



FISICA

Progetto
lauree
scientifiche



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI MODENA E REGGIO EMILIA

DIPARTIMENTO DI FISICA



Progetto
Lauree
Scientifiche



nanoStructures and bioSystems
at Surfaces

Coordinatore nazionale per la Fisica

Josette Immè

Coordinatore per la Fisica dell'Università di Modena e Reggio Emilia

Franca Manghi

In collaborazione con

Centro Nazionale di Ricerca CNR-INFM S3

Ufficio Scolastico Regionale dell'Emilia Romagna

www.physicscom.unimore.it

Il progetto Lauree Scientifiche è un'iniziativa promossa dal Ministero dell'Università e della Ricerca, dal Ministero della Pubblica Istruzione, dalla Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e da Confindustria con l'obiettivo di avvicinare i giovani alle scienze di base: chimica, fisica, matematica.

Il punto di partenza è la consapevolezza che la nostra società per il suo sviluppo ha sempre più bisogno di professionisti con una formazione scientifica. Queste professionalità scientifiche sono oggi indispensabili sia per mantenere la capacità d'innovazione delle imprese che per rafforzare una cultura scientifica diffusa indispensabile per affrontare le questioni scientifiche che sempre di più influiscono sulle scelte strategiche del paese.

Il Progetto Lauree Scientifiche promuove azioni su più livelli, mirate ad accompagnare gli studenti dagli ultimi anni di formazione scolastica sino alle scelte della carriera universitaria e post-universitaria.

3

Progetto Lauree Scientifiche per la Fisica a Modena e Reggio Emilia

Il Dipartimento di Fisica dell'Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia partecipa al progetto "Lauree Scientifiche" con tre tipi di iniziative.

Laboratori

Sono stati allestiti laboratori didattici sulla fisica moderna e le nanoscienze nei quali gli studenti possono avvicinarsi attraverso "percorsi facilitati" ai principi di base e alle tecniche della ricerca più attuale.

Conferenze ed eventi culturali

La divulgazione scientifica e la disseminazione dei risultati della ricerca sono indispensabili per favorire le vocazioni scientifiche e garantire una coscienza civile informata su questioni generali di scienza a tecnologia. Questo è lo scopo di conferenze e iniziative culturali rivolte agli studenti e al grande pubblico.

Stage

I laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica e del Centro Nazionale di Ricerca CNR-INFM S3 ospitano tirocini formativi della durata di alcuni giorni. Gli studenti sono coinvolti in esperimenti o simulazioni al computer collegati alle attività di ricerca del laboratorio. I giovani acquisiscono consapevolezza di che cosa fanno effettivamente i ricercatori e la ricerca è presentata come una possibilità di carriera professionale stimolante.

OBIETTIVI DEL PROGETTO

La fisica della materia e i suoi più recenti sviluppi nella direzione delle nanoscienze e delle nanotecnologie costituiscono un importante strumento per stimolare l'interesse dei giovani nei confronti della fisica, correggendone anche alcuni pregiudizi. La fisica viene infatti vista dai ragazzi qualche volta come pura astrazione, altre volte come semplice tecnologia. Le nanoscienze sono il punto d'incontro fra scienza di base e innovazione: gli effetti quantistici dominano il nano-cosmo dando origine a fenomeni e proprietà nuovi le cui applicazioni segnano la nuova frontiera tecnologica. Nel Dipartimento di Fisica dell'Università di Modena e Reggio Emilia sono presenti competenze scientifiche di alto livello in questo settore; il primo obiettivo di questo progetto è quello di **orientare** i ragazzi verso la scelta del corso di studi universitari, mettendoli a contatto con un settore di ricerca estremamente ricco e stimolante.

La **promozione della fisica** è il secondo obiettivo. La scelta di una carriera scientifica dipende in gran parte dalla consapevolezza dell'importanza e del fascino della scienza. Alla diffusione di questa consapevolezza sono dedicati le conferenze e gli eventi di divulgazione compresi in questa iniziativa.

Il terzo obiettivo è di rafforzare i **contatti con i docenti della scuola secondaria**, attraverso l'ideazione e la realizzazione congiunta di singoli progetti, anche in collaborazione con gli iscritti alla Scuola di Specializzazione per l'Insegnamento Secondario, e attraverso corsi di aggiornamento tematici.

LABORATORI

- 6 Microscopia ottica ed elettronica
- 7 Pinze ottiche: luce per intrappolare le molecole
- 8 Dall'effetto fotoelettrico alla spettroscopia di fotoemissione
- 9 Laboratorio Virtuale
"Fisica per le mie orecchie"

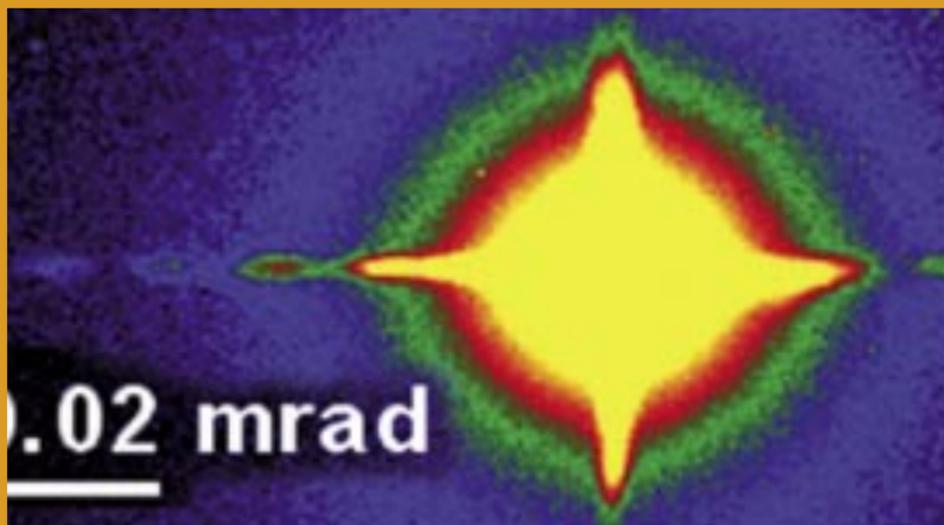
CONFERENZE ED EVENTI

- 10 Il mestiere del fisico
- 11 Quattro serate con la fisica
- 12 Frontiere della fisica Moderna

STAGE

- 14 Laboratorio di Fisica della materia
- 14 Laboratorio di Fisica Applicata
- 14 Laboratorio di Fisica Teorica Computazionale
- 14 Laboratorio di Biofisica

MICROSCOPIA OTTICA ED ELETTRONICA



6

Una serie di esperimenti eseguiti direttamente dagli studenti che partendo dalla dimostrazione dei principi fondamentali dell'ottica conducono all'interferenza e alla diffrazione per arrivare ai principi di funzionamento del microscopio elettronico a trasmissione (TEM).

La natura ondulatoria degli elettroni è approfondita attraverso due esperimenti: il primo consiste in un apparato per la dimostrazione della diffrazione degli elettroni da un policristallo; il secondo è la versione moderna dell'esperimento di Young della interferenza degli elettroni realizzata attraverso una doppia fenditura di dimensioni micrometriche. La doppia fenditura è costruita con le moderne tecniche di nano-fabbricazione che utilizzano fasci ionici focalizzati (FIB). L'attività comprende una visita al laboratorio TEM del Centro Grandi Strumenti dell'Università di Modena e Reggio Emilia.

Referente	S. Frabboni > frabboni.stefano@unimore.it
Tipologia di attività	Corsi sperimentali di laboratorio per studenti
Parole Chiave	Fisica Moderna, Nanoscienze e nanotecnologie
Metodologie	Laboratorio sperimentale partecipato

PINZE OTTICHE: LUCE PER INTRAPPOLARE LE MOLECOLE



Immaginate uno spago dello spessore di un milionesimo di millimetro e lungo qualche decimo di millimetro. Supponete di voler misurare la sua robustezza, o la sua lunghezza, o anche solo afferrarlo e muoverlo. Come fare? Quando questo spago è una molecola di DNA si usano delle "pinze ottiche".

La tecnica delle pinze ottiche consente di intrappolare e manipolare oggetti di dimensioni nano e micrometriche utilizzando un fascio di luce laser fortemente focalizzato. L'oggetto immobilizzato risulta attirato verso il centro della trappola configurando così una molla in grado di misurare forze piccolissime, dell'ordine del piconewton.

Nell'attività di laboratorio viene illustrato il particolare set-up utilizzato per la realizzazione della trappola ottica e sono forniti gli strumenti teorici per comprenderne il funzionamento.

Gli studenti sono direttamente coinvolti nella misura della costante elastica delle pinze e utilizzano le pinze ottiche per determinare la forza di trascinamento viscoso agente su una sferetta intrappolata. Affrontano così in modo innovativo alcuni concetti fondamentali della fisica quali le forze elastiche, il principio di equipartizione dell'energia, la pressione di radiazione.

Referente	A. Alessandrini > alessandrini.andrea@unimore.it
Tipologia di attività	Corsi sperimentali di laboratorio per studenti
Parole Chiave	Fisica Moderna, Nanoscienze e nanotecnologie
Metodologie	Laboratorio sperimentale partecipato



DALL'EFFETTO FOTOELETTRICO ALLA SPETTROSCOPIA DI FOTOEMISSIONE



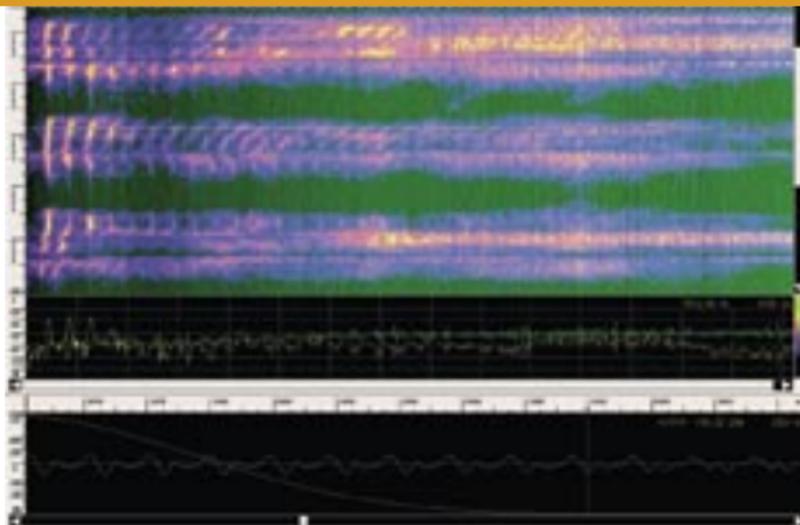
Partendo dalla dimostrazione sperimentale dell'effetto fotoelettrico si arrivano ad illustrare le spettroscopie elettroniche basate sulla fotoemissione con raggi X e con luce ultravioletta. In laboratorio gli studenti sono coinvolti, nella fase di acquisizione e elaborazione dei dati, nella osservazione dell'effetto fotoelettrico e nella misura della costante di Planck. L'esperimento permette di discutere i fondamenti dell'interazione tra luce e materia e di introdurre importanti concetti della fisica quantistica, quali la quantizzazione dell'energia e il dualismo onda-corpuscolo.

Le applicazioni della spettroscopia di fotoemissione allo studio delle proprietà chimiche e fisiche della materia sono illustrate durante una visita ai laboratori di ricerca del Dipartimento.

Sono possibili diversi percorsi didattici: un percorso dedicato ai trienni dei Licei in cui l'enfasi è sulla comprensione dei meccanismi di interazione fra radiazione e materia e sugli aspetti storici ed epistemologici; un percorso dedicato agli Istituti Tecnici in cui sono introdotte le proprietà elettroniche fondamentali della materia (struttura a bande dei solidi) e le applicazioni tecnologiche delle spettroscopie di fotoemissione; infine un percorso dedicato ai bienni con l'obiettivo di introdurre, seppure in modo non rigoroso, alcuni concetti fondamentali della fisica moderna e di applicare ad un esperimento sofisticato le nozioni di base di pratica di laboratorio e di analisi delle misure utilizzate nei laboratori scolastici.

Referente	V. De Renzi > derenzi.valentina@unimore.it
Tipologia di attività	Corsi sperimentali di laboratorio per studenti
Parole Chiave	Fisica Moderna, Nanoscienze e nanotecnologie
Metodologie	Laboratorio sperimentale partecipato

LABORATORIO VIRTUALE “FISICA PER LE MIE ORECCHIE”



Molti fenomeni appartenenti a campi più disparati presentano le caratteristiche comuni del moto ondulatorio. L'acustica musicale è lo strumento ideale per comunicare in modo immediato anche le caratteristiche più astratte della fisica delle onde. È quindi possibile utilizzare la musica come tramite verso i concetti della fisica e la fisica come strumento per la comprensione dei fenomeni musicali.

Attraverso la collaborazione di ricercatori del Centro Nazionale di Ricerca CNR-INFM S3, docenti delle scuole superiori e musicisti, è stato realizzato un prodotto multimediale contenente filmati, applet didattici interattivi, immagini e animazioni che costituiscono un vero e proprio laboratorio virtuale per la fisica ondulatoria. Sono previsti percorsi didattici guidati.

Per muoversi attraverso i diversi livelli di approfondimento è prevista una lezione introduttiva dal vivo che può essere svolta o presso il dipartimento di fisica o presso la scuola interessata. Per la sua natura virtuale il laboratorio può essere poi utilizzato direttamente in classe.

Referente	Carlo Andrea Rozzi > rozzi@unimore.it
Tipologia di attività	Laboratorio virtuale
Parole Chiave	Onde, Musica
Metodologie	Ipertesto, animazioni, filmati, applet interattivi

IL MESTIERE DEL FISICO



10

conferenze ed eventi

Quali professioni può svolgere un laureato in fisica? Qual è la sua collocazione nel mondo del lavoro? Ogni anno il Dipartimento di Fisica e il Corso di Laurea in Fisica organizzano un incontro di due giorni dedicato alle professioni legate alla formazione in fisica ed alle nuove frontiere scientifiche e professionali. Giovani laureati in fisica, inseriti stabilmente nel mondo del lavoro, raccontano la propria attività professionale ed il ruolo che la formazione in fisica ha avuto nel proprio ambito lavorativo. Ad alcuni studenti delle scuole superiori è inoltre data la possibilità di “provare” per un pomeriggio una delle professioni illustrate sotto la guida di un esperto.

Carriere di successo nella ricerca avanzata, nell’editoria scientifica, nella finanza, nella ricerca industriale, nella scuola, nelle applicazioni forensi, nella sanità, nelle scienze spaziali, nell’informatica, nel sistema europeo dei brevetti, sono alcuni degli esempi affrontati nelle edizioni passate.

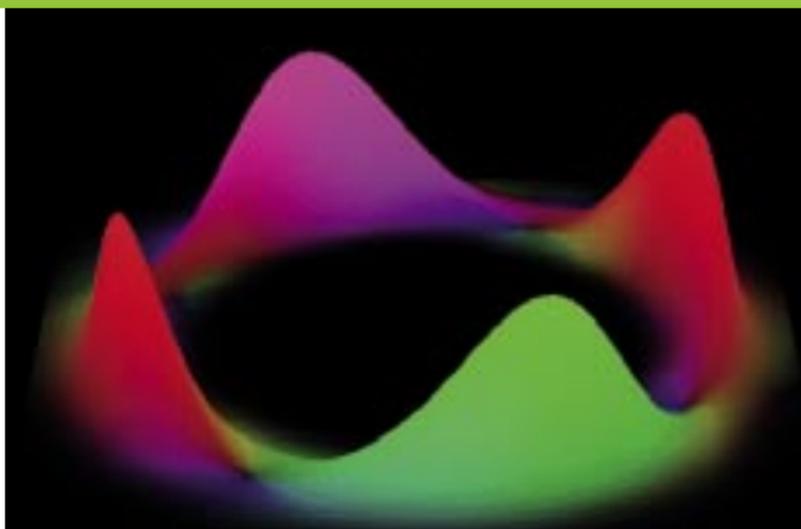
Contatti:

gli incontri vengono pubblicizzati con largo anticipo presso le scuole e sul sito www.physicscom.unimo.it.

Per chiedere di ricevere il calendario dell’iniziativa via e-mail, spedire un messaggio a info.physicscom@unimore.it

Referente	Guido Goldoni > goldoni.guido@unimore.it
Tipologia di attività	Esperienze dimostrative e conferenze
Parole Chiave	Fisica moderna, mondo del lavoro
Metodologie	Lezione in aula

QUATTRO SERATE CON LA FISICA



Ogni anno i fisici dell'Università di Modena e Reggio Emilia organizzano un ciclo di quattro conferenze serali rivolte a studenti e insegnanti delle scuole secondarie e alla cittadinanza in cui si affrontano con taglio divulgativo temi di fisica contemporanea. Dopo il successo della prima edizione che si è svolta nel 2005 in occasione delle celebrazioni dell'anno mondiale della fisica, questo ciclo di conferenze è divenuto un appuntamento stabile che si svolge nella tarda primavera. Nell'arco di quattro serate, fra aprile e giugno, nell'affascinante contesto del Palazzo dei Musei, si affrontano le grandi questioni della fisica contemporanea, scegliendo ogni anno un tema diverso, dalla fisica di Einstein, al mondo dei quanti, ai fenomeni irreversibili e la freccia del tempo.

Contatti:

gli incontri vengono pubblicizzati con largo anticipo presso le scuole e sul sito www.physicscom.unimo.it.

Per chiedere di ricevere via e-mail il calendario dell'iniziativa o richiedere i filmati delle edizioni precedenti, spedire un messaggio a info.physicscom@unimore.it

Referente	Franca Manghi > manghi.franca@unimore.it
Tipologia di attività	Esperienze dimostrative e conferenze
Parole Chiave	Fisica moderna
Metodologie	Lezione in aula

FRONTIERE DELLA FISICA MODERNA



Contatti: collegarsi al sito www.physicscom.unimo.it, selezionare "seminari" e seguire le istruzioni per prenotare via e-mail il seminario desiderato

Referente	Guido Goldoni > goldoni.guido@unimore.it
Tipologia di attività	esperienze dimostrative e conferenze
Parole Chiave	fisica moderna
Metodologie	Lezione in aula

I ricercatori del Dipartimento di Fisica e del Centro Nazionale di Ricerca CNR-INFM S3 offrono una serie di seminari/lezioni su temi di fisica contemporanea e sulle tecnologie più avanzate originate dalla ricerca in fisica. I seminari possono essere prenotati singolarmente e possono essere abbinati ad una visita ai laboratori di ricerca del Dipartimento di Fisica e del Centro Nazionale di Ricerca sulle Nanoscienze e le Nanotecnologie CNR-INFM S3. I seminari possono tenersi sia presso il Dipartimento di Fisica sia presso la scuola che li richiede, in una data da concordare direttamente con i relatori. I seminari disponibili sono:

- **Marco Affronte**
La materia in condizioni estreme:
basse temperature - verso lo zero assoluto
- **Carlo Jacoboni**
La meccanica quantistica tra scienza e filosofia
- **Paolo Facci**
Le frontiere della Biofisica:
a tu per tu con le singole molecole
- **Carlo Maria Bertoni**
Spazio-tempo, materia e campi nella fisica moderna
- **Rossella Brunetti**
Il LASER: la luce pura dagli atomi
- **Rossella Brunetti**
Le nuove frontiere della fisica dei semiconduttori:
verso i dispositivi del terzo millennio
- **Guido Goldoni**
Dalla meccanica quantistica alla tecnologia:
uno sguardo sulle nanoscienze
- **Sergio D'Addato**
Luce pregiata: la radiazione di sincrotrone
e il suo potere investigativo nello studio della materia

Una lista aggiornata dei seminari proposti è consultabile sul sito: www.physicscom.unimo.it.



STAGE

14

stage



Proviamo a fare il fisico con uno stage presso un laboratorio di ricerca. In questi laboratori i ricercatori svolgono quotidianamente i loro esperimenti per indagare il comportamento elettrico, magnetico, meccanico ed ottico dei materiali. Altri ricercatori progettano e sintetizzano nuovi materiali da sfruttare nelle tecnologie più avanzate. Altri infine formulano dei modelli matematici della materia e ne elaborano al computer il comportamento, confrontando i risultati delle loro simulazioni con i dati degli esperimenti.

Gli allievi delle scuole superiori possono effettuare uno stage della durata di alcuni giorni presso un laboratorio del Dipartimento di Fisica della Università di Modena e Reggio Emilia o del Centro Nazionale di Ricerca CNR-INFN S3. Durante lo stage sono svolte attività sperimentali o simulazioni al computer direttamente collegate alle attività di ricerca sotto la guida di un fisico. Normalmente le attività sono svolte in piccoli gruppi di due/tre allievi.

Contatti:

Collegarsi al sito www.physicscom.unimo.it, selezionare "stage" e seguire le istruzioni per prenotare via e-mail lo stage desiderato

Referente	V. De Renzi derenzi.valentina@unimore.it
Tipologia di attività	Stage presso laboratori di ricerca
Parole Chiave	Fisica moderna
Metodologie	Laboratorio sperimentale partecipato

I LABORATORI CHE ACCETTANO STAGISTI SONO:

Laboratorio di Fisica della materia

Spettroscopia Auger e XPS

(Alessandro di Bona)

Microscopia a effetto tunnel

(Paola Luches)

Spettroscopie di fotoemissione

(Valentina De Renzi)

Microscopia elettronica

(Federico Corni)

Laboratorio di Fisica Applicata

Comportamento termico, elettrico, meccanico dei materiali

(Bruno Morten)

Misure di attrito e usura

(Sergio Valeri)

Laboratorio di Fisica Teorica Computazionale

Modelli matematici nella simulazione di fenomeni magnetici

(Guido Goldoni),

Modellizzazione tridimensionale di macromolecole

(Rossella Brunetti)

Laboratorio di Biofisica

Microscopia a forza atomica su nanostrutture

di origine biologica

(Andrea Alessandrini)

La partecipazione allo stage **va richiesta da un insegnante** degli allievi interessati. È previsto un incontro preliminare di carattere informativo con l'insegnante e gli studenti in cui verrà descritta l'attività e sarà distribuito materiale didattico da elaborare prima dell'inizio dell'attività.





www.physicscom.unimore.it