

# Dipartimento di Fisica e Astronomia “G. Galilei”

## Laboratori

### Laboratorio Chimica 1

Il laboratorio è deputato alla realizzazione di trattamenti chimici su campioni.

I principali processi effettuati in laboratorio sono:

- pulizia di campioni con solventi o soluzioni acide (soluzione piranha);
- sintesi colloidale di nanoparticelle di silice o polistirene;
- sintesi di nanoparticelle di oro;
- funzionalizzazioni di silice e superfici metalliche;
- realizzazione di cristalli colloidali per aggregazione di nanoparticelle di polistirene o silice;
- realizzazione di soluzioni con coloranti per laser;
- litografia ottica mediante fotoresist e sviluppo in soluzione basica.

### Laboratorio di Chimica 2

Il laboratorio è multiutente: si tratta di una struttura comune a disposizione di diversi gruppi di ricerca che operano nel Dipartimento, per poter effettuare trattamenti chimici in un area dedicata. Nel laboratorio si svolgono:

- preparazioni di campioni chimici (soluzioni, sospensioni, etc...);
- trattamenti chimici di varia natura (si veda sezioni seguenti);
- trattamenti termici (cottura di olii siliconici, trattamenti termici generici, si veda sezioni seguenti);
- fotolitografia/fotoincisione tramite bromografo;
- pulizia di vetrini, resist, wafer etc. tramite UVO cleaner. Il metodo UVO è un processo di ossidazione in cui le molecole contaminanti di una superficie (resists litografici, vetrino, silicio, etc) vengono eccitati e /o dissociate dall'assorbimento di radiazione UV.

Altri trattamenti svolti dai vari gruppi vengono di seguito brevemente descritti:

- Gruppo “Niobato”: l'attività consiste nell'impiego di HF puro sia a T ambiente che a T 70-80°C per la pulizia di crogioli di platino da LiNbO<sub>3</sub> residuo oltre all'applicazione di etching chimico con una mistura di HF-HNO<sub>3</sub> a vari rapporti volumetrici (sia a T ambiente che a T inferiori a 80°C) per lo studio della distribuzione laterale di domini ferroelettrici (domini positivi sono erosi diversamente da quelli negativi portando ad una distribuzione morfologica misurabile con il profilometro). Infine si utilizza il solvente per fotolitografia (organic photoresist stripper SVC-TM) per rimozione del photoresist;
- Gruppo “Lafsi”: il gruppo si occupa prevalentemente di microfabbricazione di circuiti microfluidici;
- Gruppo “SIMS”: si svolgono prevalentemente trattamenti superficiali su Silicio o altri materiali;
- Gruppo “Nanostrutture”: il gruppo nanostrutture opera prevalentemente nel laboratorio di “Chimica 1” (stanza 013). Capita che alcuni trattamenti si svolgano anche in “Chimica 2” (st. 035);
- Gruppo “III-V”

- Gruppo "Circuiti Stampati": la realizzazione di circuiti stampati prevede una fase che si conduce in Laboratorio Chimico e a sua volta può essere divisa ancora in 3 fasi distinte: fotoincisione, sviluppo e corrosione.
  - o La fotoincisione si ottiene tramite il Bromografo (alloggiato in Laboratorio Chimica 2, Stanza 35). L' apparecchio, di realizzazione custom, è costituito da un piano trasparente di vetro sul quale si pongono il master e la scheda da realizzare che viene illuminato a tempo prefissato da una serie di lampade all'UV poste sopra e sotto al piano, il tutto chiuso ermeticamente all'interno di un box. L'apparecchio è dotato di interruttori di sicurezza per l'apertura del contenitore durante l'esposizione UV.
  - o Una volta impressionata, la scheda viene immersa in una bacinella contenente una soluzione di Metasilicato Sodico, una base "debole" che funge da "sviluppo" e che elimina in alcuni minuti la vernice precedentemente "impressionata" dagli UV. Si procede quindi al risciacquo della scheda sotto acqua corrente.
  - o La corrosione avviene per immersione della scheda in una vaschetta verticale contenente una soluzione di Percloruro Ferrico tenuto in movimento da un agitatore elettrico che rimuove dalla superficie di rame esposta i residui "pesanti" della reazione chimica in atto. I tempi di corrosione, che dipendono dal grado di "saturazione" del Percloruro Ferrico, vanno da un minimo di circa 20 minuti a oltre 1 ora a temperatura ambiente. Lo sciacquo finale mostra la scheda realizzata.

I prodotti chimici dello sviluppo e della corrosione vengono più volte riutilizzati e alla fine delle operazioni stoccati nell'armadio apposito in Laboratorio.

### **Laboratorio di Preparativa**

L'attività condotta riguarda la preparativa (taglio e lucidatura con finitura ottica) di materiali solidi inerti (niobato di litio, vetro, silice, quarzo) attraverso strumentazione commerciale certificata.

### **Laboratorio di Film Sottili e trattamenti termici e deposizione.**

Il laboratorio comprende diversa strumentazione per il trattamento termico di campioni inerti e per la deposizione di film sottili con tecnica sputtering.

- Attività 1: Trattamenti termici forno Gero: trattamenti termici fino a 1300° in flusso di gas o vuoto;
- Attività 2: Trattamenti termici forno RTA: trattamenti termici rapidi fino a 1100° in flusso di gas o vuoto;
- Attività 3: Analisi spettrofotometrica Jasco: apparecchio per l'analisi spettrofotometrica (trasmittanza e assorbanza) di campioni trasparenti inerti e non tossici;
- Attività 4: Deposizione tramite sputtering Thin Films: l'apparecchio è una camera in vuoto completamente sigillata durante il funzionamento nella quale viene creato un plasma tramite l'immissione di gas (Argon o miscela Argon ossigeno) e l'accensione di sorgenti a radiofrequenza o DC;
- Attività 5: Trattamenti termici forno Carbolite: l'apparecchio è del tutto analogo al forno Gero sopra descritto. Può operare ad una temperatura massima di 1200°C in aria, in flusso di gas e in vuoto.

## **Laboratorio di Crescita cristalli**

L'attività condotta riguarda la crescita Czochralski (CZ) di cristalli da fuso di niobato di litio commerciale in polvere del diametro di 1 pollice e altezza massima di 4cm.

## **Laboratorio Luminescenza e Ottica Non-Lineare**

Il laboratorio presenta al suo interno diverse sorgenti laser di potenza e strumentazione per la caratterizzazione ottica di materiali.

## **Laboratorio di Ottica 1**

L'attività condotta in laboratorio consiste in:

- realizzazione di pattern di interferenza nel visibile e relativa illuminazione di campioni di niobato di litio;
- misura di indice di rifrazione mediante spettroscopia m-lines (accoppiamento di luce laser nel visibile mediante prisma), misura di indice di rifrazione nel visibile, mediante stima dell'angolo di deviazione minima; misura di diffrazione ottica nel visibile.

## **Laboratorio di Ottica 2**

- Misure di ottica lineare sulle correzioni diffrattive al fenomeno della riflessione. La strumentazione impiegata è costituita da un banco ottico con componenti standard, sorgenti laser di bassa potenza nel visibile e elettronica standard;
- Caratterizzazione di sensori optoelettronici. La strumentazione consta di sorgenti laser a bassa potenza nel visibile, alcuni sistemi di microposizionamento motorizzati ed elettronica standard;
- Misure di diffusione della luce da vari tipi di strutture (reticoli, ologrammi, guide d'onda). La strumentazione consiste in una sorgente laser a bassa potenza, un goniometro motorizzato e ottiche ed elettronica standard.

## **Laboratorio di Microfluidica e fluidi complessi**

Nel laboratorio ci sono quattro apparati sperimentali assemblati e realizzati in laboratorio, collegati a quattro differenti computer:

- Microscopio a fluorescenza con una telecamera, alcune lenti, uno specchio dicroico, due led per l'illuminazione e un laser He Ne di classe 3B con radiazione alla lunghezza d'onda di 632,8nm e una potenza massima di 20mW;
- un secondo apparato è utilizzato per monitorare lo scivolamento di gocce d'acqua su diverse superfici;
- un altro apparato è utilizzato per misurare l'angolo di contatto di gocce d'acqua su superfici diverse;
- l'ultimo apparato è un banco ottico per misure di spostamenti di fasci laser con grande precisione.

## **Laboratorio Nanoattrito e Adsorbimento**

In questo laboratorio è presente un apparato comprendente una camera da ultra-alto-vuoto, un cryocooler e dell'elettronica dedicata, per esperimenti di nanoattrito mediante la microbilancia a cristallo di quarzo. Con questa tecnica si studiano i meccanismi microscopici dell'attrito di film di spessore atomico adsorbiti su superfici di natura diversa. Ad esempio, il contributo elettronico all'attrito, la superlubricità e la termolubricità.

Nel laboratorio è inoltre alloggiato un criostato all'azoto dedicato a misure di adsorbimento con una bilancia torsionale. Gli esperimenti riguardano lo studio dell'adsorbimento in matrici mesoporose formate da pori paralleli e non interconnessi aventi morfologia ben controllata.

L'uniformità delle matrici è necessaria per un confronto quantitativo con la teoria.

## **Laboratorio SIMS**

Il Laboratorio svolge diverse attività di ricerca su materiali semiconduttori, isolanti e metalli. Nello specifico le tematiche più rilevanti sono le seguenti:

- Studio dei meccanismi atomistici di diffusione ed attivazione elettrica di droganti e sviluppo di nuove metodologie di drogaggio nei semiconduttori per applicazioni in microelettronica, fotonica e fotovoltaico.
- Studio della diffusione di metalli in niobato di litio per la realizzazione di componenti ottiche integrate. Caratterizzazione di ossidi per la sensoristica e di rivestimenti per applicazioni in campo farmaceutico.
- Studio della modifica del profilo chimico in metalli a seguito di trattamenti anticorrosione o di processi in applicazioni aerospaziali.

## **Laboratorio AFM**

Il laboratorio presenta al suo interno due microscopi a forza atomica (Atomic Force Microscope, AFM) per misure di topografia superficiale di campioni solidi, inerti e non tossici.

## **Laboratorio Diffrazione RX**

Descrizione del laboratorio e attività:

- Misure di diffrazione ad alta risoluzione su materiali semiconduttori e ferroelettrici. Si investigano le deformazioni reticolari indotti dai processi di fabbricazione di dispositivi micro/nano elettronici e ottici quali diffusione impiantazione ionica, laser annealing epitassia. Tali deformazioni sono legate all'evoluzione termodinamica dei difetti e delle impurezze che hanno un ruolo decisivo nei processi di drogaggio e alligazione. Le proprietà vengono anche studiate durante annealing in-situ dei campioni.
- Studio della deformazione elastica indotta meccanicamente in mono-cristalli di Silicio e Germanio per applicazioni nel channeling tramite diffrazione di alta risoluzione. Questi studi servono a mettere a punto dispositivi per la deflessione di particelle relativistiche sfruttando l'interazione coerente dei fasci carichi con cristalli di alta qualità -Determinazione dell'orientazione cristallina di monocristalli ferroelettrici per ottimizzare le procedure di taglio.

- Studio di nanostrutture metalliche per l'applicazione in plasmonica fotonica e magnetismo tramite diffrazione in configurazione radente. Sono indagate le fasi cristalline e la loro evoluzione termodinamica a seguito di vari processi di produzione (sputtering, impiantazione ionica...). Molti studi sono effettuati tramite annealing in situ.

### **Laboratorio Magneto-Ottica**

Il laboratorio presenta al suo interno sorgenti (laser e lampade) e strumentazione per la caratterizzazione ottica di materiali.

Attualmente vi sono:

- 2 laser He-Ne in continua con emissione nel visibile e potenza inferiore a 5 mW (classe IIIB);
- Spettrofluorimetro (FluoroMax, SPEX) con lampada a Xe (150 W) integrata per misure di fotoluminescenza di campioni solidi o liquidi;
- Spettrofotometro (Ocean Optics, USB4000) con lampada a Deuterio+Alogena (DH-2000-BAL) per misure di trasmittanza e assorbanza nel visibile e vicino IR.

Oltre alla strumentazione indicata, nel laboratorio è inoltre presente:

- Elettromagnete (GMW, mod. 3470) raffreddato ad aria per la misura delle proprietà magneto-ottiche di campioni

### **Laboratorio Camera Pulita**

Si tratta di una camera pulita di circa 100 m<sup>2</sup>, 80 di classe 10.000 e 20 di classe 1.000.

La camera contiene la strumentazione necessaria per il microbonding e test di dispositivi elettronici e rivelatori, soprattutto a semiconduttore, e per il loro eventuale montaggio di precisione:

Probe station manuale Wentworth, probe station automatica Alessi Rel-6100 8 inch, 2 Misuratori LCR di precisione HP4284A, 1 Parameter analyzer HP4142B, 1 Parameter analyzer Agilent 4156C, 1 Parameter analyzer Agilent 5270A, 1 Parameter analyzer HP4145B, switching Matrix Keytley 707, macchina per microsaldature automatica KS8090, macchina per microsaldature manuale KS4123, macchina di misura 3D Mitutoyo Euro-C-A7106, gantry Aereotech predisposta per montaggio automatico rivelatori a microstrip, tavolo ottico Newport 180 x 120 con sistema antivibrazioni pneumatico, strumentazione elettronica e DAQ per prototipi rivelatori, movimentatore Microcontrole corsa 400x 100 mm, 2micron di precisione.

Nel 2014 la camera e le sue attrezzature sono state utilizzate per la caratterizzazione elettrica di dispositivi elettronici realizzati in una tecnologia CMOS 65nm nell'ambito della collaborazione internazionale RD53, basata al CERN.

Sono stati inoltre eseguite misure su SiPM in vista del loro utilizzo nel futuro programma CTA.

### **Laboratorio di Fisica delle interazioni fondamentali - 1**

Laboratorio con presenza di apparecchiature radiogene o sostanze radioattive.

Il laboratorio è utilizzato in prevalenza dai ricercatori che operano all'interno del gruppo I dell'INFN (fisica agli acceleratori), in particolare per test e sviluppo di elettronica.

## Laboratorio di Fisica delle interazioni fondamentali - 2

L'attività prevista nel laboratorio consiste nel test di rivelatori e/o di catene elettroniche di acquisizione. Prevalente è l'utilizzo di fotomoltiplicatori per la rivelazione dei segnali e comporta l'utilizzo di alte tensioni per la polarizzazione dell'ordine di 1-2 kV limitati in corrente.

- È installata una catena di test per attività di R&D del progetto FP7 TAWARA RTM. Sono stati sviluppati il sistema di read-out e DAQ dei primi prototipi di detectors e il prototipo del sistema idraulico. Sono stati inoltre misurati i fondi ambiente dei rivelatori nelle diverse possibili configurazioni del sistema.
- È in via di installazione una catena elettronica completa dell'esperimento JUNO. Tale catena sarà costituita da un fotomoltiplicatore Hamamatsu da 20", da un alimentatore di HV, scheda di FE, ADC, scheda di processamento dei segnali digitali ed elettronica di backend. Questo setup verterà utilizzato come banco di prova dell'elettronica di JUNO in via di sviluppo a Padova e in Europa.