



Dipartimento di Fisica  
Università degli studi di Ferrara  
Polo Scientifico e Tecnologico - Via Saragat 1- 44122 Ferrara  
Tel. Centralino: (0532) 974211 Fax: (0532) 974210

Lo stage si svolgerà illustrando agli studenti mediante lezioni teoriche ed esperimenti alcune delle attività di ricerca sperimentale presenti presso il nostro Dipartimento e in particolare:

**Laboratorio Sensori;**

**Laboratorio Fotovoltaico;**

**Laboratorio di Fisica Sanitaria;**

**Laboratorio di Fisica dell'Atmosfera;**

**Laboratorio Laser;**

**Laboratorio di Astrofisica;**

**Laboratorio di Fisica Subnucleare;**

**Laboratorio di Archeometria;**

**Laboratorio di Materiali Magnetici;**

**Laboratorio di Vuoto e Spettrometria di Massa.**

Di seguito sono brevemente illustrati gli argomenti svolti per ciascuno dei laboratori:

### **LABORATORIO SENSORI**

Verranno introdotti i concetti base riguardanti i semiconduttori utili per l'elettronica (come il silicio) e quelli per la sensoristica, caratterizzati da variazioni di conducibilità dovute a reazioni chimiche superficiali. In particolare verranno illustrati i concetti base della sensoristica per gas basata su ossidi semiconduttori con particolare riguardo all'importanza delle nanostrutture per la rivelazione di tracce di gas in atmosfera.

In laboratorio potranno vedere e comprendere l'utilizzo delle varie strumentazioni presenti e assistere ad alcune esperienze riguardanti sia le caratteristiche di funzionalità dei sensori che le specifiche caratterizzazioni elettriche di risposta ai gas inquinanti o tossici.

Via internet potranno vedere, attraverso grafici in tempo reale, il funzionamento (andamento dei gas inquinanti nel corso della giornata) di alcune centraline di monitoraggio atmosferico basate su sensori, preparate presso il Laboratorio e installate in diverse città italiane e anche all'estero, come per esempio Malta.

### **LABORATORIO FOTOVOLTAICO**

Nelle sedute teoriche, che si svolgeranno all'inizio di ogni sessione, verranno discussi i seguenti argomenti:

- i) concetti fondamentali della fisica dei semiconduttori con descrizione elementare del principio di funzionamento di una cella solare; schema elettrico equivalente della cella solare; equazioni della curva  $I-V$  e parametri elettrici caratteristici;
- ii) come si costruisce una cella solare a partire dal Silicio feedstock; come si costruisce e si caratterizza un modulo FotoVoltaico (FV); rendimento di un modulo FV; radiazione solare; equazioni del percorso del sole; semplici esempi di progetto di un sistema FV di piccola potenza;
- iii) perché si usa la concentrazione solare; principi di funzionamento di un sistema FV a concentrazione; dispositivi a multigiunzione; separazione spettrale con materiali dielettrici;
- iv) come si caratterizzano i componenti di un sistema fotovoltaico piano e a concentrazione; metodo di caratterizzazione diretto ed inverso.
- v) cenni sulla polarizzazione della luce; grado di polarizzazione, polarizzazione della luce solare naturale.

In laboratorio gli studenti saranno coinvolti nello svolgimento di alcuni esperimenti sugli argomenti trattati sopra, in particolare:

- i) tracciamento della curva  $I-V$  di una cella solare e calcolo dell'efficienza di conversione; influenza dell'intensità dell'irraggiamento e della temperatura;
- ii) misura della risposta spettrale di una cella solare con l'utilizzo di un monocromatore e calcolo dell'efficienza quantica;
- ii) dimostrazione sul terrazzo dell'istituto del funzionamento di alcuni sistemi FV a concentrazione, di cui uno con separazione spettrale;
- iii) caratterizzazione ottica in laboratorio di piccoli concentratori solari;
- iv) misura dell'indice di rifrazione di alcuni solidi e liquidi col metodo della sfera e del prisma; simulazione in laboratorio del fenomeno dell'arcobaleno; splittamento spettrale con un pentaprisma;
- v) polarizzazione di un fascio di luce per riflessione da una lastra di plexiglass e sua misura; misure di polarizzazione su occhiali per visione 3D; misura sul terrazzo dell'edificio della polarizzazione della luce solare naturale.

## **LABORATORIO DI FISICA SANITARIA**

Esperienza di Laboratorio: Misura del coefficiente di attenuazione lineare del plexiglass e dell'alluminio.

L'attività relativa alla misura del coefficiente di attenuazione lineare di materiali articolerà in due parti:

1. nella prima verranno brevemente illustrati agli studenti gli aspetti basilari della fisica riguardanti l'esperienza di laboratorio, soffermandosi in particolare sullo spettro elettromagnetico, la radioattività naturale e l'interazione tra la radiazione X e con la materia. Inoltre verranno descritti i principi di funzionamento della strumentazione utilizzata: in particolare del cristallo scintillatore e del fotomoltiplicatore.

2. Nella seconda, gli studenti parteciperanno attivamente all'esperienza, e si occuperanno della misura del coefficiente di attenuazione lineare della radiazione prodotta da due sorgenti radioattive Am-241 e Cs-137 nel plexiglass e nell'alluminio.

Operativamente la misura verrà effettuata tramite il conteggio dei fotoni prodotti dalla sorgente su spettri attenuati da spessori variabili del materiale in esame. I dati sperimentali ottenuti verranno

elaborati utilizzando un foglio di calcolo di MS Excel ricavando così il coefficiente di attenuazione lineare ricercato.

#### Esperienza di Laboratorio: Misura della curva MTF di un sistema ottico.

Nel corso dell'esperienza di laboratorio verrà richiesto agli studenti di determinare la 'funzione di trasferimento della modulazione' (MTF) di un dato sistema ottico. Tale esperienza verrà suddivisa in tre parti:

1. l'acquisizione delle immagini digitali di una 'mira ottica' attraverso un sistema formato da telecamera collegata ad un PC,
2. l'analisi delle immagini con un software specifico,
3. l'elaborazione dei dati tramite foglio excel per la determinazione della curva MTF.

Nella prima fase verranno acquisite delle immagini di una mira ottica e di un'immagine radiografica della medesima mira. In seguito verrà determinata la curva MTF dell'immagine diretta della mira ottica (sistema ottico: telecamera) e la medesima curva studiando l'immagine digitale della lastra radiografica (sistema ottico: sistema radiografico + telecamera).

### **LABORATORIO DI FISICA DELL'ATMOSFERA**

L'attività di laboratorio di fisica dell'atmosfera riguarda due esperienze che illustrano diversi aspetti del telerilevamento atmosferico.

La meteorologia moderna si basa in modo sostanziale sull'osservazione e lo studio del sistema terrestre

da sensori posti su satellite: l'obiettivo del laboratorio è di accennare ad alcuni principi, che rendono possibile tale approccio.

Attraverso un radar da laboratorio si compiranno misure sulla propagazione delle onde elettromagnetiche in aria ed attraverso mezzi densi, valutando le proprietà del sistema radar, ottenendo il diagramma d'antenna, misurando la frequenza dell'onda trasmessa ed osservando il comportamento delle onde polarizzate.

Un fotometro solare verrà usato per misure di massa ottica atmosferica condotte sul tetto del dipartimento. Lo scopo sarà quello di valutare la composizione atmosferica in termini di costituenti minori (ozono, vapor d'acqua) e di contenuto di aerosol.

Le parti sperimentali verranno precedute da cenni introduttivi sulle onde elettromagnetiche e dalla descrizione degli strumenti utilizzati.

### **LABORATORIO LASER**

Verranno introdotti i fenomeni ondulatori della luce ottenuti con luce laser:

- diffrazione da fenditure;
- interferenza da due fenditure (esperimento di Young);
- interferenza multipla da reticolo presente in CD e in DVD.

Verrà effettuata la misura del diametro di un capello con la tecnica della diffrazione.

Verranno effettuate alcune esperienze dimostrative con un laser ad argon.

### **LABORATORIO DI ASTROFISICA**

Visita al laboratorio Larix A

Verrà proposta agli studenti una breve introduzione teorica sulle possibilità di osservazione del cielo nelle diverse bande, con particolare attenzione alla banda X.

Presso il laboratorio Larix A verranno illustrate le attività di ricerca nel campo della focalizzazione dei raggi X astronomici e verrà mostrato il laboratorio con le attività in corso.

### **LABORATORIO DI FISICA SUB-NUCLEARE**

Verrà fatta agli studenti un'introduzione al mondo microscopico, in particolare alle particelle elementari;

cenni di relatività ristretta, decadimento e vita media dei muoni.

Gli studenti hanno potranno visitare il laboratorio di fibre ottiche dove verranno illustrati i metodi di rivelazione dei raggi cosmici.

### **LABORATORIO DI ARCHEOMETRIA**

Lo stage di Archeometria si svolge in tre distinti laboratori:

Nel LABORATORIO DI ARCHEOMETRIA si eseguono le diagnostiche per immagini di ogni dipinto o, più in generale, di ogni bene culturale che viene sottoposto al nostro esame.

È qui che, grazie alle tecniche di luce radente, fluorescenza ultravioletta e riflettografia infrarossa, si decide il successivo *iter* diagnostico. la documentazione per immagini è il primo passo, anche la riflettografia infrarossa a banda estesa viene eseguita qui, come estensione delle tecniche precedenti.

### **LABORATORIO LARIX-A – APPLICAZIONI AI BENI CULTURALI**

in questo laboratorio destinato alle applicazioni delle radiazioni ionizzanti in campo medico, astrofisico e artistico, una tecnica radiografica digitale – la radiografia differenziale sul K-edge – viene impiegata per ottenere la mappa di un elemento chimico in uno strato pittorico. Da questa si traggono informazioni utili sui materiali pittorici usati dall'artista e sulla tecnica di esecuzione.

## **LABORATORIO LARIX-B – APPLICAZIONI AI BENI CULTURALI**

Anche in questo laboratorio, schermato dall'esterno con un terrapieno per consentire l'uso di radiazioni di elevata energia, viene usata un'apparecchiatura per applicazioni in campo storico-artistico. La radiografia di dipinti di grandi dimensioni viene infatti eseguita con uno scanner digitale.

## **LABORATORIO DI MATERIALI MAGNETICI**

Verranno illustrati i concetti base relativi allo studio dei materiali magnetici nanostrutturati, utilizzati nell'ambito della magnetoelettronica (memorie di massa, dispositivi di spintronica).

L'attenzione verrà diretta in particolare verso strati sottili ("film", il cui spessore è dell'ordine di qualche decina di nanometri) e nanoparticelle di materiali magnetici.

Dopo un'introduzione teorica al magnetismo, all'interno della quale verrà anche descritta la possibilità di calcolare la distribuzione degli spin all'interno delle nanostrutture, gli studenti potranno partecipare ai seguenti esperimenti di laboratorio:

- 1) preparazione di film sottili e misura del loro ciclo di isteresi, tramite magnetometria MOKE o SQUID;
- 2) misura delle dimensioni e delle proprietà magnetiche di nanoparticelle, tramite microscopia a forza atomica (AFM) e microscopia a forza magnetica (MFM).

## **LABORATORIO DI VUOTO E SPETTROMETRIA DI MASSA**

Verranno illustrati i concetti base della tecnologia del vuoto e le sue applicazioni nella fisica.

Dopo una descrizione teorica delle tecniche di produzione del vuoto e delle tecniche di misura delle pressioni, si osserverà la composizione dei gas, che rimangono nel vuoto mediante la spettrometria di massa (spettrometro di massa a quadrupolo).

Gli studenti saranno invitati a comprendere la misura della pressione totale e parziale in vuoto.

Si potranno osservare qualitativamente gli spettri di massa di un gas noto e osservare la frammentazione di molecole di un vapore nel sistema da vuoto.