



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2017/2018

Chimica delle superfici e delle interfacce (I4H)

- Fioravanti Giulia -

(Aggiornato il 9-03-2018)

Contenuti del corso (abstract del programma):

Introduzione alla scienza delle superfici. Gli stati della materia. Lo stato gassoso. Gli stati condensati. Lo stato solido e liquido. La tecnica del vuoto. Proprietà delle superfici e delle interfacce. Tensione superficiale. Modelli di interfase. Effetto delle superfici curve. Adsorbimento. Interazione solido-liquido. Angolo di contatto. Sistemi dispersi. Interazione tra superfici solide. Tecniche di caratterizzazione delle superfici. Caratterizzazione microscopica. Caratterizzazione spettroscopica. Modifica di superfici. Deposizione da soluzione. Tecniche di patterning superficiale. Monostrati auto assemblati (SAM). Introduction to surface science. The states of matter. The gaseous state. The condensed states. The vacuum technique. Properties of surfaces and interphases. Surface tension. Models of interphase. Effect of the curved surfaces. Adsorption. Solid-liquid interaction. Contact angle. Dispersed systems. Interaction between solid surfaces. Techniques of surface characterization. Microscopic characterization. Spectroscopic characterization. Modification of surfaces. Deposition from solution. Techniques for surface patterning. Self-assembled monolayers (SAMs).

Programma esteso:

Programma del Corso (a.a. 2017-2018) Introduzione. Introduzione alla scienza delle superfici. Gli stati della materia. Lo stato gassoso: Equazione di stato dei gas perfetti; Teoria cinetica dei gas; Equazione di Maxwell-Boltzmann di distribuzione delle velocità. Gli stati condensati. Lo stato solido: Tipi di solidi; Classificazione geometrica, reticoli cristallini e impacchettamento; Classificazione energetica, Potenziale di Lennard-Jones (cenni); Classificazione in base alle proprietà chimico-fisiche, Conduttori, semiconduttori ed isolanti. Lo stato liquido. Proprietà dei liquidi: Viscosità; Tensione Superficiale; Capillarità; Tensione di vapore. La tecnica del vuoto. Livelli di vuoto; Ultra alto vuoto (UHV); Parametri da considerare nel UHV. Introduzione sulle superfici ed interfacce. Aspetti fenomenologici. Definizione di interfase, tipo di interfase (solido-gas, solido-liquido, liquido-gas, liquido-liquido) e sue caratteristiche. Esempi pratici sui fenomeni di superficie. Proprietà delle superfici e delle interfacce. Discontinuità all'interfase. Eccedenze superficiali. Tensione superficiale: determinazione nei liquidi e nei solidi. Energia libera di superficie e stabilità. Richiami di termodinamica delle superfici e delle interfacce. Energia libera e tensione superficiale. Caso modello: sistema eterogeneo. Fenomeni di adesione e coesione. Bagnabilità: Angolo di contatto ed Equazione di Young. Spandimento (Spreading). Modelli di interfase. Approccio della fase superficiale. Approccio dell'eccesso superficiale: Superficie di Gibbs. Effetto delle superfici curve. Equazione di Laplace e applicazioni. Equazione di Kelvin. Adsorbimento. Fenomeni di assorbimento ed adsorbimento. Sistema liquido-vapore a 2 componenti.

Interazione dei gas alle superfici: Adsorbimento fisico e chimico. Modelli di adsorbimento: isoterme (BET). Chemisorbimento. Adsorbimento da soluzione. Adsorbimento anfifilico. Tensioattivi: classificazione. Tensione superficiale e tensioattivi. Detergenza. Interazione solido-liquido. Angolo di contatto e bagnabilità. Equazione di Young-Duprè. Tensione superficiale e angolo di contatto: sostanze pure. Metodo di Zisman: tensione superficiale critica. Calcolo della tensione superficiale (Fowkes, Neumann, Owens-Wendt, Wu, Van Oss-Chaudhury-Good). Angolo di contatto microscopico e macroscopico. Isteresi. Rugosità superficiale. Regime di Wenzel e Cassie-Baxter. Sistemi dispersi. Colloidi. Proprietà ottiche, cinetiche ed elettriche. Forze intermolecolari e stabilità dei sistemi dispersi. Fenomeni di flocculazione e coagulazione. Nanoparticelle (cenni). Interazione tra superfici solide. Tribologia: attrito e usura, lubrificazione. Tessitura delle superfici: rugosità. Trattamenti superficiali. Tecniche di caratterizzazione delle superfici. Caratterizzazione strutturale: morfologia, struttura, difetti, spessore, composizione chimica. Profilometro. Microscopia confocale (cenni). Caratterizzazione microscopica. Microscopia ottica. Birifrangenza (cenni). Microscopia a fluorescenza. Microscopie elettroniche (TEM, SEM). Microscopie a scansione di sonda (STM). Microscopia a forza atomica (AFM). Caratterizzazione spettroscopica. Spettroscopia UV-Visibile. Spettroscopia IR-Raman. Spettroscopia di fotoemissione ai raggi x (XPS). Spettroscopia Auger (AES). Modifica di superfici. Deposizione di film sottili e film spessi: metodi, proprietà e caratterizzazione. Metodi fisici e metodi chimici. Deposizione da fase vapore di tipo fisico (PVD: Evaporazione termica, Cannone elettronico; Sputtering; Deposizione ad arco) e di tipo chimico (Chemical vapor deposition, CVD; Thermal-CVD; Photo Assisted-CVD; Plasma Enhanced-CVD). Deposizione da soluzione. Drop casting, Spin Coating, Dip Coating e Langmuir-Blodgett. Spray coating. Tecniche di patterning superficiale. Tecniche litografiche. Fotolitografia. Soft-lithography (Replica moulding RM, Micromoulding in capillaries MIMIC, Microtransfer moulding mTM, Microcontact printing mCP). Monostrati auto assemblati (SAM). Formazione e proprietà. Approccio SAM (Self-Assembling Monolayer). Problematiche relative ai SAM: ordine, stabilità, riproducibilità, difetti. SAM di tioli e silani. Pulizia ed attivazione delle superfici. Modifica dei SAM. Applicazioni tecnologiche dei SAM. Gradienti chimici di superficie: Proprietà e applicazioni. Gradienti di bagnabilità. Program: Introduction. Introduction to surface science. The states of matter. The gaseous state: Equation of state of ideal gases. Kinetic theory of gases. Maxwell-Boltzmann equation. The condensed states. Solid state: types of solids, geometric classification. Packaging and crystal lattices. The energetic classification: Lennard-Jones potential. Classification according to the physico-chemical properties: conductors, semiconductors and insulators. The liquid state. Properties of liquids. Viscosity. Surface Tension. Capillarity. Vapour tension. The technique of vacuum. Vacuum levels; Ultra High Vacuum (UHV) Parameters to set in UHV. Introduction on surfaces and interfaces. Phenomenological aspects. Definition of interphases, type of interphases (solid-gas, solid-liquid, liquid-gas, liquid-liquid) and its features. Practical examples on surface phenomena. Fundamentals of surface phenomena. Discontinuity at the interface. Excess surface. Surface tension: determination in liquids and solids. Elements of thermodynamics of interfacial systems. Surface free energy and stability. Surface free energy and surface tension. Model case: fluid-solid interfacial systems. Phenomena of adhesion and cohesion. Wettability: Contact angle and Young's equation. Spreading. Models of interphase. The surface phase approach (interphase). The excess surface approach: the Gibbs dividing surface. Model case: fluid interface. Effect of the curved surfaces. Model case: three-phase system (liquid, gas and interphase). The curvature of a surface. The Laplace Equation and its applications. The Kelvin effect. Adsorption. Phenomena of absorption and adsorption. Liquid-vapor two-components system. The Gibbs Adsorption Equation. Interaction of gas to the surface: physical and chemical adsorption. Adsorption models: isotherms (BET). Chemisorption. Adsorption from solution. Amphiphilic adsorption. Surfactants: classification. Surface tension and surfactants. Detergents. Solid-liquid interaction. Contact angle and wettability. Young-Duprè equation. Surface tension

and contact angle: pure substances. Zisman method: critical surface tension. Surface tension measurements (Fowkes, Neumann, Owens- Wendt, Wu, Van Oss - Chaudhury -Good). Microscopic and macroscopic contact angle. Hysteresis. Surface roughness. Wenzel and Cassie-Baxter wetting regime. Dispersed systems. Colloids. Optical, kinetic and electrical properties. Intermolecular forces and stability of dispersed systems. Phenomena of flocculation and coagulation. Nanoparticles (notes). Interaction between solid surfaces. Tribology: friction, wear and lubrication. Surfaces texture: roughness. Surface treatments. Surfaces Characterization Techniques. Structural characterization: morphology, structure, defects, thickness, chemical composition. Profilometer. Confocal microscopy (notes). Microscopic Characterization. Optical Microscopy. Birefringence (notes). Fluorescence microscopy. Electron microscopy (TEM, SEM). Scanning Probe Microscopy (STM). Atomic force microscopy (AFM). Spectroscopic characterization. UV-Visible Spectroscopy. IR-Raman spectroscopy. X-ray photoemission spectroscopy (XPS). Auger electron spectroscopy (AES). Modification of surfaces. Thin and thick films deposition: methods, properties, and characterization. Physical and chemical methods. Physical Vapor Deposition (PVD: Thermal evaporation, Electron gun, Sputtering, Arc deposition) and Chemical Vapor Deposition (CVD, thermal CVD; Assisted Photo -CVD, plasma - enhanced CVD). Deposition from solution. Drop casting, Spin coating, Dip coating and Langmuir- Blodgett films. Spray coating. Surface patterning techniques. Lithographic techniques. Photolithography. Soft- lithography (Replica molding RM, Micromoulding in capillaries MIMIC, Microtransfer mTM molding, Microcontact printing mCP). Self - assembled monolayers (SAM). Formation and properties. Approach SAM (Self- Assembling Monolayer). Issues related to the SAM: order, stability, reproducibility, defects. SAM of thiols and silanes. Cleaning and activation protocols of surfaces. SAMs modification. Technological applications of SAMs. Chemical gradients on surface: properties and applications. Wettability gradients

Modalità d'esame:

L'esame consiste in una prova orale. Durante l'esame lo studente dovrà anche fare una relazione orale su un articolo scientifico di letteratura recente, che riguardi un argomento relativo ad una delle tematiche del corso. Lo studente dovrà contattare il docente almeno 10 giorni prima dell'esame orale e proporre al docente una selezione di almeno 3 articoli scientifici tra cui verrà scelto l'articolo da presentare all'orale. Per la ricerca bibliografica dell'articolo si possono utilizzare le banche dati ed articoli dell'Ateneo (<http://www.univaq.it/section.php?id=1247>), ed in particolar modo: - ACS, America Chemical Society: <http://pubs.acs.org/> - Science Direct: <http://www.sciencedirect.com/> - Pubmed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/advanced> - Scopus: <http://www.scopus.com/> Se vi collegate da un computer in rete nell'Ateneo potete scaricare direttamente i pdf degli articoli dalle pagine degli editori. Agli studenti che hanno seguito le esercitazioni di laboratorio organizzate durante il corso sarà richiesta una breve relazione scritta che descriva le attività svolte in laboratorio, con breve introduzione teorica sull'argomento, la descrizione dell'esperienza, corredata dei dati presi, e una breve discussione dei risultati ottenuti. The exam consists of an oral examination. During the exam, the student must also analyze and discuss a scientific article related to a topic of the course (recent literature). The student must contact the professor at least 10 days before the oral exam and propose a list of at least 3 items from which only one will be chosen for the examination. For the bibliographic research, you can use the university databases (<http://www.univaq.it/section.php?id=1247>), and in particular: - ACS, America Chemical Society: <http://pubs.acs.org/> - Science Direct: <http://www.sciencedirect.com/> - Pubmed: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/advanced> - Scopus: <http://www.scopus.com/> If you connect to a computer network at the university, you can directly download the pdf of articles from the pages of the publishers. Students who have followed the laboratory experiences organized during the course is required a

brief written report describing the activities carried out in the laboratory, with a brief theoretical introduction to the topic, the description of the experience, taken together with the data, and finally a brief discussion on the results obtained.

Risultati d'apprendimento previsti:

Lo studente dovrà essere in grado di: - descrivere i fenomeni che sono caratteristici delle superfici/interfasi. - avere conoscenza delle tecniche di caratterizzazione delle superfici - essere in grado di modificare chimicamente le superfici per ottenere materiali con proprietà tecnologiche avanzate (bagnabilità, resistenza etc).
On successful completion of this module, the student should: - have profound knowledge of the concept of surface energy to study capillary phenomena; adhesion and cohesion; wetting, - have knowledge and understanding of physical and chemical adsorption at interfaces solid/gas and solid/liquid, - recognize properties of the interface between two different material phases and understand the chemical processes that occur at such interfaces - understand and explain surface analysis at the micro- and nano-scale, - understand the fundamentals of vacuum techniques, - have profound knowledge of thin films and self-assembling monolayers, - demonstrate skill in surface cleaning protocols and ability to modify surface properties. - demonstrate capacity for reading and understand other texts on related topics.

Link al materiale didattico:

<http://ing.univaq.it/fioravanti/chimica>

Testi di riferimento:

Dispense fornite dal docente

"An Introduction to Interfaces & Colloids: The Bridge to Nanoscience" ? J. C. Berg, Publisher: World Scientific

ISBN:978-981-4299-82-4

Approfondimenti sulla caratterizzazione superficiale (a scelta dello studente)