

## 2013 e 2014

**Transizioni di fase: aspetti termodinamici e cinetici in transizioni di fase cristallo-cristallo, sol-gel, decomposizione spinodale nei materiali polimerici** Prof. Finizia Auriemma  
Vengono illustrate le tecniche principali per lo studio delle transizioni di fase con particolare attenzione alle tecniche di scattering elastico al basso ed alto angolo. Vengono illustrati esempi in cui dallo studio strutturale delle transizioni di fase indotte da campi meccanici esterni e/o dalla temperatura è possibile razionalizzare le proprietà macroscopiche dei polimeri.

**Reattori Chimici per la Conduzione di Processi Solido-Gas Finalizzati alla Produzione di Energia** Prof. Fabio Montagnaro  
Rilevanza dei processi solido-gas nel panorama socio-economico/energetico internazionale. Biomasse e carbone: generalità, analisi tecnica ed elementare. Processi di termoconversione (combustione/gassificazione) per biomasse e carbone. Reattori a letto fisso, condizioni di minima fluidizzazione, reattori a letto fluidizzato bollenti e circolanti. Teoria della fluidizzazione delle due fasi, fenomeni di trascinamento ed elutriazione. Combustori a letto fluidizzato: caratteristiche, desolforazione in situ, riattivazione dei sorbenti esausti. Gassificazione di biomasse e carbone per la produzione di syn-gas: generalità, reattori a letto fluidizzato ed a flusso trascinato. Cicli combinati. Cattura di CO<sub>2</sub> mediante processi di ossicombustione, di chemical looping e di calcium looping. Reimpiego di residui solidi generati durante processi di combustione/gassificazione.

### **Chimica degli Amminoacidi** Prof. Luigi Longobardo

Chimica e Biologia. Chiralità. Mondo alfa. Strutture secondarie di alfa-peptidi. Chimica dei gruppi protettivi. Reagenti di coupling peptidico. Sintesi in fase solida: Supporti e Linker. beta-amminoacidi e omologhi superiori di alfa-amminoacidi. Omologazione di alfa-amminoacidi. Strutture secondarie di beta e gamma-peptidi. Metabolismo della metionina. Utilizzo sintetico degli intermedi del processo di omologazione: beta-Iodoammine N-protette. Amminoacidi non naturali contenenti Zolfo e Selenio. Amminoacidi CyX e SeX. Famiglie di Cistationine e di Omocisteine. Amminoacidi non naturali derivati dalla Prolina. Chimica Peptidomimetica. Sintesi chimica di proteine.

## **Bio-cristallografia: stato dell'arte e prospettive Prof. Filomena Sica**

Contenuti: Il corso illustrerà i principi della cristallizzazione delle proteine e i metodi cristallografici di determinazione strutturale di bio-macromolecole più comunemente utilizzati. Questi argomenti sono molto interessanti ed utili sia per il rapido sviluppo della biologia strutturale che per la carenza di conoscenze di cristallografia di molti giovani ricercatori. In particolare, gli studenti impareranno (a) a trovare ed usare le informazioni relative alle strutture di macromolecole biologiche presenti nelle banche dati, (b) a verificare la qualità dei modelli strutturali, (c) ad usare i programmi di grafica molecolare per l'analisi di strutture di bio-macromolecole. Il corso sarà organizzato in 4 lezioni frontali di due ore ciascuna ed una sessione pratica di 4 ore.

## **Chimica Fisica degli Acidi Nucleici Prof. Concetta Giancola e Dott. Luigi Petraccone**

Contenuti: Il corso è centrato sulle applicazioni dei principi della chimica fisica allo studio degli acidi nucleici e dei loro complessi con proteine. Gli argomenti includono: esempi di studi chimico-fisici sulla struttura degli acidi nucleici e dei loro complessi con proteine; la termodinamica e la cinetica dell'interazione tra proteine ed acidi nucleici; interazioni tra leganti e acidi nucleici; sviluppo di tecniche chimico-fisiche sperimentali e teoriche/computazionali per lo studio degli acidi nucleici e dei loro complessi.

## **Metodi spettroscopici per lo studio di membrane biologiche. Prof. Gerardo D'Errico**

Contenuti: Dopo un breve richiamo dei fondamenti fisici della spettroscopia di risonanza paramagnetica elettronica (EPR), il corso esamina in dettaglio le applicazioni di tali tecniche allo studio della struttura e della dinamica di doppi strati lipidici, nonché della loro interazione con macromolecole di interesse biologico.

## **Struttura e flessibilità di proteine: dalla cristallografia ai metodi**

## **computazionali Prof. Antonello Merlino**

Contenuti: Gli aspetti dinamici giocano un ruolo essenziale nella determinazione delle funzioni biologiche di una proteina. I movimenti delle proteine spaziano in intervalli di tempo molto diversi: le fluttuazioni termiche avvengono in una scala di tempi che va dai pico- ai nanosecondi, le variazioni conformazionali nella scala di tempi dei millisecondi. Per studiare le proprietà dinamiche delle proteine sono state sviluppate numerose tecniche sperimentali e molti metodi computazionali. Tuttavia, eseguire misure dirette dei movimenti molecolari delle proteine è ancora laborioso e le informazioni ottenute sono ancora limitate. Il corso di dottorato discuterà approcci innovativi per ottenere informazioni sulla flessibilità delle proteine a partire dai dati cristallografici. Inoltre, durante il corso verranno descritte le più recenti metodologie computazionali utilizzate per la descrizione dello spazio conformazionale accessibile alle strutture proteiche.

## **Metodi avanzati per la caratterizzazione strutturale di biomolecole mediante NMR Prof. Delia Picone e Dott. Roberta Spadaccini**

Contenuti: Requisiti e limiti della determinazione della struttura in soluzione di proteine mediante NMR multidimensionale. Principali esperimenti NMR multidimensionali (omo/eteronucleari) utilizzati per la determinazione della struttura e delle proprietà dinamiche di proteine. Principali parametri, loro derivazione e utilizzo. Recenti sviluppi e applicazioni agli studi strutturali e alle interazioni fra biomolecole.

## **Applicazione dell'analisi conformazionale allo studio strutturale dei polimeri sintetici Prof. Beniamino Pirozzi**

Contenuti: Costituzione, configurazione, conformazione; Coordinate interne; Calcolo dell'energia interna; Meccanica molecolare; Gruppi di simmetria lineari; Polimorfismo; Struttura cristallina di poliolefine; Struttura cristallina di polidieni.

## **Corso di Glicoscienza per il Dottorato in Scienze Chimiche Prof. Michelangelo Parrilli e Dott. Emiliano Bedini**

Contenuti: Il corso in Glicoscienza ha lo scopo di mostrare il ruolo giocato dai carboidrati e dai glicoconiugati nel campo della biomedicina, dell'industria dei nuovi materiali, dell'alimentazione e dell'energia. Il corso consta di due parti. Nella prima vengono descritti i polisaccaridi naturali, le loro proprietà, le funzioni e le applicazioni in campi industriali nonché vengono descritte le strutture e le funzioni dei glicoconiugati nei sistemi biologici. La seconda riguarda la reattività chimica dei carboidrati, con particolare attenzione alle reazioni volte alla sintesi di oligo- e polisaccaridi d'interesse in campo biologico e biomedico.

### **La fotochimica: principi e applicazioni Prof. Maria Rosaria Iesce**

Contenuti: Introduzione ai principi generali. Proprietà degli stati elettronici eccitati. Processi di disattivazione. Processi bimolecolari di spegnimento di stati elettronici eccitati. Resa Quantica. Metodi e Tecniche sperimentali. Fluorimetria: spettri di emissione e di eccitazione. La chimica degli stati eccitati (alcheni, composti carbonilici, aromatici). L'ossigeno singoletto. La fotochimica e la sintesi organica. Applicazioni della fotochimica in campo biomedico ed ambientale. La fotochimica e i beni culturali.

### **Sintesi, struttura ed utilizzazione di oligonucleotidi naturali e modificati Prof. Daniela Montesarchio**

Contenuti: Chimica e struttura degli acidinucleici. Principali conformazioni del DNA naturale. Sintesi chimica di oligodeossiribo- ed oligoribonucleotidi. Sintesi in fase solida: metodo del fosforamidito e dell'H-fosfonato. Purificazione di oligonucleotidi e loro caratterizzazione. Sintesi di oligonucleotidi coniugati e/o modificati: principali modificazioni alle estremità 5'e/o 3'; modificazioni del legame internucleosidico; modificazioni dell'unità ribosidica e delle nucleobasi. Gli oligonucleotidi come agenti terapeutici: strategia antisense/antigene; aptameri. Conformazioni non usuali degli acidi nucleici: strutture triplex e quadruplex del DNA. I PNA (Peptide Nucleic Acids) e le chimere DNA/PNA.

### **Origine della Chiralità e Sintesi Asimmetrica Prof. Giovanni**

**Palumbo** Esistono pochi casi in cui un problema irrisolto come l'origine della Chiralità nelle molecole della vita sia stato oggetto di un enorme numero di

approcci e che in molti casi le teorie per spiegarlo derivino da un così alto numero di differenti prospettive. Anche dopo più di 150 anni di discussioni il problema della origine della Chiralità e della Omochiralità continua ad essere unostimolante interrogativo tuttora aperto. La Chiralità e la Omochiralità possono essere considerati due dei principali presupposti su cui è basata la Vita. La Chiralità è spesso trascurata nelle discussioni teoriche o sperimentali concernenti l'origine della Vita, ma la presenza ubiquitaria di building block omochirali nei sistemi biologici conosciuti impone delle spiegazioni. In questo breve corso saranno discusse alcune delle principali teorie sulla origine della chiralità e della omochiralità. Inoltre verranno esaminati i criteri generali di Sintesi Asimmetrica per la progettazione e la preparazione di molecole chirali complesse con particolare riferimento a molecole di interesse biologico come carboidrati ed amminoacidi.

**Struttura, conformazione e dinamica di oligo-polisaccaridi bioattivi: Approccio teorico e sperimentale (8 hours) Prof. Antonio Molinaro**

**Corso avanzato di spettrometria di massa Prof. Piero Pucci** Introduzione alla Spettrometria di Massa: Profilo Isotopico; Risoluzione ed Accuratezza. Metodi di Ionizzazione: Ionizzazione Elettronica (EI); Sorgente ad Electrospray (ESI); Sorgente MALDI (Matrix Assisted Laser Desorption Ionization). Analizzatori di Massa: Quadrupolo; Time of Flight (TOF); Trappola Ionica; Trappola Ionica Lineare (LIT); Orbitrap; Ion Mobility Mass Spectrometry. Tandem Mass Spectrometry: Collision Induced Dissociation (CID); Tandem nello Spazio; Tandem nel Tempo; Product Ion Scan; Strumenti per Spettrometria di Massa Tandem: Triplo Quadrupolo; TOF-TOF; Trappola Ionica; Tandem MSn. Trappola Ionica Lineare; Orbitrap; Frammentazione di peptidi; Sistemi Integrati: GC-MS ed LC-MS; Select Ion Monitoring (SIM); Analisi LC-MS/MS; Modalità Analisi MS/MS: Precursor Ion Scan (PIS); Neutral Loss Scan (NLS); Select Reaction Monitoring (SRM); Multiple Reaction Monitoring (MRM). Analisi quantitativa mediante Tandem Mass Spectrometry.

Anno 2014:

Le lezioni sono previste da lunedì 30/06/2014 a venerdì 04/07/2014 dalle ore 9.00 alle ore 11.00, nell'Aula COB1

Il corso è aperto a tutti i laureati e laureandi interessati.

**Analisi strutturale di materiali su scala nanometrica tramite diffusione di raggi X al basso angolo.** Prof. Finizia Auriemma il corso si articola in un modulo di 8 ore di lezioni frontali e di 8 ore di lezioni di laboratorio/analisi dati. Si illustrano i fondamenti della diffusione elastica della radiazione elettromagnetica al basso angolo, per lo studio di sistemi nanostrutturati. Programma Vettore di scattering ed Equazioni di base dello scattering elastico. Concetto di funzione di autocorrelazione della densità di particelle diffondenti e di Pair distribution function. Relazione tra sezione d'urto differenziale di scattering e funzione di autocorrelazione della densità particellare. Invariante di scattering. Diffusione dei raggi X, neutroni e luce. Intensità assoluta e intensità relativa (2 ore) Leggi fondamentali dello scattering al basso angolo: Principio di Babinet. Legge di Guinier e legge di Porod. Forward scattering. Scattering al basso angolo da parte di particelle monodisperse ed isolate. Sistemi concentrati. Sistemi bifasici e studio delle interfacce. Concetto di frattale, Power laws ed esponenti critici. (4 ore) Esempi di sistemi nanostrutturati. Catena Gaussiana e catena espansa. Gel polimerici. Sistemi nanoporosi (cemento e gel di silice). Sospensioni di nanoparticelle metalliche. Copolimeri a blocchi e nanostrutture (2 ore). Le esercitazioni pratiche saranno concordate con gli studenti eventualmente su sistemi di comune interesse. Si prevede una esercitazione pratica volta alla collezione dei dati e al data reduction ed una esercitazione numerica in cui i dati raccolti sono interpretati in termini delle leggi di base dello scattering al basso angolo. Il corso si conclude con un seminario tenuto da ciascun dottorandi su argomenti trattati durante il corso a scelta dello studente. Il corso si terrà nel mese di settembre in date da concordare con la docente. L'iscrizione al corso avverrà per posta elettronica presso l'indirizzo: auriemma@unina.it.

**Le tecniche di estrazione solido-liquido impiegate nella preparazione del campione per l'analisi chimica e nella produzione di estratti per usi industriali.** (4 lezioni da due ore ciascuna) Prof. Daniele Naviglio il corso si propone di fornire ai dottorandi una conoscenza abbastanza approfondita delle tecniche di estrazione solido-liquido che vengono impiegate attualmente nella preparazione del campione per svariati tipi di analisi chimiche. Saranno prese in considerazione tutte le tecniche estrattive solido-liquido attualmente conosciute, quali la spremitura, la macerazione (infusione), la percolazione, il Soxhlet, la distillazione in corrente di vapore, l'estrazione in fase supercritica, gli ultrasuoni, l'estrazione pressurizzata o ASE (Accelerated Solvent Extraction), il Naviglio Estrattore (estrazione ciclicamente pressurizzata o estrazione rapida solido-liquido dinamica). Saranno trattati i principi fondamentali su cui si basano i processi di estrazione solido-liquido (diffusione, osmosi, principio di Naviglio). Le stesse tecniche di estrazione

solido-liquido sono attualmente impiegate nella produzione di estratti nei più disparati settori della industria come le bevande, la cosmetica, gli integratori alimentari (prodotti erboristici), la farmaceutica, la produzione di profumi etc.

**Microscopia Raman** Prof. Alessandro Vergarall corso si prefigge di presentare gli aspetti teorici e applicativi della microscopia Raman, nelle sue varianti non stimulate e stimulate. Una breve introduzione sulla teoria della spettroscopia Raman (effetto Raman risonante, CARS, SERS) e di microscopia ottica sarà seguito da alcuni esempi di applicazione della tecnica in modalità imaging.

**Chimica Fisica degli Acidi Nucleici** Prof. Luigi Petracconell corso è centrato sull'applicazione delle tecniche microcalorimetriche (DSC e ITC) e spettroscopiche (CD, UV, Fluorescenza) allo studio degli acidi nucleici. Gli argomenti includono: fondamenti dell'analisi conformazionale degli acidi nucleici; aspetti termodinamici e cinetici delle transizioni conformazionali negli acidi nucleici; interazione tra acidi nucleici e proteine, interazione tra acidi nucleici e piccoli leganti.

**Chimica Fisica dei Nanosistemi** Prof. Luigi Paduanoll corso si prefigge l'obiettivo di fornire i principi generali della chimica supramolecolare e delle sue applicazioni nel campo della chimica, fisica e biologia. Il programma prevede lo studio dei principi base delle molecole anfifiliche e delle nanostrutture da self assembly anfifilico (micelle, liposomi, doppi strati lipidici, nanoparticelle, microemulsioni; microgel e macrogel) e di nanoaggregati responsivi agli stimoli esterni quali temperatura, pH e radiazione elettromagnetica. Saranno presentati alcuni dei metodi chimico-fisici per la caratterizzazione dei nanoaggregati (dynamic light scattering, small-angle neutron scattering, riflettività neutronica, microscopia,

**Ana Munoz Garcia** **Metodi di struttura elettronica per materiali allo stato solido (8 ore)**

Il corso tratterà i più moderni metodi ab initio utilizzati per la predizione delle proprietà chimico-fisiche dei materiali solidi. Le tematiche saranno nello

specifico: (1) struttura, proprietà e funzioni dei materiali solidi; (2) concetti fondamentali della teoria della struttura elettronica e della teoria del funzionale della densità; (3) metodi numerici per descrivere le variabili elettroniche: pseudo-potenziali e set di base; (4) approcci periodici (super-celle) per lo studio del bulk dei materiali e delle loro proprietà di superficie.

**Computational approaches to molecular science (8 hours) Prof. Nadia Rega**

## **Docenti ospitati dalla Scuola (2012)**

**Sull'apporto della modellizzazione in scienza dei materiali allo sviluppo di fonti di energia non tradizionali.**

**Prof. Carlo Adamo** Laboratoire d'Electrochimie, Chimie des Interfaces et Modélisation pour l'Energie, CNRS UMR-7575, Chimie-ParisTech, 11 rue P. et M. Curie, F-75231 Paris Cedex 05 France ed Institut Universitaire de France, 103 Boulevard Saint Michel, F-75005 Paris, France

**Abstract:** Le fonti di energia tradizionali, come quelle che derivano dalla combustione di combustibili fossili, sono responsabili di una parte considerevole delle emissioni dell'inquinamento ambientale e rappresentano una fonte importante di emissioni di gas a effetto serra, come la CO<sub>2</sub>. L'impatto sull'ambiente derivante dalla sostituzione di queste fonti con altre meno inquinanti è evidente, ma richiede un cambiamento nel paradigma della produzione di energia che favorisca lo sviluppo di energie alternative e rinnovabili. Anche se alcune di queste ultime sono già utilizzate per applicazioni su larga scala, ulteriori miglioramenti sono necessari per renderle competitive in termini economici e di efficienza. Lo sviluppo, sintesi, caratterizzazione e applicazioni di nuovi materiali rappresentano un lungo processo che richiede impegno e costi elevati. Un approccio teorico alla scienza dei materiali può sicuramente favorire ed accelerare questo sviluppo. Infatti la comprensione dei processi chimici che sono alla base della produzione di energia dà accesso ad informazioni preziose che possono essere sfruttate per il miglioramento dei processi di produzione dell'energia. Questo approccio sarà illustrato, dopo una breve (ma necessaria) introduzione sui metodi teorici usati, da due esempi

riguardanti le celle fotovoltaiche e quelle a combustibile.

**Studio di emoproteine con funzione protettiva da specie reattive dell'azoto e dell'ossigeno. Dott. Cinzia Verde, Institute of Protein Biochemistry National Research Council**

Contenuti: Nel corso dell'ultimo decennio è stato chiaramente dimostrato che il ruolo delle globine non è esclusivamente quello di trasportare l'ossigeno, ma anche di proteggere le cellule dallo stress ossidativo e nitrosativo. Tali stress provocano, o sono la conseguenza, di molte malattie (in tal senso, esistono prove dirette a sostegno di un aumento dello stress ossidativo nelle malattie di Alzheimer e di Parkinson). Lo stress ossidativo e nitrosativo svolge una parte importante anche nella risposta a cambiamenti ambientali di organismi marini. Poiché la solubilità dell'ossigeno aumenta con il diminuire della temperatura, le specie marine polari che vivono nelle acque fredde antartiche,  $-1.8^{\circ}\text{C}$ , sono continuamente a contatto con alte pressioni parziali di ossigeno e di conseguenza hanno sviluppato specifiche difese durante l'evoluzione. A questo proposito, gli organismi marini, soprattutto batteri e pesci antartici, rappresentano sistemi modello importanti per studiare i meccanismi molecolari di protezione dallo stress ossidativo a cui sono sottoposti in condizioni fisiologiche. Di recente, le globine sono state identificate nei batteri, nei funghi, nelle piante, nei vertebrati e negli invertebrati. Nell'ultimo decennio è stato ampiamente dimostrato che le globine non sono esclusivamente trasportatori di ossigeno, ma anzi presentano una straordinaria flessibilità funzionale. In particolare, alcune globine svolgono l'importante funzione di detossificazione dalle specie reattive dell'ossigeno e dell'azoto (ROS/RNS) (p.es. NO, perossinitrito,  $\text{H}_2\text{O}_2$ ), aiutando a prevenire il danno cellulare. Sia le emoglobine tetrameriche che la mioglobina sono coinvolte in tali processi. L'obiettivo di questo corso è perciò quello di descrivere le proprietà biochimiche, biofisiche e fisiologiche di membri selezionati della superfamiglia delle globine, focalizzando l'attenzione sulla loro reattività con ROS/RNS.

**2011**

**1) Neutron scattering techniques as probe for soft matter ( 8 hours)**Dr. HENRICH FRIELINGHAUS, Julich Centre for Neutron Science (JCNS), Australia.

**2) Introduction to scattering techniques applied to the study of non-crystalline matter**Prof. JOSE' TEIXEIRA, Lab. Léon Brillouin (CEA/CNRS), CEA Saclay, France  
Contents: Scattering techniques are powerful methods for studying structure and dynamics of condensed matter. Complementary of real space observation, the analysis of the scattered intensity gives information about periodicities and coherent arrangements averaging over huge spatial domains. We will focus particularly on neutron scattering because of its large scope of application and accessibility at large facilities. The study of the structure of non-crystalline materials takes advantage of isotopic substitution, namely the replacement of hydrogen by deuterium generating very different interactions. The incoherent scattering, a specificity of neutron scattering, will be presented as a general method to study individual dynamics, particularly in materials containing hydrogen. Examples of applications will be given as well.  
**3) Spettrometria di massa (10 hours)**Prof. PIETRO PUCCI

**4) Applicazione dell'analisi conformazionale allo studio dei polimeri sintetici (8 hours)** Prof. BENIAMINO PIROZZI

**5) Sintesi, struttura ed utilizzazione di oligonucleotidi naturali e modificati (8 hours)** Prof. DANIELA MONTESARCHIO

**6) Applicazione della diffrazione dei raggi X allo studio di materiali polimerici (8 hours)** Prof. VITTORIO PETRACCONI

**7) La catalisi dal laboratorio al processo industriale (8 hours)** Prof. ELIO SANTACESARIA

**8) Fotochimica organica (8 hours)** Prof. MARIA ROSARIA IESCE

**9) Analisi di composti bioattivi mediante Risonanza Magnetica Nucleare (8 hours)**Prof. ORNELLA MAGLIO

**10) Biophysics of nucleic acids (8 hours)**Prof. CONCETTA GIANCOLA, Dr.LUIGI PETRACCONI  
Contents: The course treats the application of physico-chemical principles to the study of nucleic acids and protein-nucleic acid complexes. The course includes: physico-chemical studies on the structure of nucleic acids and protein-nucleic acid complexes; thermodynamic and kinetic analysis of protein-nucleic acid interactions and assembly mechanisms; ligand-nucleic acid interactions; development of experimental physico-chemical and theoretical/computational techniques for the analysis of

nucleic acids and their complexes.

**11) Biocristallografia: stato dell'arte e prospettive (8 hours) Prof. FILOMENA SICA, Dr. ANTONELLO MERLINO**

**12) Dicroismo Circolare e sue Applicazioni (8 hours) Dr. ETTORE CASTIGLIONE**  
Contents: Lo sviluppo delle tecniche di spettroscopia ottica chirale e delle relative tecnologie. Presupposti indispensabili per comprendere il tipo di informazioni che se ne possono trarre e anche le relative limitazioni. Applicazioni del dicroismo circolare per analisi di composti biologici. Non un elenco di esempi, come facilmente ottenibili in letteratura, ma una serie di casi pratici per apprendere come estrarre informazioni corrette dalle misure sperimentali ed evitare i più comuni errori di valutazione, a volte riscontrabili nei dati pubblicati.

**13) Glicoscienza: Carboidrati dalla Biologia ai materiali (16 hours) Prof. MICHELANGELO PARRILLI**

**14) Glicobiologia (8 hours) Prof. MICHELANGELO PARRILLI**  
**15) Metodi Chimico-Fisici per lo studio di membrane biologiche (8 hours) Prof. GERARDINO D'ERRICO**

**16) Sintesi asimmetrica (8 hours) Prof. GIOVANNI PALUMBO**

**17) Struttura e flessibilità di proteine: dalla cristallografia ai metodi computazionali (8 hours) Dr. ANTONELLO MERLINO**

**18) Struttura, conformazione e dinamica di oligo-polisaccaridi bioattivi: Approccio teorico e sperimentale (8 hours) Prof. ANTONIO MOLINARO**

**19) Transizioni di fase: aspetti termodinamici e cinetici in transizioni di fase cristallo-cristallo sol-gel decomposizione spinodale in materiali polimerici (8 hours) Prof. FINIZIA AURIEMMA**

**20) Computational approaches to molecular science (8 hours) Prof. NADIA REGA**