

## SYLLABUS – L-30

Principali informazioni sull'insegnamento	
Denominazione dell'insegnamento	<b>Chimica Fisica dei Materiali con Laboratorio Modulo B (Soft Matter)</b>
Corso di studio	<i>Scienza e tecnologia dei materiali L-30</i>
Anno di corso	<i>Terzo</i>
Crediti formativi universitari (CFU) / European Credit Transfer and Accumulation System (ECTS):	: 5
SSD	<i>CHIM02</i>
Lingua di erogazione	<i>Italiano/Inglese</i>
Periodo di erogazione	<i>Il semestre</i>
Obbligo di frequenza	<i>SI PER LA PARTE DI LABORATORIO</i>

Docente	
Nome e cognome	Luigi Gentile
Indirizzo mail	<a href="mailto:luigi.gentile@uniba.it">luigi.gentile@uniba.it</a>
Telefono	+39 0805442033
Sede	<i>Dipartimenti di Chimica, Università di Bari "Aldo Moro", via Edoardo Orabona, 4, Bari (Italy)</i>
Sede virtuale	<i>Microsoft Teams (Se necessario)</i>
Ricevimento (giorni, orari e modalità)	Contattare tramite email per fissare un appuntamento (in generale martedì e mercoledì pomeriggio)

Syllabus	
<b>Obiettivi formativi</b>	<p>Conoscenza e comprensione.</p> <p>Lo scopo del corso è di fornire i fondamenti sulla composizione chimica e le proprietà chimico-fisiche dei tensioattivi e dei materiali polimerici in soluzione (Soft Matter) e polimeri termoplastici, in particolare le relazioni tra struttura supramolecolare e le proprietà micro- e/o macroscopiche. Acquisire conoscenze sulla preparazione dei materiali, le loro proprietà e sulle principali tecniche di caratterizzazione.</p> <p>Al termine del corso lo studente sarà in grado di: (i) familiarizzazione con alcune tecniche di caratterizzazione: reologia per liquidi e per solidi (DMA), dynamic light scattering (DLS) e tensione superficiale; (ii) Interpretazione dei dati strumentali e loro utilizzo per caratterizzare struttura e proprietà dei materiali.</p>
<b>Prerequisiti</b>	<i>Chimica generale, Analisi Matematica, Acquisizione e Rappresentazione dei Dati Sperimentali, Chimica Fisica, Fisica I e II.</i>
<b>Contenuti di insegnamento (Programma)</b>	<p><b>Materiali.</b></p> <p><b>Soluzioni regolari.</b> Lattice model. Bragg-Williams approximation. Decomposizione binodale (nucleazione e crescita); Decomposizione spinodale e diagrammi di fase.</p> <p><b>Molecole anfifiliche:</b> i tensioattivi. Termodinamica dei processi di self-assembly. Effetto dei tensioattivi sulla tensione superficiale (con esercitazione). Forma degli aggregati e parametro di impaccamento del tensioattivo (con esercitazione). Cristalli liquidi liotropici: Richiami sui principi dell'equilibrio termodinamico e sulla regola delle fasi. Diagrammi di fase binari tensioattivo-acqua di complessità varia. L'energia di Helfrich come misura del bending (stiffness) dei doppi strati fosfolipidici. Le molecole anfifiliche nelle industrie moderne: farmaceutiche, cosmetiche e alimentari oltre alle industrie dei detersivi.</p> <p><b>Sistemi microemulsivi.</b> Le interfasi fluide. Le microemulsioni di Winsor I (olio-in-acqua, O/W), Winsor II (W/O) e Winsor III (bicontinue). Il fallimento del parametro d'impaccamento nella descrizione dei sistemi microemulsivi.</p>

## SYLLABUS – L-30

**Stabilità colloidale.** Interazioni attrattive di Van der Waals; Determinazione della costante di Hamaker in sistemi colloidali; interazioni elettrostatiche; La teoria DLVO e la stabilità dei sistemi colloidali.

**Soluzioni polimeriche.** Tipologie di polimeri; Dimensioni del random coil; Conformazione di polimeri reali: persistence length e contour length. Soluzioni Polimeriche: teoria di Flory-Huggins; il lattice model con numero di coordinazione Z-2; entropia configurazionale. Diagrammi di stato: lacune di miscibilità asimmetriche per sistemi polimero/solvente; polimeri diversi sono immiscibili tra loro; Diagrammi di stato di copolimeri a blocchi. Potenziale chimico solvente: bontà del solvente. Effetto dei polimeri sulla stabilità colloidale. Il peso molecolare del polimero è legato alla viscosità intrinseca dall'equazione di Mark-Houwink. La concentrazione di overlap ( $C^*$ ) dei blob polimerici e il peso molecolare.

Caratteristiche generali dei polimeri termoplastici e le loro proprietà meccaniche analizzabili tramite Dynamic Mechanical Analysis (DMA).

**Tecniche sperimentali e proprietà dei materiali.**

**Tensione superficiale e fenomeni di superficie:** Origine molecolare della tensione superficiale e definizione operativa; Bagnabilità e Relazione di Young; Relazione tra la concentrazione critica micellare (cmc) e la tensione superficiale.

**Diffusione:** Equazioni della diffusione di Fick; Equazione di Stokes-Einstein; Coefficiente di permeabilità. Random walk; Light scattering statico e dinamico; Misura del coefficiente di diffusione mediante Dynamic Light Scattering (con esercitazione). Le fasi diffusive del processo di cementazione con l'ottenimento della martensite. Il drogaggio per diffusione termica nei semiconduttori.

**Scattering:** Small angle X-ray and Neutron scattering. Fattore di forma e fattore di struttura. Determinazione del raggio di girazione. Relazione tra il raggio di girazione e il raggio idrodinamico (quest'ultimo ottenuto dalle misure di diffusione).

**Reologia:** Risposta viscosa (legge di Newton) e risposta elastica (legge di Hook). Materiali plastici e pseudo plastici. Fluidi viscoelastici, Elemento di Maxwell. Spettroscopia reologica: principio di misura, significato di modulo elastico,  $G'$ , e viscoso,  $G''$ , e del tempo caratteristico del materiale. Andamenti caratteristici per soluzioni di polimeri non ramificati e gel cross-linked. Fluidi Newtoniani, fluidi non-Newtoniani, equazione di Einstein, comportamenti reologici non ideali (Bingham, shear thickening, shear thinning; tixotropia), modificatori reologici. Teoria della reptazione per soluzioni polimeriche.

**Dynamic Mechanical Analysis (DMA):** caratterizzazione meccanica dei materiali allo stato solido, quali polimeri termoplastici, storage e loss extensional moduli in funzione della temperatura.

**Esperienze di Laboratorio.**

- 1) Utilizzo della teoria delle soluzioni regolari per la costruzione dei diagrammi di stato (computazionale).
- 2) Misure di cmc e area per testa polare di un tensioattivo da misure di tensione superficiale.
- 3) Determinazione del raggio idrodinamico di micelle da misure di dynamic light scattering (DLS) e l'effetto della dimensione e dell'aggregazione sulle proprietà reologiche.
- 4) Monitoraggio delle transizioni di forma delle micelle con uso combinato di DLS e reologia (con comparazione tra reometro e viscosimetro)

**SYLLABUS – L-30**

	vibrazionale).
<b>Testi di riferimento</b>	<i>Colloidal Foundations of Nanoscience, Eds. D. Berti, G. Palazzo, Elsevier, Amsterdam, 2014, pp.33-46;</i> <i>Evans, F.; Wennestrom, H. In The Colloidal Domain: Where Physics, Chemistry, Biology, and Technology Meet, 2nd ed.; Wiley-VCH, 1999</i> <i>Israelachvili, J.N. In Intermolecular and Surface Forces, 2011</i>
<b>Note ai testi di riferimento</b>	<i>Solo alcuni capitoli e/o sezioni dei testi indicati.</i>

<b>Organizzazione della didattica</b>			
<b>Ore</b>			
Totali	Didattica frontale	Pratica (laboratorio, campo, esercitazione, altro)	Studio individuale
125	32	15	78
<b>CFU/ETCS</b>			
5	4	1	

<b>Metodi didattici</b>	
	Lezioni frontali con slide multimediali, lavori di gruppo all'interno delle esperienze di laboratorio. L'insegnamento, relativamente alla parte teorica potrà essere erogato in modalità blended learning (didattica mista, frontale e a distanza) in base alle necessità contingenti. La parte di laboratorio non sarà erogata in modalità e-learning.

<b>Risultati di apprendimento previsti</b>	
<b>Conoscenza e capacità di comprensione</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Conoscenza dei materiali polimerici, tensioattivi e colloidali</li> <li>○ Capacità di comprensione del framework teorico per descrivere le proprietà dei soft materials (DLVO, Flory-Huggins, etc...)</li> <li>○ Conoscenza delle tecniche per la caratterizzazione dei materiali</li> </ul>
<b>Conoscenza e capacità di comprensione applicate</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacità di analizzare la correlation function per estrarre diffusione e raggio idrodinamico (tramite esperienze di laboratorio)</li> <li>○ Capacità di analizzare frequency sweep e curve di flusso in modo quantitativo e qualitativo (tramite esperienze di laboratorio)</li> <li>○ Conoscenze delle tecniche per stabilizzare soluzioni colloidali.</li> </ul>
<b>Competenze trasversali</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Autonomia di giudizio</b> Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analizzare i dati raccolti durante le esperienze di laboratorio.</li> <li>○ Confrontarsi costruttivamente con i colleghi e il docente durante le attività laboratoriali.</li> </ul> </li> <li>• <b>Abilità comunicative</b> Al termine dell'insegnamento lo studente dovrà essere in grado di           <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacità di comunicare in forma scritta i risultati delle esperienze di laboratorio.</li> <li>○ Capacità di comunicare per via orale e con utilizzo di supporti multimediali, in italiano e in inglese l'oggetto del programma in essere.</li> </ul> </li> <li>• <b>Capacità di apprendere in modo autonomo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Analisi dei dati ottenuti in laboratorio e interpretazione dei dati</li> </ul> </li> </ul>

<b>Valutazione</b>	
Modalità di verifica dell'apprendimento	<i>Esame orale (70%), Valutazione report di laboratorio (30%).</i>
Criteri di valutazione	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Conoscenza e capacità di comprensione:</b></li> </ul>

## SYLLABUS – L-30

	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Livello minimo per il superamento dell'esame: conoscenza delle fasi liotropico-cristalline e microemulsive e delle rispettive proprietà di base.</li> <li>○ Livello intermedio: descrivere gli stati di aggregazione delle molecole anfifiliche in soluzione tramite l'utilizzo delle teorie appropriate.</li> <li>○ Livello superiore: capacità di prevedere il tipo d'impaccamento della fase liotropica dalla struttura molecolare della molecola anfifilica (parametro d'impaccamento, curvatura spontanea) e del solvente (acqua). Capacità di correlare proprietà microscopiche e macroscopiche con la struttura supramolecolare. Complicare il sistema introducendo una fase oleosa (microemulsioni)</li> <li>● <i>Conoscenza e capacità di comprensione applicate:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Livello minimo per il superamento dell'esame: conoscere le tecniche di base per una investigazione chimico-fisica dei materiali.</li> <li>○ Livello intermedio: correlazione dei dati sperimentali con le strutture investigate.</li> <li>○ Livello superiore: capacità di individuare fasi e strutture dai dati sperimentali raccolti comprendendo e giustificando le teorie scientifiche. Capacità di sviluppare semplici programmi per l'analisi dati preferibilmente in Matlab.</li> </ul> </li> <li>● <i>Autonomia di giudizio:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Capacità di svolgere ricerche bibliografiche e di utilizzare basi di dati e capacità di gestirsi in laboratorio</li> </ul> </li> <li>● <i>Abilità comunicative:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Per tutti i livelli: dimostrare la conoscenza della corretta terminologia scientifica, relativa alle conoscenze richieste per i tre livelli, ed esporre con proprietà di linguaggio gli argomenti delle domande di esame.</li> </ul> </li> <li>● <i>Capacità di apprendere:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Nello svolgimento dell'esame, gli argomenti proposti avranno un grado di approfondimento crescente al fine di stabilire a quale livello di conoscenze, fondamentale, intermedio e superiore, sia pervenuta la capacità di apprendimento dello studente</li> </ul> </li> </ul>
<p>Criteria di misurazione dell'apprendimento e di attribuzione del voto finale</p>	<p>Accertamento dell'acquisizione delle nozioni sperimentali (tramite le relazioni di laboratorio) e teoriche (tramite esame orale), verrà valutata la capacità di integrare le nozioni di chimica, fisica e matematica rispetto al programma svolto.</p> <p>Voti:</p> <p>Da 1 a 17 → Gli studenti non sono in grado di fornire una descrizione di base dei materiali e delle tecniche discusse durante il corso.</p> <p>Da 18 a 24 → Gli studenti sono in grado di fornire una descrizione di base dei materiali e delle tecniche.</p> <p>Da 25 a 27 → Gli studenti sono in grado di fornire una buona descrizione di materiali e proprietà collegandoli ai concetti teorici.</p> <p>Da 28 a 30 cum laude → Gli studenti sono in grado di fornire una descrizione avanzata dei materiali e delle tecniche correlando la teoria con i dati sperimentali.</p>
<p><b>Altro</b></p>	