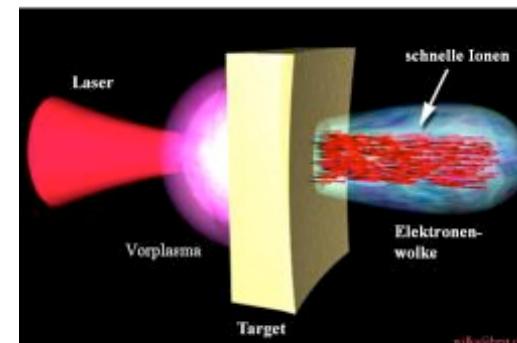
Applicazioni:  **fusione nucleare, plasmi spaziali, osservazioni satellitari**



## **Interazioni superintense laser-materia**

(processi ultrarapidi e relativistici, accelerazione di ioni, ottica nonlineare)

Applicazioni: **sorgenti ultrabrevi di radiazione** (ioni, neutroni, fotoni), “ignizione veloce” per la fusione



**Starting up:** plasmi “freddi” per scienza dei materiali

**Possibilità di tesi in co-tutela con Università e laboratori all'estero**

Stato Solido

Grosso, Martinelli, Cresti, Farchioni, Virgilio



**GROSSO - MARTINELLI (L) - Stato Solido: teoria.**

Trasporto quantistico in nanostrutture (2DEGs).

Grafene.

Superreticolli e Buche Quantistiche.

Polimeri Conduttori.

Interazione elettrone-fonone

Laboratorio





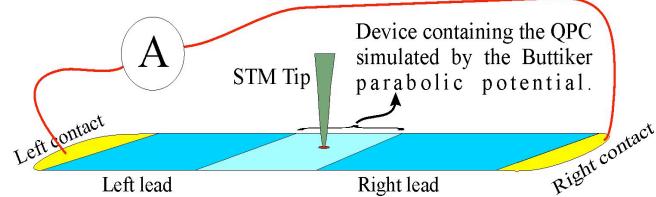
UNIVERSITÀ DI PISA

# Fisica dello stato solido : teoria

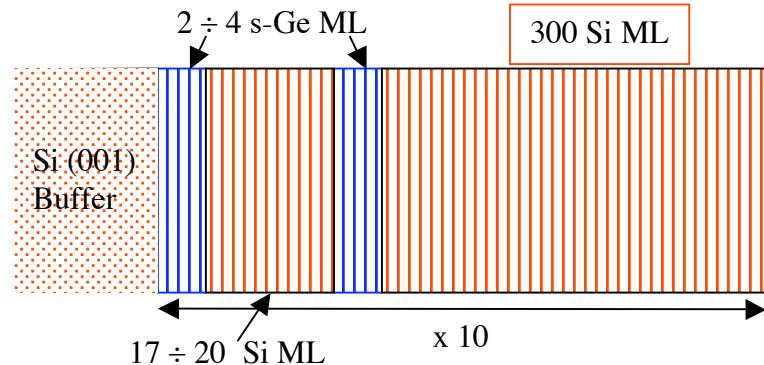
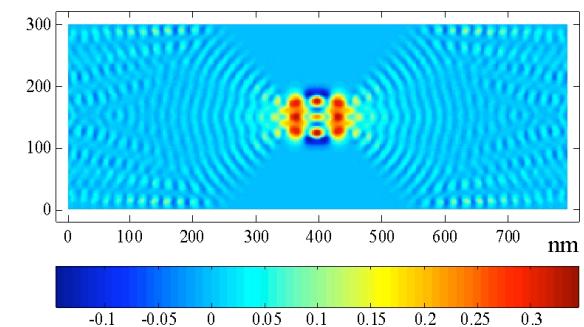
## G.Grosso - L. Martinelli

### Cresti, Farchioni, Virgilio

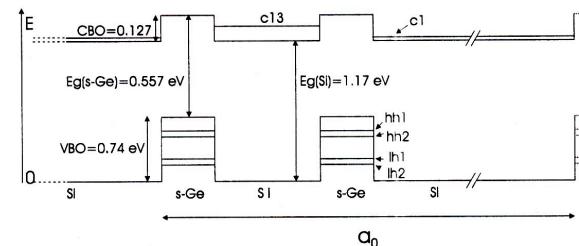
**NEST**  
NATIONAL ENTERPRISE FOR nanoSCIENCE AND nanoTECHNOLOGY



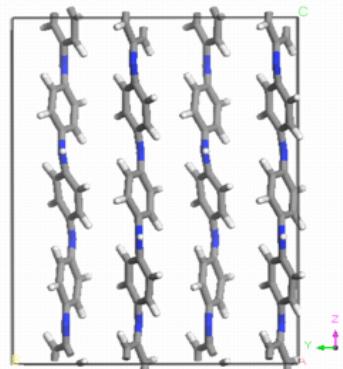
## Quantum transport in nanostructures



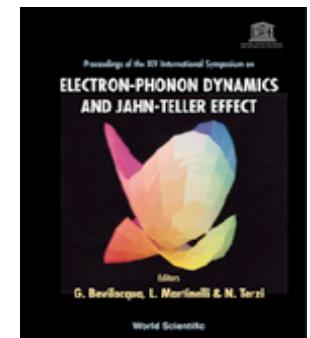
## Electronic states of semiconducting superlattices and quantum wells



Organic materials  
(Conjugated electronic  
conducting polymers)  
Car-Parrinello M.D.;  
electronic transport



Jahn-Teller effect  
and electron -  
phonon  
interaction



Complesso Polvani Via Della Fagiola, 17/19 - 56126 Pisa  
tel. 39 050 509418/440 fax 39 050 509417  
e-mail: [info@nest.sns.it](mailto:info@nest.sns.it) sito internet: [www.nest.sns.it](http://www.nest.sns.it)  
Direttore: **Fabio Beltram**

### **Centro NEST: National Enterprise for nanoScience and nanoTechnology**

Il Laboratorio svolge attivita' di ricerca nel campo della nanoscienza e della nanotecnologia su uno spettro piuttosto ampio di ambiti.

I filoni principali riguardano le nanostrutture di semiconduttori e superconduttori e la biofisica molecolare.

#### **Gruppi di ricerca di Fisica Teorica della materia condensata**

##### **Electronic states and optical transitions in solids**

The group coordinated by prof. **G.C. La Rocca** is presently active in the study of exciton physics, spin-orbit coupling in semiconductors, coherent optical nonlinearities and atom optics.

##### **Quantum Transport & Quantum Information**

The research activities The group, lead by Prof. **Rosario Fazio**, are in the fields of quantum transport, solid state quantum computation and theory of quantum information.

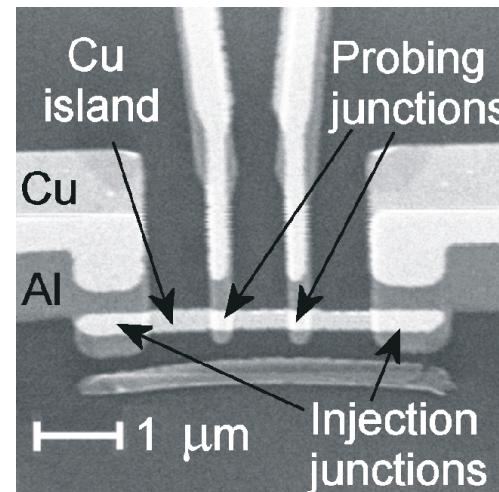
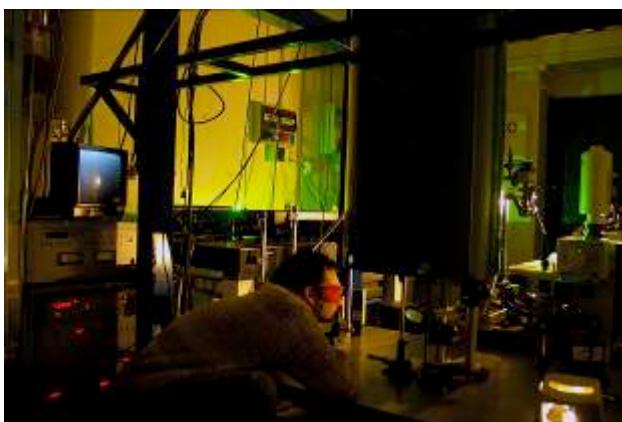
##### **Theory of quantum fluids**

Gruppo diretto dal Prof. **Tosi** che svolge attivita' nelle aree di theory of quantum fluids, Coherent quantum matter e di Correlations in low-dimensional electronic system.



**Fisica e tecnologia dei materiali a bassa dimensionalità e controllo  
delle proprietà ottiche ed elettroniche  
fino alla risoluzione di singoli fotoni e/o elettroni**

- Proprietà di sistemi elettronici interagenti in nanostrutture (metalli, semiconduttori, superconduttori, nanostrutture ibride)
- Microrefrigeratori quantistici
- Liquidi elettronici ed effetto Hall quantistico
- Esperimenti in condizioni estreme ( $T \sim 10\text{mK}$ ,  $B=16\text{T}$ )

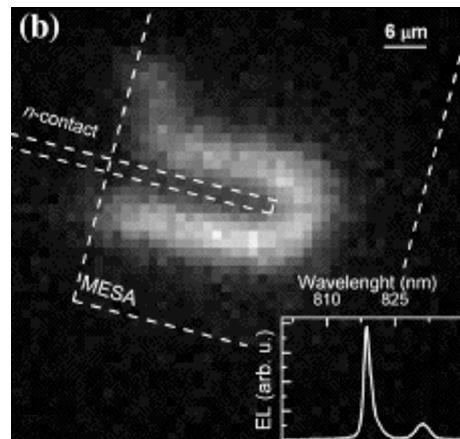


- Nanodispositivi multifunzionali per la computazione quantistica e per la fotonica

Generatori di singoli fotoni per la crittografia quantistica

Laser a cascata quantica nel THz

Crescita dei materiali e nanofabbricazione



CH Instruments Group

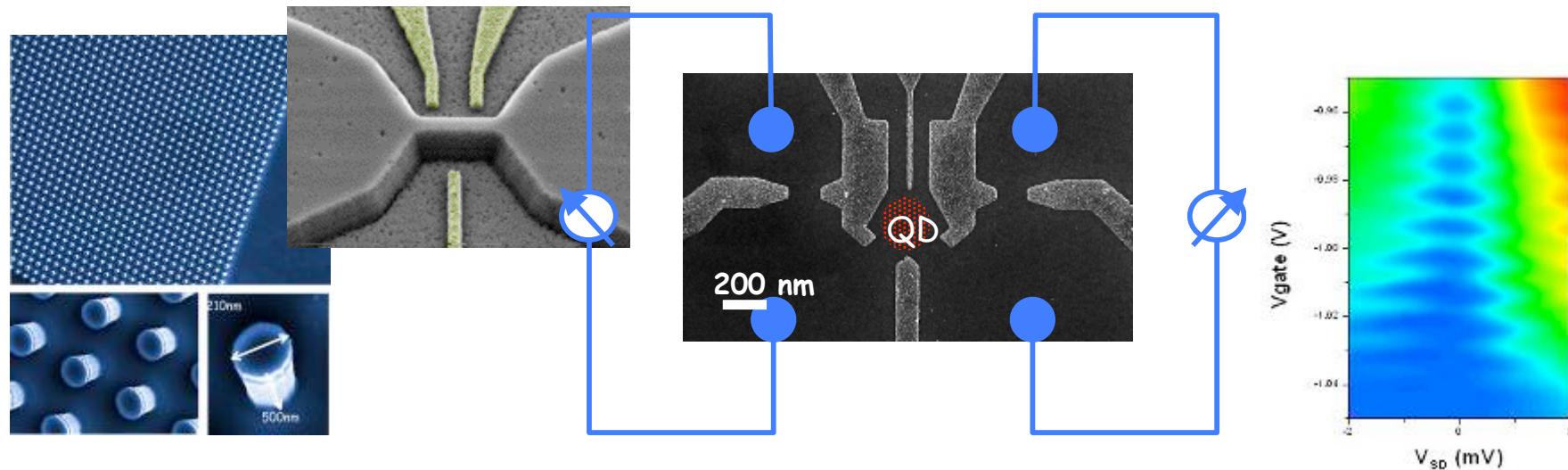


- Manipolazione di singoli elettroni in nanostrutture a semiconduttore

Stati di spin in punti quantici a pochi elettroni

Coulomb blockade e supercorrente

Nanoelettronica coerente



**CNR**

- **IPCF** (Istituto per i Processi Chimico - Fisici)

**M. Martinelli**

- **IBF** (Istituto di Biofisica)

**S. Chillemi**



*Istituto per i Processi  
Chimico-Fisici*

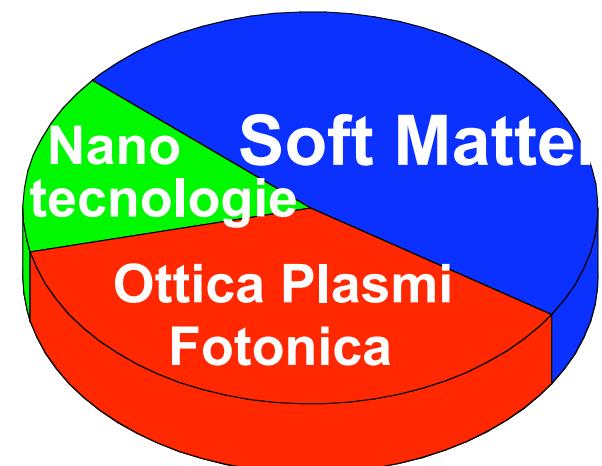
L'Istituto per i Processi Chimico-Fisici si è costituito nel 2002 come aggregazione **multidisciplinare** di istituti CNR preesistenti.

Area della Ricerca - CNR  
Via G. Moruzzi I-56124 Pisa  
Phone: 050 3152234

Direttore: Dott. Massimo Martinelli

**Le attività di ricerca dell'Istituto possono essere raggruppate in tre macro-aree:**

L'elenco che segue è necessariamente parziale, per approfondimenti: [www.ipcf.cnr.it](http://www.ipcf.cnr.it)



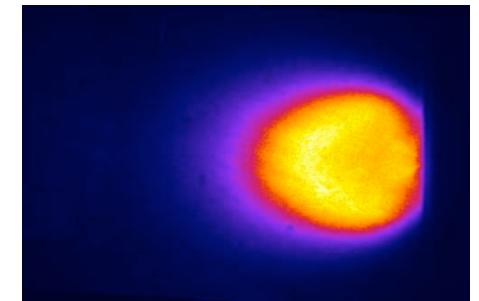
# Ottica Fotonica Plasmi

## **Laboratorio di Spettroscopia Laser Applicata**

**Attività:** Studio e modellizzazione di laser plasmi mediante spettroscopia ottica e imaging risolti nel tempo e simulazioni numeriche

**Sito web:** <http://als.ipcf.cnr.it>

**Riferimento:** Dr. E.Tognoni [tognoni@ipcf.cnr.it](mailto:tognoni@ipcf.cnr.it)

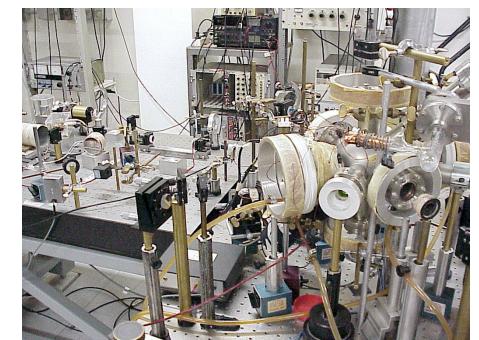


## **Laboratorio di Laser Cooling**

**Attività:** Formazione di molecole ultra fredde, Atomi di Rydberg freddi

**Sito web:** <http://www.ipcf.cnr.it/lcl/>

**Riferimento:** Dr. C.Gabbanini [carlo.gabbanini@ipcf.cnr.it](mailto:carlo.gabbanini@ipcf.cnr.it)



## **Laboratorio di Ottica Non Lineare**

**Attività:** Intrappolamento coerente di popolazione, Desorbimento indotto da radiazione

**Sito web:** <http://www.ipcf.cnr.it/optics/italiano/index.html>

**Riferimento:** Dr. S.Gozzini [silvia@ipcf.cnr.it](mailto:silvia@ipcf.cnr.it)

## **Laboratorio di Spettroscopia molecolare**

**Attività :** Spettroscopia molecolare ad elevata sensibilità di molecole d'interesse atmosferico

**Sito web:** <http://mail.ipcf.cnr.it/lucch/alex.html>

**Riferimento:** Dr. A.Lucchesini [lucchesini@ipcf.cnr.it](mailto:lucchesini@ipcf.cnr.it)



# Calcolo e simulazioni: dai sistemi molecolari allo stato solido

## Metodi teorici e computazionali per la struttura della materia

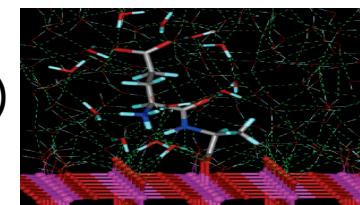
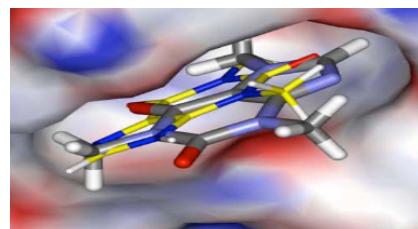
### Dinamica di pacchetti d'onda molecolari

(A. Lami, G. Villani)

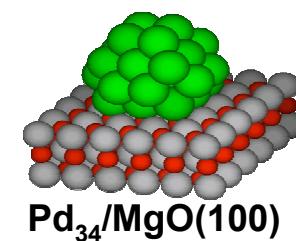


Risposte non-lineari di molecole alla radiazione elettromagnetica (A. Rizzo)

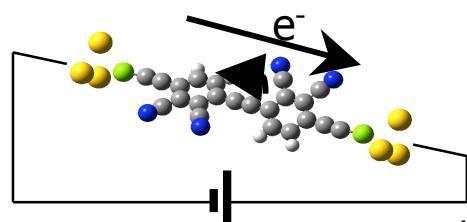
### Adsorbimento molecolare su superfici metalliche (V. Caravetta)



### Sistemi biologici e biopolimeri (C. Ghio, S. Monti)



### Struttura e crescita di nano-cluster metallici (A. Fortunelli)



### Elettronica molecolare (A. Ferretti)

web-site: <http://h2.ipcf.cnr.it/MML/>

**Attrezzature** Clusters di compute linux per calcoli seriali e paralleli: 32 CPUs Athlon 2800, 20 CPUs Dual Opteron Dual Core, 42 CPUs Dual Opteron, tempo di cpu al centro di supercalcolo del CINECA



# Microscopia e Nanotecnologie

## ***Laboratorio di Microscopia a Scansione di Sonda e Nanotecnologia***

**Attività 1:** Nanomanipolazione di molecole di interesse biologico e di elettronica molecolare.

**Sito web:** <http://www.ipcf.cnr.it/lmn/>

**Riferimento:** Dr. F. Dinelli [f.dinelli@ipcf.cnr.it](mailto:f.dinelli@ipcf.cnr.it)

**Attività 3:** Sensori e sistemi di scansione di sonda non convenzionali per applicazioni di microscopia a scansione di sonda.

**Sito web:** <http://www.ipcf.cnr.it/lmn/>

**Riferimento:** Dr. P. Baschieri [p.baschieri@ipcf.cnr.it](mailto:p.baschieri@ipcf.cnr.it)

**Attività 4:** Teoria delle proprietà ottiche ed elettriche delle molecole.

**Sito web:** <http://www.ipcf.cnr.it/lmn/>

**Riferimento:** Dr. A. Ferretti [ferretti@ipcf.cnr.it](mailto:ferretti@ipcf.cnr.it)

**Attività 5:** Teoria del trasporto di carica in molecole singole.

**Sito web:** <http://www.ipcf.cnr.it/lmn/>

**Riferimento:** Dr. A. Ferretti [ferretti@ipcf.cnr.it](mailto:ferretti@ipcf.cnr.it)



# Alto campo magnetico e alta frequenza

## **Laboratorio di Tecniche Sperimentali ad Alto Campo ed Alta Frequenza. (HF)2**

**Attività:** Sviluppo di metodologie innovative di alto campo (fino a 12 Tesla) ed alta frequenza (1 GHz - THz). Risonanza Paramagnetica Elettronica ad alto campo ed alta frequenza (95- 285 GHz, 12 Tesla). Processi di rilassamento magnetico in sistemi condensati. Dinamica di sistemi polimerici

**Sito web:** <http://146.48.75.78/ipcf/Home.htm>

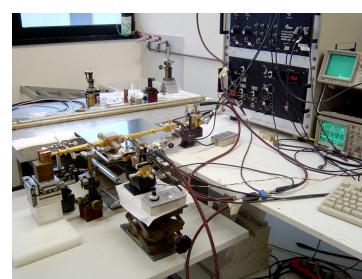
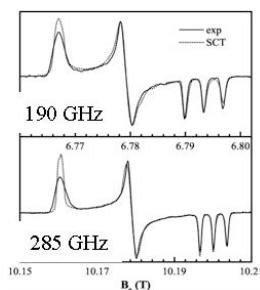
**Riferimento:** Dr. L. Pardi [pardi@ipcf.cnr.it](mailto:pardi@ipcf.cnr.it) & Dr. G. Annino [annino@ipcf.cnr.it](mailto:annino@ipcf.cnr.it)

## **Laboratorio di metodologie ad onda millimetrica e submillimetrica**

**Attività:** Sviluppo di risuonatori ad onda millimetrica, dielettrometria complessa di campioni solidi e liquidi, modellizzazione. Proprietà di confinamento della radiazione in strutture aperte, determinazione dell'effetto del disordine strutturale e dinamico su risonanze elettromagnetiche

**Sito web:** <http://146.48.75.78/ipcf/Home.htm>

**Riferimento:** Dr. G. Annino [geannino@ipcf.cnr.it](mailto:geannino@ipcf.cnr.it)



# Risonanza Magnetica

## **Laboratorio di Risonanza Paramagnetica Elettronica e nucleare**

**Attività 1:** Studi mediante EPR di meccanismi di produzione di radicali indotti da radiazione

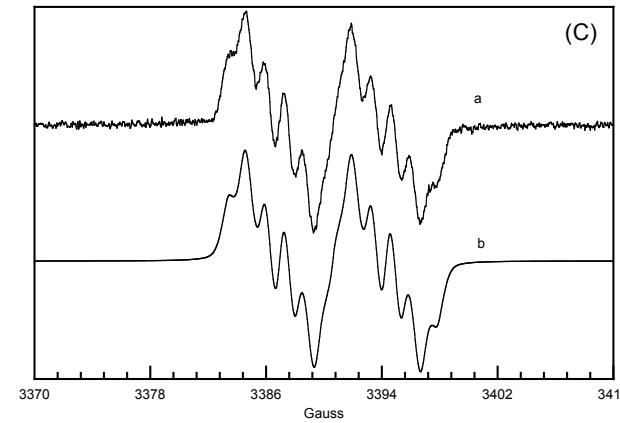
**Sito web:** <http://rino.ipcf.cnr.it>

**Riferimento:** Dr. C.Pinzino [rino@ipcf.cnr.it](mailto:rino@ipcf.cnr.it)

**Attività 2:** Strumentazione e metodologie sperimentali in multipla risonanza elettronica

**Sito web:** <http://rino.ipcf.cnr.it>

**Riferimento:** Dr. C.Pinzino [rino@ipcf.cnr.it](mailto:rino@ipcf.cnr.it)



CNR-Istituto di Biofisica

Sezione di Pisa



Indirizzo: Via G. Moruzzi 1 -San Cataldo - 56124 Pisa PI Toscana

Telefono: 050 - 3152578/3

Fax: 050 - 3152760

email: [santi.chillemi@pi.ibf.cnr.it](mailto:santi.chillemi@pi.ibf.cnr.it)

Responsabile: Santi Chillemi

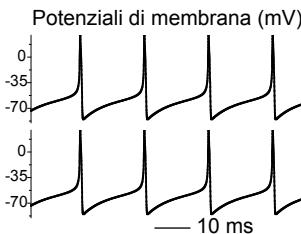
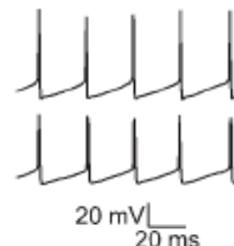
## TESI IN BIOFISICA TEORICA

### TESI 1 : Studio dei meccanismi di sincronizzazione in modelli biofisici di reti neurali

E' stato scoperto recentemente che certi neuroni interagiscono tra loro sia attraverso sinapsi chimiche che elettriche. Un tema affascinante e' quello di comprendere i meccanismi dinamici che portano all'emergenza di fenomeni di sincronizzazioni in reti di questi neuroni. Ogni neurone viene descritto da un modello matematico nonlineare (oscillatore nonlineare a ciclo limite) e lo scopo della tesi e quello di determinare le condizioni sui parametri biofisici del sistema che portano all'emergenza di sincronia in queste reti neurali.

### B Electrical PSP and IPSPs

50 Hz

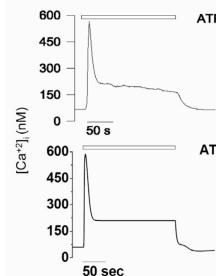
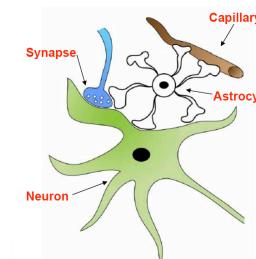


**ESPERIMENTO:** Due neuroni interagenti con sinapsi chimiche inibitorie e con sinapsi elettriche generano potenziali d'azione sincroni.

**MODELLO MATEMATICO:** la figura mostra i risultati ottenuti utilizzando le stesse condizioni di accoppiamento dell'esperimento.

### TESI 2 : Modelli matematici di dinamica del calcio in astrociti.

Recenti esperimenti sugli astrociti hanno mostrato che essi svolgono un ruolo attivo nella trasmissione dell'informazione neurale: **a)** per la presenza nella loro membrana cellulare di numerosi recettori di neurotrasmettitori; **b)** per l'aumento della concentrazione di calcio intracellulare e per il successivo rilascio di neurotrasmettitori da parte degli astrociti; **c)** e per la conseguente modulazione dell'attività neurale. Lo scopo della tesi e' quello di sviluppare dei modelli matematici della dinamica del calcio in astrociti per la comprensione dei corrispondenti meccanismi di modulazione dell'attività neurale.



La figura accanto mostra la risposta di calcio dell'astrocita in presenza di ATP: esperimento (pannello superiore) modello (pannello inferiore).

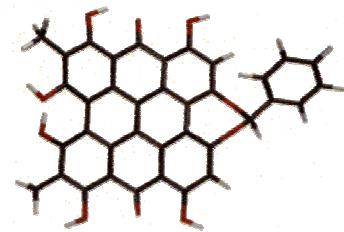
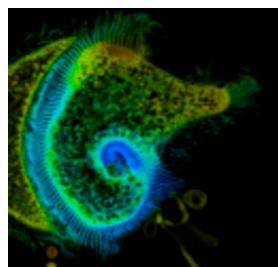
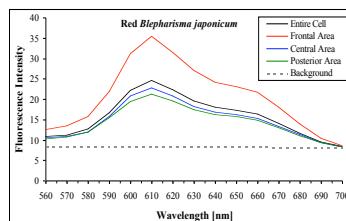
### TESI 3 : La risonanza stocastica in semplici modelli di oscillatori a rilassamento.

In questi modelli il segnale d'ingresso  $i(t)$  è continuo mentre l'uscita è costituita da una sequenza di impulsi o spikes. Il prototipo è l'integratore con perdita, in cui il segnale  $i(t)$  viene moltiplicato per un esponenziale decrescente e integrato finché l'integrale raggiunge un valore di soglia. A questo punto viene sparato uno spike, l'integrale è riportato a zero e l'integrazione riparte. Se il segnale d'ingresso, o la soglia, sono modulati periodicamente e si aggiunge del rumore sul segnale d'ingresso (o anche sulla soglia), si ottiene un sistema che può presentare la cosiddetta Risonanza Stocastica. Questa si verifica quando il segnale d'ingresso è insufficiente ad eccitare il sistema in assenza del noise, e consiste nel fatto che il guadagno del sistema presenta un massimo per un valore ottimale dell'intensità del rumore. Lo scopo della tesi e' lo studio di modelli ottenuti con piccole modifiche di quello descritto sopra.

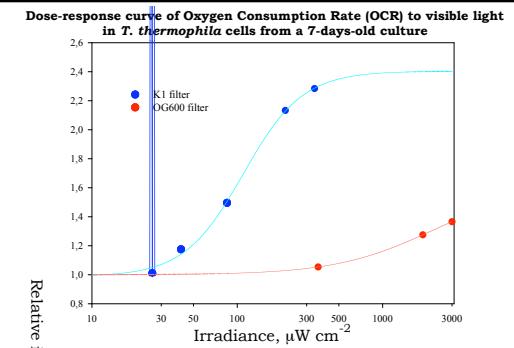
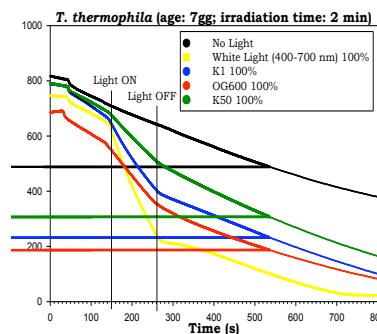
Per le tesi 1 e 2 contattare il Dott. **Di Garbo Angelo** (tel. 050-3152577, e-mail: [digarbo@pi.ibf.cnr.it](mailto:digarbo@pi.ibf.cnr.it) )

Per la tesi 3 contattare il Dott. **Barbi Michele** (tel. 050-3152579, e-mail: [barbi@pi.ibf.cnr.it](mailto:barbi@pi.ibf.cnr.it) )

Strategie comportamentali e fotocomportamentali, strutture fotorecettive (cromofori, cromoproteine) e analisi dei processi di trasduzione fotosensoriale in microorganismi (caratterizzazione spettroscopica di pigmenti fotorecettori su sistemi modello e cellule intatte). Impiego di microrganismi come bioindicatori di inquinamento in ecosistemi acquatici



Studio dell'effetto indotto dalla luce sull'attività della citocromo-c ossidasi *in vivo* su protozoi ciliati e cellule eucariote.



Processi di aggregazione di peptidi neurotossici e individuazione di sistemi molecolari che possano inibire la fibrillogenesi o perturbare la conformazione dei suoi stadi molecolari iniziali. Studio di tossicità *in vivo* su ciliati e flagellati

