



# UNIVERSITÀ DI PISA

---

## FISICA DELLE SUPERFICI E INTERFACCE

**MASSIMILIANO LABARDI**

Academic year	2017/18
Course	FISICA
Code	092BB
Credits	3

Modules	Area	Type	Hours	Teacher(s)
FISICA DELLE SUPERFICI E INTERFACCE	FIS/03	LEZIONI	18	MASSIMILIANO LABARDI

### Obiettivi di apprendimento

#### Conoscenze

**Il corso di Fisica delle Superfici e Interfacce si propone di ampliare il quadro dei fenomeni e dei processi che si verificano alle superfici e interfacce della materia condensata, e delle tecniche di indagine con sensibilità confinata all'interfaccia.**

**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 le più importanti tecniche e metodi di analisi superficiale.**

#### 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)

1. Introduzione alle superfici e interfacce. Fasi disperse e fasi continue. Colloidi. Rapporto superficie/volume. Interpretazione microscopica delle forze intermolecolari. Energie di interazione fra ioni, dipoli permanenti, e dipoli permanenti mobili. Energia di Keesom.
2. Energia di interazione con dipoli indotti: energia di Debye, e interazione dispersiva di London. Energia di Van der Waals. Effetto Casimir-Polder
3. Additività delle interazioni di Van der Waals. Forze di VdW tra solidi macroscopici. Costante di Hamaker. La tensione superficiale: interpretazione microscopica e definizione operativa. Superfici liquide curve: equazione di Young-Laplace.
4. Tecnica di misura della tensione superficiale: pressione massima della bolla, peso della goccia, Wilhelmy plate. Termodinamica di una interfaccia all'equilibrio. Definizione di interfaccia e piano divisorio secondo Gibbs. Eccesso interfacciale. Caso solvente-soluto: adsorbimento relativo. Potenziali termodinamici all'interfaccia. Trasformate di Legendre. Potenziale termodinamico di Helmholtz, di Gibbs, e gran canonico. Definizione termodinamica di tensione superficiale. Relazione fra eccessi interfacciali e tensione superficiale.
5. Relazioni di Gibbs-Duhem. Isoterma di adsorbimento di Gibbs. Dipendenza della tensione superficiale dalla concentrazione di soluto, nei casi idrofobico-idrofilico-anfifilico. Surfattanti. Concentrazione micellare critica. Cenni di termodinamica di aggregazione colloidale. Equazione di Kelvin e sua derivazione nel caso di capillare con bagnabilità perfetta.
6. Capillarità. Soprassaturazione. Esempio di goccia di liquido nel suo vapore e bolla di vapore nel suo liquido. Raggio critico. Condensazione capillare. Modello di poro conico. Forza di capillarità. Adesione di particelle per forza di menisco. Teoria della nucleazione omogenea. Bagnabilità. Angolo di contatto. Equazione di Young.
7. Fenomeni rilevanti di bagnabilità: Salita di liquido in un capillare. Intrappolamento di particelle all'interfaccia liquido-gas. Formazione di film sottili. Spreading coefficient e bagnabilità completa, parziale, nulla, pseudo-parziale. Stabilità dei film sottili. Dewetting. Applicazioni della bagnabilità: deposizione di film sottili. Tecniche di dip coating e spin coating. Detergenza. Separazione per galleggiamento.
8. Metodi di misura dell'angolo di contatto. Superfici solide. Tensione superficiale ed energia superficiale nei solidi. Descrizione delle superfici cristalline. Rilassamento e ricostruzione superficiale. Determinazione dell'energia superficiale. Interfaccia solido-liquido polare: doppio strato elettrico. Strato di Helmholtz. Modello di Guoy-Chapman. Teoria di Poisson-Boltzmann. Lunghezza di Debye. Equazione di Grahame. Capacità differenziale del doppio strato elettrico.
9. Elettrocappillarità. Dipendenza della tensione superficiale e dell'angolo di contatto dal potenziale elettrico applicato. Interazione di fasci di fotoni ed elettroni con la materia. Legge di Lambert-Beer. Lunghezza di penetrazione. Scattering elastico ed anelastico di elettroni. Elettroni retrodiffusi e secondari. Volume di eccitazione.
10. Eventi di ionizzazione e diseccitazione atomica. Classificazione tecniche di spettroscopia elettronica. Spettroscopia da fotoelettroni (PES). Apparato sperimentale per XPS. Efficienza di raccolta. Cammino libero medio anelastico. Profondità di fuga. Dipendenza angolare dell'XPS. Informazioni dello spettro XPS. Analisi dei livelli di Core. Chemical shift. Shift superficiale.
11. Spettroscopia da emissione Auger (AES). Spettri XPS e AES. Confronto fra le tecniche XPS e AES. Strumentazione per AES.



## UNIVERSITÀ DI PISA

---

Sorgenti di elettroni: termoioniche e ad emissione di campo. Analizzatori in energia di elettroni: Cylindrical Mirror Analyzer. Rivelatore di elettroni: moltiplicatore e Channeltron. Spettroscopie vibrazionali di superficie. Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS). Meccanismi di perdita di energia: scattering di dipolo.

12. Strumentazione per EELS: analizzatore a settore sferico. Spettroscopia vibrazionale ottica: Attenuated Total Reflectance (ATR). Onda evanescente e lunghezza di penetrazione. Setup per ATR. Spettroscopia da scattering di ioni. Applicazioni: sputtering, ion beam milling, depth profiling. Spettroscopia di massa da ioni secondari (SIMS). Spettrometro a tempo di volo (TOF).
13. Introduzione alle microscopie a scansione di sonda. Struttura generale: dipendenza dalla distanza dell'interazione e precisione di posizionamento. Risoluzione atomica. Microscopio a forza atomica (AFM). Modo di contatto. Forza laterale. Nanotribologia. Modo di non-contatto e di tapping. Manipolazione ed identificazione atomica.
14. Scanning near-field optical microscope (SNOM). Campi evanescenti. SNOM ad apertura e senza apertura. Scanning tunneling microscope (STM). Effetto tunnel elettronico. Spettroscopia STM. Differenza di potenziale di contatto. Metodo di Kelvin per la misura del potenziale di contatto. Microscopia di forza a Kelvin Probe (KPFM). Microbilancia al quarzo (QCM) e sua applicazione in nanotribologia. Tuning fork piezoelettrica.

### Bibliografia e materiale didattico

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

***Dispense del docente***

### Modalità d'esame

***Orale tradizionale oppure presentazione in forma di seminario di un approfondimento di un argomento del corso.***

*Ultimo aggiornamento 20/06/2018 19:18*