



UNIVERSITÀ DI PISA

FISICA DELLE SUPERFICI E INTERFACCE

MASSIMILIANO LABARDI

Anno accademico 2019/20
CdS FISICA
Codice 092BB
CFU 3

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FISICA DELLE SUPERFICI E INTERFACCE	FIS/03	LEZIONI	18	MASSIMILIANO LABARDI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Il corso consiste in una generale introduzione alla fisica delle superfici e interfacce, che mette a fuoco i concetti di base piuttosto che i dettagli specifici, ed esplora i fenomeni fisici sui quali si basano alcune fra le più importanti tecniche e metodi di analisi superficiale.

Modalità di verifica delle conoscenze

Discussione con gli/le studenti durante le ore di lezione e durante i periodi di ricevimento.

Capacità

Si promuove lo sviluppo di spirito critico e di sintesi volta a individuare i concetti fondamentali alla base delle materie di studio.

Modalità di verifica delle capacità

Discussione con gli/le studenti durante le ore di lezione e durante i periodi di ricevimento.

Comportamenti

Si promuove l'approfondimento autonomo da parte degli/le studenti degli argomenti trattati.

Modalità di verifica dei comportamenti

Discussione con gli/le studenti durante le ore di lezione e durante i periodi di ricevimento.

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

Per seguire il corso nella maniera più proficua è indicata una conoscenza generale degli aspetti fondamentali della struttura della materia.

Programma (contenuti dell'insegnamento)

Il programma di massima del corso comprende i seguenti argomenti:

PART I: Phenomenology of surfaces and interfaces

Introduction to surfaces and interfaces. Surface/volume ratio.

Microscopic interpretation of intermolecular forces. Interaction energy between ions, frozen and mobile permanent dipoles. Keesom energy.

Interaction energy with induced dipoles: Debye induction energy, London dispersive energy. Frequency dependence of atomic polarizability.

Ionization energy. Van der Waals energy. Casimir-Polder effect. Van der Waals forces between macroscopic bodies. Additivity of Van der Waals interaction. Adsorption, adhesion, cohesion. Hamaker constant.

Liquid surfaces. Interfacial thickness. Surface free energy and surface energy. Thermodynamics of interfaces in equilibrium: Gibbs theory.

Definition of interface and Gibbs dividing plane. Interfacial excess. Solvent-solute case: relative adsorption. Surface tension. Thermodynamic

potentials at the interface. Chemical potential, self-energy, entropy of mixing. Euler relation and Gibbs-Duhem

relation. Thermodynamic definition of surface tension. Surface tension and interfacial excess. Gibbs adsorption isotherm. Surface activity: case of ionic, apolar, and amphiphilic solutes. Colloidal aggregates. Critical micellar concentration. Thermodynamics of colloidal aggregation.

Pressure difference across a curved surface: Young-Laplace equation. Vapor pressure at a curved

surface: Kelvin equation. Supersaturation pressure. Theory of homogeneous nucleation. Heterogeneous nucleation. Wetting. Wetting line and contact angle. Young equation. Cases of partial, complete, and no wetting. Capillarity phenomena. Capillary condensation. Particle adhesion by capillarity. Capillary rise. Trapping of particles at the interface. Thin film formation. Spreading coefficient. Dewetting. Pseudo partial wetting and wetting layer. Thin film deposition: dip coating and spin coating. Detergency. Measurement of surface tension: Wilhelmy plate method. Contact angle measurement: drop observation method.



UNIVERSITÀ DI PISA

PART II: Surface characterization techniques

Interaction of photon and electron beams with matter. Lambert-Beer law. Penetration length. Elastic and anelastic scattering of electrons. Secondary and backscattered electrons. Excitation volume. Atomic excitation and relaxation processes. X-Ray Photoelectron spectroscopy (XPS). Experimental setup for XPS. Interaction zone for photon excitation. Collection efficiency. Escape depth (ED) and anelastic mean free path. Measurement of energy dependence of ED. Angular dependence of ED. Information from XPS spectra. Chemical shift. Surface shift. Auger electron spectroscopy (AES). Auger processes. Comparison with XPS. Instrumentation for AES. Electron source by thermionic emission and field emission. Cylindrical mirror analyzer. Electron multiplier.

Scanning probe microscopy. Beam vs local probes. Atomic force microscope. Working principle: typical setup. Piezoelectric scanners and raster scan. Constant height mode and constant force mode. Interaction steepness and atomic resolution. Cantilever force sensors. Optical lever deflection detection method. Static mode of operation: contact mode. Jump-in-contact and jump-off-contact points. Lateral force and local friction coefficient measurement. Bidirectional optical lever. Dynamic modes of AFM. Problems arising in static mode: thermal noise. Response function of the cantilever as a simple harmonic oscillator. Tapping mode. Phase imaging. Effect of conservative and dissipative interactions on resonance curve. Frequency-modulation mode. Combined scanning probes. Auxiliary distance control. Electrostatic Force Microscopy. Dependence of electric force on distance and electric properties of dielectrics. Voltage-modulated force detection. Dielectric constant, surface charge and contact potential measurement. Kelvin probe method. Kelvin probe force microscopy.

Nanotribology. Friction at a contact point measured by AFM. Stick-slip dissipation: Tomlinson model. Friction of atomic layers. Quartz crystal microbalance (QCM). Gravimetric and non-gravimetric QCM. Interfacial viscosity and slip time.

Visit to research laboratories with different cantilever and tuning fork based atomic force microscopes.

Bibliografia e materiale didattico

Butt, Graf, Kappl, Physics and Chemistry of Interfaces, Wiley, 2003

Dispense del docente, disponibili sul sito elearning del Dipartimento di Fisica:

<https://elearning.df.unipi.it/enrol/index.php?id=254>

Altro materiale utile è disponibile sullo stesso sito.

Indicazioni per non frequentanti

Per i non frequentanti, la modalità di esame è esclusivamente quella dell'esame orale tradizionale.

Modalità d'esame

Esame orale tradizionale, oppure presentazione in forma di seminario di un approfondimento di un argomento del corso.

Pagina web del corso

<https://elearning.df.unipi.it/enrol/index.php?id=254>

Note

Il corso si compone di almeno 18 ore di didattica frontale e di una visita a laboratori di ricerca dove sono in corso esperimenti di fisica delle superfici che utilizzano microscopie a scansione a sonda.

Ultimo aggiornamento 13/03/2020 17:50