



SCUOLA
NORMALE
SUPERIORE

RELAZIONE ATTIVITA' ANNUALE DEI PERFEZIONANDI/DOTTORANDI – SECONDO ANNO
REPORT ON THE PHD ACTIVITY – SECOND YEAR

NOME E COGNOME NAME AND SURNAME	Luca Basta
DISCIPLINA PHD COURSE	Nanoscienze

CORSI FREQUENTATI CON SOSTENIMENTO DI ESAME FINALE ATTENDED COURSES (WITH FINAL EXAM)	VOTAZIONE RIPORTATA MARK	NUMERO DI ORE HOURS

CORSI FREQUENTATI SENZA SOSTENIMENTO DI ESAME FINALE ATTENDED COURSES (ATTENDANCE ONLY)	NUMERO DI ORE HOURS

ALTRE ATTIVITÀ FORMATIVE (SEMINARI, WORKSHOP, SCUOLE ESTIVE, ECC.) – DESCRIZIONE OTHER PHD ORIENTED ACTIVITIES (SEMINARS, WORKSHOPS, SUMMER SCHOOLS, ETC) – DESCRIPTION	NUMERO DI ORE HOURS
Seminario: <i>“Nanoscale optical spectroscopy of two-dimensional MoS₂ grown by chemical vapor deposition”</i> , Filippo Fabbri – 16/05/2019	1
Seminario: <i>“Local electronic structures in Field Effect Transistors by synchrotron radiation photoelectron nano-spectroscopy”</i> , Masaharu Oshima – 12/06/2019	1
Seminario: <i>“Topology- And Geometry-Driven Properties Of Advanced Nanoarchitectures”</i> , V. M. Fomin – 14/06/2019	1
Seminario: <i>“Hybrid and bio-materials for all-optical switching and light amplification”</i> , Adam Szukalski – 20/06/2019	1
Training: Sintesi chimica	3
Training: Ion bombardment (in UHV)	3
Tutorship: Tutor SNS, classe di Scienze, presso il corso di orientamento universitario di Roma	8-13/07/2019
Conferenza: Partecipazione al congressino NEST: HIGHLIGHTS IN NANOSCIENCE , con presentazione del poster <i>“An atomically flat, monocrystalline gold film thermometer on mica to study energy (heat) exchange at the nano-scale”</i>	10-11/06/2019



ATTIVITÀ DI RICERCA SVOLTA (MAX. 8.000 CARATTERI)*

RESEARCH ACTIVITY (MAX. 8000 CHARACTERS)

L'attività di ricerca è finalizzata alla funzionalizzazione covalente di grafene con molecole organiche. Il principale interesse riguarda lo sviluppo di dispositivi per l'hydrogen storage, di sensori che sfruttino la funzionalizzazione organica come sito attivo per il riconoscimento di molecole target, oppure l'implementazione di materiali per nano-catalisi, o infine la fabbricazione di eterostrutture "grafene/molecole/grafene" verso materiali tridimensionali basati sul grafene e le sue uniche ed eccellenti proprietà.

Durante il primo anno il lavoro si è concentrato su due aspetti. Per prima cosa è stata effettuata una caratterizzazione del sistema di partenza *pristine*, ovvero grafene epitassiale (EG) buffer e/o monolayer cresciuto su SiC. Contemporaneamente è stata identificata la reazione di **cicloaddizione 1,3 dipolare**, idonea per funzionalizzare i campioni di EG su SiC con *azomethine ylide*, in soluzione (*wet chemistry*). Infine un primo campione di EG è stato funzionalizzato come test ed è stato successivamente analizzato e caratterizzato.

Durante il secondo anno la ricerca si è concentrata nel migliorare e ottimizzare i parametri della sintesi chimica, e la successiva funzionalizzazione. In particolare, ho iniziato ad effettuare la funzionalizzazione personalmente nel laboratorio di sintesi chimica del Lab NEST, imparando a migliorare la dinamica della reazione e testando nuovi protocolli di sintesi. Diversi campioni sono stati analizzati variando il tempo di funzionalizzazione, a partire da 1 ora fino a 10 giorni.

L'analisi e la caratterizzazione dei campioni *pristine* e funzionalizzati è stata effettuata con microscopia a forza atomica (AFM), spettroscopia Raman, microscopia e spettroscopia ad effetto tunnel (STM e STS) in ultra-alto vuoto (UHV). Lo studio dei dati ottenuti tramite spettroscopia Raman è stato approfondito con analisi della posizione e della intensità relativa dei picchi caratteristici del grafene e dei difetti dovuti alla funzionalizzazione (*D*, *G*, e *2D*). Come ulteriore controllo, un campione di grafene CVD (cresciuto tramite Chemical Vapor Deposition) è stato funzionalizzato e analizzato tramite spettroscopia Raman.

In questo momento iniziamo ad esplorare un'ulteriore strategia per aumentare la reattività del grafene: l'introduzione controllata di difetti. La prima opzione che stiamo percorrendo è quella di introdurre difetti nel grafene epitassiale tramite *ion bombardment* con azoto, in ambiente UHV. Come già analizzato in letteratura (condizioni analoghe alla ref. [1]) questo induce due tipi di difetti: difetti *sostituzionali* (un atomo di azoto si inserisce sostituendo un atomo di carbonio) e *buchi* (un atomo di carbonio viene "scalzato" dalla superficie). Entrambi questi difetti inducono una localizzazione del doppio legame normalmente delocalizzato nel grafene monolayer *pristine*, aumentandone la reattività riguardo la cicloaddizione in uso. Una seconda opzione che verrà esplorata parallelamente, in collaborazione con Federica Bianco presso il Lab NEST, consiste nell'introduzione di difetti tramite litografia elettronica. In questo caso un flake di grafene



SCUOLA
NORMALE
SUPERIORE

esfoliato verrà caratterizzato prima e dopo l'introduzione di difetti, quindi funzionalizzato e nuovamente analizzato. L'esito positivo di questa seconda strategia permetterebbe un preciso e intelligente design della distribuzione dei difetti nel grafene, con conseguente possibilità di funzionalizzazione selettiva e preciso posizionamento delle molecole su grafene. Successivamente verrà seguita la stessa strategia per introdurre difetti tramite litografia elettronica anche su EG, dove sarà anche possibile analizzare la differente reattività del buffer rispetto al monolayer (simulata *ab initio* da Luca Bellucci, presso il Lab NEST). Infine, verrà esplorata una terza modalità per l'introduzione di difetti: l'utilizzo di grafene nano-cristallino. Tramite CVD su germanio, è possibile ottenere un campione di grafene formato da piccoli *grani* di dimensioni nanometriche (circa 5 nm di diametro). I bordi di delimitazione tra i grani agiscono come i difetti descritti in precedenza, aumentando la reattività della reazione (vedi ref. [2]).

[1] "Increasing the active surface of titanium islands on graphene by nitrogen sputtering", T. Mashoff, D. Convertino, V. Miseikis, C. Coletti, V. Piazza, V. Tozzini, F. Beltram, and S. Heun - Appl. Phys. Lett. **106**, 083901 (2015)

[2] "Morphology of Ti on Monolayer Nanocrystalline Graphene and Its Unexpectedly Low Hydrogen Adsorption", Y. Murata, S. Veronesi, D. Whang, and S. Heun - J. Phys. Chem. C, **123**, 1572-1578 (2019)

*se si intende sottoporre una relazione di ricerca più estesa, utilizzare il campo per una descrizione sintetica e allegare il documento in formato .pdf

If you are going to submit a longer report, please fill the box with a synthetic abstract and attach a document in pdf format

EVENTUALI PUBBLICAZIONI
PUBLICATIONS (IF AVAILABLE)

NOME DEL RELATORE
THESIS ADVISOR

Dr. Stefano Veronesi

DATA

05/10/2019

FIRMA

SIGNATURE