

PRESENTAZIONE DEL DOTTORATO IN MATERIALS FOR HEALTH ENVIRONMENT AND ENERGY

L'accesso a fonti di energia rinnovabili e sostenibili, la conservazione e protezione dell'ambiente e la possibilità di garantire una qualità di vita adeguata ad una popolazione con prospettive di vita media sempre più lunga sono le grandi sfide dell'umanità nel XXI secolo. E' pertanto essenziale per uno sviluppo sostenibile la diffusione di dispositivi e tecnologie che permettano di ridurre i problemi associati con le emissioni inquinanti derivanti dall'utilizzo di combustibili fossili (smog, problemi respiratori, riscaldamento globale) e di nuove terapie atte a migliorare la qualità di vita della popolazione anziana. I materiali hanno un ruolo cruciale per lo sviluppo di tali nuove tecnologie per lo sviluppo sostenibile, in ambito energetico, ambientale e medico.

L'attività del Dottorato in "Materials for Health, Environment and Energy" è fortemente indirizzata verso lo studio di materiali che trovino applicazione in dispositivi per la produzione di energia a basso impatto ambientale, per il monitoraggio dell'ambiente e per dispositivi di carattere biomedicale, con particolare attenzione al settore odontoiatrico.

Lo scopo di questo corso di Dottorato di ricerca è quello di formare figure di esperti nel settore dei materiali per lo sviluppo sostenibile, per applicazioni ambientali, energetiche e mediche che possano trovare occupazione in futuro non solo in campo accademico o della ricerca, ma anche in settori industriali e professionali.

Il Dottorato è articolato in due sezioni tematiche:

- 1) Materiali e Tecnologia per lo sviluppo sostenibile
- 2) Materiali e Tecnologie per l'odontoiatria

Materiali e Tecnologia per lo sviluppo sostenibile

Tematiche di ricerca:

- Celle a combustibile polimeriche, ad ossidi solidi e microbiche (PEMFC, SOFC, MFC). Le celle a combustibile sono dispositivi che trasformano direttamente l'energia chimica del combustibile in energia elettrica. Se accoppiate a dispositivi per la produzione di idrogeno basati sull'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili (quali ad esempio celle elettrolitiche microbiche, MEC, o dispositivi eolici o fotovoltaici), le celle a combustibile rappresentano il nucleo di un sistema completo per la produzione di energia a impatto zero.
- Sensori elettrochimici di gas per il monitoraggio atmosferico e per il controllo delle emissioni degli autoveicoli. Tali dispositivi possono rappresentare un'alternativa a basso costo alle strumentazioni spettroscopiche convenzionali.
- Preparazione e deposizione sotto forma di film sottili di macrocicli tetrapirrollici funzionalizzati per l'utilizzo in sensori chimici per applicazione in controlli di qualità e monitoraggio ambientale.
- Bio-nanotecnologie: sviluppo e studio di materiali biologici o bio-ispirati che presentano modalità di auto-assemblaggio ed interazione che possano essere sfruttati per l'implementazione di nanocongegni o nano strutture da utilizzare in applicazioni biomediche. Tali applicazioni si estendono nel campo della genomica, della proteomica, della medicina rigenerativa, della terapia genica, del rilascio di farmaci, della diagnostica molecolare. Metodiche simulative al computer, che trattano i sistemi molecolari a livello atomico, possono essere utilizzate come strumento per lo studio e la progettazione di bio-nanostrutture innovative.

Materiali e Tecnologie per l'odontoiatria

Tematiche di ricerca:

- Restauri estetici a ridotto impatto biologico. Le lampade a LED rappresentano un mezzo per l'innesco della reazione di fotopolimerizzazione dei materiali compositi. La determinazione della loro potenza effettiva, del loro spettro di emissione e del calore conseguentemente prodotto sono parametri di notevole importanza per determinare i danni potenziali legati al loro utilizzo. Le Resine

Composite e gli Adesivi smalto-dentinali costituiscono il materiale di elezione per molteplici terapie Odontoiatriche. Da una corretta polimerizzazione dipende la stabilità nel tempo del restauro, sia dal punto di vista meccanico che chimico. L'analisi può essere condotta in funzione di: calore prodotto, monomeri residui, effetto del termociclaggio, resistenza a compressione, trazione e usura.

- Proprietà dei materiali ortodontici: Il trattamento ortodontico consente la creazione di una occlusione ideale dal punto di vista estetico e funzionale, promuovendo il miglioramento della salute orale. Lo studio dei materiali tecnologicamente avanzati, nonché la ricerca di nuove metodiche terapeutiche, richiedono oggi sempre meno collaborazione da parte del paziente e tempi di trattamento sempre più ridotti. L'analisi degli aspetti clinici e scientifici si focalizza sulle proprietà meccaniche e di superficie dei materiali ortodontici di nuova generazione costituenti brackets, legature elastomeriche e fili ortodontici, nonché sui più recenti prodotti e tecniche adesive, sui cementi e i materiali da impronta. Infine, lo studio delle apparecchiature a bassa frizione risulta essere di particolare interesse scientifico al fine di stimare, quantificare e stabilire l'incremento di potenzialità apportabile dal loro utilizzo clinico.
- Implantoprotesi. Materiali e superfici in implantologia osteointegrata, incluso lo sviluppo di superfici implantari laser-trattate e/o rivestite, allo scopo di aumentare la percentuale di osteointegrazione e ridurre i tempi di guarigione, e l'impiego di nuovi materiali ad alto impatto estetico. Rilevazione dei dati anatomici intraorali e realizzazione delle restaurazioni attraverso l'impiego di tecnologie cad-cam di ultima generazione. Impiego di cellule ripara-tessuti e fattori di crescita per la rigenerazione tissutale.

La comprensione profonda dei materiali e delle loro proprietà elettroniche, strutturali e dinamiche richiede oggi, accanto alle metodologie di misura tradizionali, anche l'uso di tecniche sperimentali e sonde non disponibili nei singoli laboratori di ricerca. In questi casi gli esperimenti vengono condotti presso grandi infrastrutture di ricerca (GIR), laboratori internazionali dove strumentazioni particolarmente raffinate sono aperte all'uso della comunità scientifica, con accesso mediante valutazione delle proposte effettuate da peer reviewers. Per questo parte dell'attività del dottorato fornisce agli studenti la possibilità di effettuare esperimenti di diffusione di neutroni per studiare le proprietà dinamiche e strutturali dei materiali presso le "Facilities" di neutroni di ISIS (Rutherford Appleton Laboratory, UK) e SNS (Oak Ridge National Laboratory, US). L'Università di Roma Tor Vergata è riconosciuta per il ruolo primario che i suoi docenti svolgono in campo nazionale ed internazionale per quanto riguarda sia gli esperimenti scientifici effettuati nel settore della spettroscopia di neutroni che la progettazione e realizzazione di strumentazione installata presso le GIR. Esempi più recenti sono lo spettrometro VESUVIO - per la misura della diffusione inelastica di neutroni ad alto momento trasferito – e le beamlines CHIPIR e IMAT in corso di realizzazione ad ISIS (UK) da docenti del nostro dottorato.

Il dottorato è articolato in 3 anni anche se è possibile continuare per un quarto anno in casi che verranno autorizzati dal Collegio dei Docenti. Durante questo periodo ogni studente deve svolgere in modo autonomo un'attività di ricerca originale da svolgersi preferibilmente in due sedi universitarie che si conclude con la stesura di una tesi in inglese.

Per ottenere il titolo, lo studente dovrà ottenere un numero di crediti pari a 180, legati in maggior parte ad attività di ricerca, e alla fruizione di brevi corsi specialistici e seminari. Per acquisire il titolo è inoltre necessario che gli studenti siano co-autori di pubblicazioni su giornali internazionali o brevetti. Inoltre, ogni studente dovrà perfezionare la propria formazione nel campo mediante lo studio di alcuni argomenti caratterizzanti con l'assistenza di un tutor che valuterà la preparazione raggiunta. La preparazione sarà completata mediante partecipazione a seminari e convegni internazionali dove gli studenti presenteranno i risultati delle loro ricerche.

L'ammissione al corso di dottorato è su base competitiva: le caratteristiche richieste ai candidate sono la propensione all'attività di Ricerca, la capacità di lavorare in gruppo, l'adattabilità ad un ambiente multiculturale e buona conoscenza della lingua inglese.

Ph D Course in MATERIALS FOR HEALTH ENVIRONMENT AND ENERGY

The access to renewable and sustainable energy vectors, environment protection and preservation together with the development of technologies allowing to enhance health care and life quality for the aging world population are humanity's greatest challenge in the 21st century.

Succeeding in addressing this challenge is the only hope of ensuring prosperity of our modern society. The development of renewable energy sources and of alternative, efficient energy conversion devices, enables global economic growth, minimizing environmental impact.

This requires a multidisciplinary effort involving many fields like chemistry, physics, material science, biology, medicine, nanotechnology, just to name a few. Materials are crucial for the development of all sustainable technologies and the activities of the Ph D Course in Materials for Health, Environment and Energy are addressed to the investigation of materials and related devices.

The academic offer is wide and diversified and enables the Ph.D. candidates to acquire solid scientific and methodological knowledge for tackling complex problems in the framework of their doctoral thesis.

Aim of this PhD course is, in fact, to prepare experts in materials preparation, processing and application in the fields of energy and health that might then be occupied not only in academia but also in professional or industrial enterprises. This Doctorate aims to supply students with the appropriate technical, operative and cognitive instruments to gain a leading role in the industrial, academic and professional framework.

The Ph D Course is subdivided in two Sections:

1. Materials and technologies for sustainable development
2. Materials and technologies for dentistry

Materials and technologies for sustainable development

Research areas:

- Polymeric, Solid Oxide and Microbial Fuel Cells. Fuel Cells are devices that can directly convert the chemical Energy of a reaction into electrical Energy. When coupled with hydrogen generating devices based on renewable energy sources, Fuel Cells represent the core of a zero-emission device
- Electrochemical gas sensors for environmental monitoring and automotive exhaust control. Such sensors represent a viable alternative to conventional expensive and bulky spectroscopic instrumentation.
- Preparation and thin film deposition of functionalized porphyrins and related macrocycles, to be exploited as sensing materials in chemical sensors for application both in quality and environmental control.
- Bio-nanotechnologies: study of biological or bio-inspired materials characterized by autoassembling properties to be used in nanodevices or nanostructures for biomedical applications. A wide span of possible applications is covered, from drug delivery, to tissue engineering, to molecular diagnostic. Advanced calculation techniques may also be used to design specific nanostructures.

Materials and technologies for dentistry

Research areas:

- Esthetic restorations with reduced biodegradation: The LED curing lights represent means for the initiation of the light curing reaction of composite materials. The determination of their effective power, of their emission spectrum and their emitted heat is of remarkable importance in order to determine the potential damages associated to use. Composite Resins and Enamel-Dentine Adhesives are the materials of choice for many dental therapies. The restoration mechanical and chemical stability depends on a correct polymerization process which can be analyzed in several aspects such as: emitted heat, residual monomers, microtensile, compressive and wear resistance.
- Properties of orthodontic materials: The orthodontic treatment allows for the creation of an ideal occlusion from the aesthetics and functional point of view, promoting the improvement of oral health. The study of advanced materials and the search for new therapeutic methods now require less

cooperation from the patient and shorter and shorter treatment times. Object of study is the analysis of clinical and scientific focus on the mechanical properties and surface of materials constituting a new generation of orthodontic brackets, orthodontic wires and elastomeric ligatures on the latest bonding products and techniques, and on cements and impression materials. Finally, the study of low-friction appliances is of particular scientific interest to assess, quantify and determine the increase of potential input from their clinical use.

- Prosthetics and Implantology. Materials and surfaces in osseointegrated implantology, including the development of laser-treated and/or coated implant surfaces, in order to enlarge the percentage of osseointegration and to reduce the healing period, and the use of new high aesthetic materials. Recording of anatomic intraoral data and realization of restorations using last generation cad-cam technologies. The use of tissue-repair cells and grow factors for tissue regeneration.

The understanding of materials and of its properties at the nanoscale involves investigations with instrumentation based at large scale infrastructures, along with the instrumentation based at university research laboratory. The PhD school is committed to staying at the forefront of educational and intellectual development. It provides a particularly exciting environment in which to study for a higher degree and to promote the research in materials science. To this aim part of the PhD research activities is devoted to train students to the fundamentals of neutron scattering techniques and technologies. The neutron is a powerful tool for the study of condensed matter (solids and liquids) in the world around us, having significant advantages over other forms of radiation in the study of their electronic properties, structural and dynamical at the nanoscale. Students will have the opportunity to perform experiments at the ISIS (Rutherford Appleton Laboratory, UK), ILL (Grenoble, F) and SNS (Oak Ridge National Laboratory, US) neutron facilities. University of Rome Tor Vergata is internationally renowned for research in neutron scattering and for the design and construction of neutron instrumentation for short pulse neutron source. Recent examples are the instrument VESUVIO installed at ISIS – for the Deep Inelastic Neutron Scattering (DINS) measurements of momentum distribution and mean kinetic energies in light systems – and the beamlines CHIPIR e IMAT currently under construction at ISIS (UK) for chip irradiation and imaging in materials respectively.

Students are expected to complete their Ph D in three years, although proceeding through a fourth year may be allowed in special cases. The program is in English and starts in early November. During their first year, PhD candidates typically take advanced courses in their chosen area, start their supervised research projects, and report on activity. The second and third year are mainly dedicated to individual research under the supervision of the mentor.

A visit of at least 6 months to an international scientific organization is strongly recommended and fostered.

Co-authorship of papers on major peer-reviewed international journals or patents is crucial to obtaining the Ph.D. degree.

Admission to the doctoral program is on a competitive basis. The expected characteristics of the ideal candidate are pro-active researcher and team player, adaptability to a multicultural environment, and good written and spoken English.

Collegio dei Docenti

Coordinatore: Prof. Silvia Licocchia (licocchia@uniroma2.it)

Sezione: Materiali e Tecnologia per lo sviluppo sostenibile

Docenti di ruolo nell'Università di Tor Vergata

Prof. Silvia Licocchia (Direttore di Sezione), Ordinario di Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Prof. Carla Andreani, Ordinario di Fisica della Materia

Prof. Giuseppe Balestrino, Ordinario di Fisica della Materia

Prof. Roberto Paolesse, Straordinario di Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Prof. Enrico Traversa, Ordinario di Scienza e Tecnologia dei Materiali

Prof. Mattia Falconi, Associato di Biologia Molecolare

Prof. Mariano Venanzi, Associato di Chimica Fisica

Dott. Simonetta Antonaroli, Ricercatore, Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Dott. Francesca Cavalieri, Ricercatore, Chimica Fisica

Dott. Alessandra D'Epifanio, Ricercatore, Fondamenti Chimici delle Tecnologie

Dott. Elisabetta Di Bartolomeo, Ricercatore, Scienza e Tecnologia dei Materiali

Dott. Marilena Minieri, Ricercatore, Biochimica Clinica e Biologia Molecolare Chimica

Dott. Riccardo Polini, Ricercatore, Chimica Generale e Inorganica

Dott. Roberto Senesi, Ricercatore, Fisica della Materia

Dott. Antonello Tebano, Ricercatore, Fisica della Materia

Docenti non di ruolo nell'Università di Tor Vergata

Prof. Pierluigi Antonucci, Ordinario di Scienza e Tecnologia dei Materiali, Università Mediterranea di Reggio Calabria

Prof. Vincenzo Lorenzelli, Ordinario f.r., Fondamenti Chimici delle Tecnologie, Università Campus Biomedico, Roma

Prof. Plinio Innocenzi, Ordinario di Scienza e Tecnologia dei Materiali, Università di Sassari

Prof. Marcella Trombetta, Ordinario di Fondamenti Chimici delle Tecnologie, Università Campus Biomedico, Roma

Dott. Vincenzo Antonucci, Dirigente di Ricerca, CNR

Dott. Antonino Aricò, Dirigente di Ricerca, CNR

Dott. Piero Morales, Dirigente di ricerca, ENEA

Prof. Federico Rosei, Université du Québec, Canada

Prof. Ana Tavares, Université du Québec, Canada

Prof. Masaru Miyayama, Università di Tokyo, Giappone

Prof. Juan Nino, University of Florida, USA

Prof. Yoshihiro Sadaoka, Ehime University, Giappone

Sezione: Materiali e Tecnologie per l'odontoiatria

Docenti di ruolo nell'Università di Tor Vergata

Prof. Claudio Arcuri (Direttore di Sezione), Ordinario di Scienze Odontostomatologiche

Prof. Alberto Barlattani, Ordinario di Scienze Odontostomatologiche

Prof. Saverio Giovanni Condò, Ordinario di Scienze Odontostomatologiche

Prof. Paola Cozza, Ordinario di Scienze Odontostomatologiche

Prof. Raffaella Docimo, Ordinario di Scienze Odontostomatologiche

Prof. Alessandro Dolci, Associato, Scienze tecniche mediche applicate

Dott. Cardelli Pierluigi, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche

Dott. Cerroni Loredana, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche

Dott. Cianconi Luigi, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche

Dott. Condò Roberta, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche

Dott. Ottria Liliana, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche
Dott. Pachì Francesco, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche
Dott. Pasquantonio Guido, Ricercatore, Scienze Odontostomatologiche

Docenti non di ruolo nell'Università di Tor Vergata

Armellin Emiliano	Ricercatore a tempo determinato, Scienze Odontostomatologiche
Germano Francesco	Ricercatore a tempo determinato, Scienze Odontostomatologiche
Laganà Giuseppina	Ricercatore a tempo determinato, Scienze Odontostomatologiche
Santini Francesca	Professore a contratto, Scienze Odontostomatologiche
Cecchetti Francesco	Professore a contratto, Scienze Odontostomatologiche