

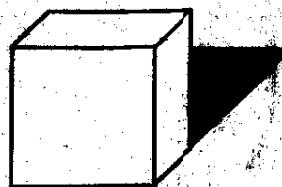


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Facoltà di Scienze Matematiche, Fisiche e Naturali

PIANI DEGLI STUDI
E PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI
DEL CORSO DI LAUREA IN

CHIMICA E CHIMICA INDUSTRIALE



anno accademico 1995-96

AVVERTENZA

I dati riportati in questa edizione 1995-96 del Libretto sono aggiornati al Luglio 1995 e si riferiscono al Nuovo Ordinamento dei Corsi di Laurea in Chimica e in Chimica industriale.

Eventuali variazioni rispetto a quanto riportato saranno comunicate con apposito affisso alle bacheche della Segreteria Didattica, atrio di via Venezian, 2

Milano, Luglio 1995

LA SEGRETERIA DIDATTICA

INDICE

CORSO DI LAUREA IN CHIMICA

<i>Manifesto Studi a.a. 95/96</i>	pag	7
<i>Date Sedute di Laurea e Ingressi in tesi 1996 (vedi Manifesto)</i>		
<i>Calendario Lezioni ed esami a.a. 1995-1996 (vedi Manifesto)</i>		
<i>Regolamento per lo svolgimento della tesi di laurea in Chimica</i>	»	10
<i>Programmi degli insegnamenti</i>	»	
<i>Consiglio e Segreteria del corso di laurea in Chimica</i>	»	11
<i>Elenco dei corsi e dei docenti - Nuovo Ordinamento</i>	»	13

CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

<i>Manifesto Studi a.a. 95/96</i>	pag	119
<i>Regolamento per lo svolgimento della tesi di laurea</i>	»	131
<i>Calendario Lezioni ed Esami a.a. 1995-96 (vedi Manifesto)</i>		
<i>Date Sedute di Laurea e Ingressi in tesi 1996 (vedi Manifesto)</i>		
<i>Programmi degli insegnamenti</i>	»	136
<i>Consiglio e Segreteria del corso di Laurea in Chimica Industriale</i>	»	203
<i>Elenco dei Corsi e Docenti</i>	»	204
<i>Indirizzi dei dipartimenti e degli istituti sedi dei docenti dei Corsi di Laurea in Chimica e in Chimica industriale</i>	»	206

ELENCO ARGOMENTI DI TESI	»	207
Note informative ISU	»	241

CORSO DI LAUREA IN CHIMICA

MANIFESTO DEGLI STUDI A.A. 1995/96
A cura della Segreteria Didattica - Luglio 1995

INFORMAZIONI GENERALI

Ciclostilato e Guida dello Studente a.a. 1995-96

Le prime essenziali informazioni sull'ordinamento degli studi del Corso di Laurea in Chimica sono riportate in questo ciclostilato in distribuzione presso le Segreterie Decentrate di Via Celoria, 22.

Colloqui di Orientamento delle Matricole

Ulteriori informazioni saranno date dai Docenti del Corso di Laurea nei Colloqui di Orientamento delle Matricole tenuti nei giorni 7, 15 e 21 settembre, ore 15, presso l'aula 303 del Settore Didattico in via Celoria, 20.

Immatricolazioni

I moduli per l'immatricolazione si ritirano e si consegnano (debitamente compilati e documentati) all'UFFICIO MATRICOLA in via Festa del Perdono, 7 (orario 9.00-12.00) dal 1° agosto al 6 novembre 1995.

Pre-Corsi di Matematica

Sono attivati Pre-corsi di Matematica per le matricole che inizieranno il 12 settembre alle ore 9.30 presso l'aula 700 di via Colombo, 46. I precorsi proseguiranno nei giorni 14, 15, 18, 20 e 22, ore 9.30-12.30 nella stessa aula.

Date di inizio dei Corsi

1° Semestre	dal 2.10.1995	al 26.01.1996 *
2° Semestre	dal 26.02.1996	al 7.06.1996

* I corsi di "Chimica generale e Inorganica" e "Istituzioni di Matematiche 1° corso" inizieranno il 25 settembre 1995.

Calendario appelli esami di profitto

Si ricorda che il Consiglio di Chimica ha deliberato che possono essere tenuti un minimo di 7 a un massimo di 11 appelli annui. Di seguito riportiamo la programmazione su 9 appelli annui.

A.A. 1994/95	Settembre 1995:	2 appelli	II Sessione
	Gennaio 1995:	1 appello	III Sessione
A.A. 1995/96	Febbraio 1996:	2 appelli	I Sessione
	Aprile 1996:	1 post-appello	"
	Giugno 1996:	1 appello	"
	Luglio 1996:	2 appelli	"
	Settembre 1996:	2 appelli	II Sessione
	Gennaio 1997:	1 appello	III Sessione

Iscrizioni automatizzate agli esami di profitto (S.I.F.A.)

Con l'a.a. 1994/95 è iniziata la sperimentazione delle iscrizioni automatizzate agli appelli di alcuni esami tramite terminali self service SIFA.

Si ricorda agli studenti che le iscrizioni (o le cancellazioni) agli appelli d'esame chiudono, di norma, una settimana prima della data d'esame.

Si raccomanda di evitare iscrizioni contemporanee a più appelli dello stesso esame e, per chi si ritira dall'esame, almeno di cancellarsi dagli appelli prima della data di chiusura delle iscrizioni.

Calendario entrate in tesi e sedute di laurea

A.A.	<u>Entrata in tesi</u>		<u>Lauree</u>	
	<u>Presentazione domande</u>	<u>Entrata</u>	<u>Sedute</u>	
A.A. 1994/95	1-31 ottobre 95	Novembre 95	25-26-27	Ottobre 95
	5 febbraio 96	Febbraio 96	21-22-23	Febbraio 96
A.A. 1995/96	1-30 aprile 96	Maggio 96	29-30-31	Maggio 96
	1-30 giugno 96	Luglio 96	17-18-19	Luglio 96
	1-31 ottobre 96	Novembre 96	30-31	Ottobre 96
	1-31 gennaio 97	Gennaio 97		Febbraio 97

Programmi degli Insegnamenti

I programmi degli Insegnamenti sono riportati nel libretto "Piani di Studi Programmi degli Insegnamenti del Corso di Laurea in Chimica e in Chimica Industriale a.a. 1995-96" in corso di stampa.

Informazioni Didattiche

Per informazioni su orari, programmi e tutto ciò che riguarda la didattica rivolgersi alla Segreteria Didattica del Corso di Laurea in Chimica (atrio via Venezian 21 - aperta tutti i giorni dalle 10 alle 12).

Milano, Luglio 1995

NOTE ILLUSTRATIVE DEL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA

L'ordinamento del Corso di Laurea in Chimica prevede un Triennio Propedeutico ed un Biennio di Applicazione.

Per il conseguimento della Laurea in Chimica lo studente deve superare 23 esami, scelti tra quelli impartiti nell'Università degli Studi di Milano secondo le norme di seguito riportate, e la "Prova della Conoscenza della Lingua Inglese".

Il corso degli studi è strutturato in Semestri e gli insegnamenti previsti per il Triennio Propedeutico e il Biennio di Applicazione sono elencati nel piano degli studi riportato di seguito.

I Corsi di Laboratorio hanno l'esame in comune con il Corso Teorico corrispondente.

I due Corsi di "Laboratorio di Chimica Analitica 1° corso e 2° corso" prevedono un solo esame alla fine del secondo corso, così come "Chimica Analitica 1° corso" e "Laboratorio di Chimica Analitica 3° corso".

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI

Insegnamenti previsti dal Piano Didattico per il Corso di Laurea in Chimica:

Triennio di studi propedeutici

La numerazione <> si riferisce al numero degli esami da sostenere (16 nel Triennio e 7 nel Biennio successivo).

Dei 16 esami del Triennio solo due sono a scelta degli studenti (Opzionali del 3° anno, secondo semestre). Tali corsi debbono essere indicati dallo studente nell'ambito della lista riportata tra gli insegnamenti del 3° anno.

Il codice abbinato ai vari insegnamenti identifica univocamente l'esame da sostenere. Corsi con lo stesso codice danno luogo ad un unico esame.

Primo anno		1° Semestre
Codice	Insegnamenti	Esami

F11001	Istituzioni di Matematiche (1° corso)	<1>
F11002	Chimica Generale ed Inorganica Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	<2>

Primo anno		2° Semestre
------------	--	-------------

F11003	Fisica Generale (1° corso)	<3>
F11004	Istituzioni di Matematiche (2° corso)	<4>
F11005	Laboratorio di Chimica Analitica (1° corso)	<5>

Secondo anno

Codice	Insegnamenti	1° Semestre Esami
F11005	Laboratorio di Chimica Analitica (2° corso)	<5>
F11006	Fisica Generale (Morso) Laboratorio di Fisica Generale	<6>
F11007	Calcolo Numerico Laboratorio di Programmazione e Calcolo	<7>
F11008	Chimica Organica (1° corso)	<8>

Secondo anno

Codice	Insegnamenti	2° Semestre
F11008	Laboratorio di Chimica Organica (1° corso)	<8>
F11009	Chimica Fisica (1° corso)	<9>
F11010	Laboratorio di Chimica Fisica (1° corso) Chimica Inorganica (1° corso)	<10>

Terzo anno

Codice	Insegnamenti	1° Semestre Esami
F11010	Laboratorio di Chimica Inorganica (1° corso)	<10>
F11011	Chimica Fisica (2° corso)	<11>
F11012	Chimica Organica (2° corso)	<12>
F11013	Chimica Analitica (1° corso) Laboratorio di Chimica Analitica (3° corso)	<13>

Terzo anno

Codice	Insegnamenti	2° Semestre
F11011	Laboratorio di Chimica Fisica (2° corso)	<11>
F11012	Laboratorio di Chimica Organica (2° corso)	<12>
F11014	Chimica Biologica (1° corso)	<14>
F11015	Prova della Conoscenza della Lingua Inglese	<15>
Opzionale *		<16>
Opzionale *		<17>

Si consiglia gli studenti di sostenere l'esame di "Prova della Conoscenza della Lingua Inglese" (F11015) entro il Triennio Propedeutico.

I corsi Opzionali 16 e 17 sono da scegliersi fra i seguenti insegnamenti:

F11022	Chimica Computazionale
F11028	Metodi Fisici in Chimica Organica
F11031	Chemiometria
F11039	Chimica dei Composti di Coordinazione

F12032	Chimica delle Macromolecole
F11053	Chimica Organica (Applicata)
F11054	Elettrochimica
F11060	Strutturistica Chimica

La scelta dei due corsi Opzionali non è necessariamente vincolata alla scelta dell'Indirizzo che lo studente intende seguire nel Biennio di Applicazione.

BIENNIO DI STUDI DI APPLICAZIONE

Sono ammessi al 4° anno gli studenti che abbiano superato almeno 12 esami dei 16 previsti nel Triennio Propedeutico entro il 31.1.1996 L'esame di "Prova della Conoscenza della Lingua Inglese" non va conteggiata anche se sostenuta nel Triennio.

Tutti gli esami del Triennio Propedeutico dovranno comunque essere sostenuti prima di quelli del Biennio di Applicazione.

Il Biennio si articola in indirizzi. Sono previsti i seguenti indirizzi: Indirizzo *Chimica Inorganica*, Indirizzo *Chimica Fisica*, Indirizzo *Chimica Organica*. Gli indirizzi sono a loro volta articolati in Orientamenti. È anche prevista la possibilità di un Piano di Studio Liberalizzato.

La scelta di un piano di studio sulla base degli indirizzi definiti dal Nuovo Ordinamento del Corso di Laurea in Chimica deve prevedere oltre a:

- n° 14 esami Fondamentali del Triennio (dal n° 1 al n° 14)
- n° 1 esame di Prova di Conoscenza della Lingua Inglese
- n° 2 esami Opzionali del Triennio (dal n° 15 al n° 16)

anche:

- n° 2 esami Fondamentali d'Indirizzo (dal n° 17 al n° 18)
- n° 5 esami Opzionali (dal n° 19 al n° 23)

I corsi devono essere distribuiti nel Biennio come segue:

**Quarto anno
Insegnamento**

Insegnamento	Esame
1° Fondamentale d'Indirizzo (Corso di lezioni + Relativo Corso di Laboratorio)	<17>
2° Fondamentale d'Indirizzo (Corso di lezioni + Relativo Corso di Laboratorio)	<18>
1° Opzionale	<19>
2° Opzionale	<20>

Quinto anno
Insegnamento

Esame

3°	Opzionale	<21>
4°	Opzionale	<22>
5°	Opzionale	<23>

Per la scelta dell'Indirizzo del Biennio, lo studente deve segnalare quattro corsi Fondamentali d'Indirizzo (FI-Due corsi base e rispettivi laboratori) e cinque Opzionali (C) oltre ai due Opzionali già scelti nel Triennio.

Gli Opzionali del Triennio possono essere scelti anche come Opzionali del Biennio.

I Corsi Fondamentali d'Indirizzo (FI) sono obbligatori.

Possono essere scelti fino a due Opzionali fuori dall'elenco degli opzionali previsti per quell'Indirizzo, anche tra gli insegnamenti di altri Corsi di Laurea della Facoltà di Scienze MM.FF.NN.

Qualora lo studente opti per un Piano di Studio Liberalizzato scegliendo più di due Corsi opzionali al di fuori di quelli previsti da un Indirizzo dovrà indicare cinque degli Opzionali elencati nel modulo.

Come Opzionali possono essere scelti anche i Fondamentali d'Indirizzo (FI).

Il Piano Liberalizzato può anche prevedere la scelta di Fondamentali d'Indirizzo (FI) presi da diversi Indirizzi:

- 1) Chimica Inorganica (2° corso) e Lab. Chimica Inorganica (2° corso) + Chimica Organica (3° corso) e Lab. Chimica Organica (3° corso)
- 2) Chimica Fisica (3° corso) e Lab. Chimica Fisica (3° corso) + Chimica Organica (3° corso) e Lab. Chimica Organica (3° corso)
- 3) Chimica Fisica (3° corso) e Lab. Chimica fisica (3° corso) + Chimica Inorganica (2° corso) e Lab. Chimica Inorganica (2° corso)

Si ricorda che non può essere scelta per es. la Chimica Organica (4° corso) se non è stata scelta anche la Chimica Organica (3° corso), mentre è possibile il contrario.

PROPEDEUTICITÀ

Nel sostenere gli esami devono essere osservate le seguenti propedeuticità:

- 1) l'esame di Chimica Generale e Inorganica/Lab. di Chimica Generale e Inorganica" (codice FI1002) è propedeutico a tutti gli altri esami su materie chimiche
- 2) gli esami indicati con 1°, 2°, 3° e 4° corso devono essere sostenuti secondo l'ordine progressivo (non è consentito sostenere l'esame di 2° corso prima di quello corrispondente di 1° corso, analogamente per l'esame di 3° corso rispetto a quello di 2° corso e per l'esame di 4° corso rispetto a quello di 3° corso).

INDIRIZZO: Chimica Inorganica

Fondamentali d'Indirizzo

1. FI1016	Chimica Inorganica 2° corso Lab. di Chimica Inorganica 2° corso	IV/1° IV/2°
2. FI1017	Chimica Inorganica 3° corso Laboratorio di Chimica Inorganica 3° corso	IV/2° IV/2°

I corsi di *Chimica Inorganica 2° corso* e *Laboratorio di Chimica Inorganica 2° corso* danno luogo ad una prova di accertamento unica così come i corsi di *Chimica Inorganica 3° corso* e *Laboratorio di Chimica Inorganica 3° corso*.

Opzionali d'Indirizzo

a) Orientamento: *Chimica Organometallica e Catalisi*

FI1039	Chimica dei Composti di Coordinazione	III/1°
FI1028	Chimica Inorganica (Applicazioni)	IV/1°
FI1036	Stereochimica (Inorganica)	IV/1°
FI1032	Chimica Inorganica (Reattività Composti Organometallici)	IV/2°
FI1029	Chimica Inorganica (Complementi)	IV/2°
FI1024	Chimica Bioinorganica **	IV/2°
FI1034	Meccanismi di Reazione in Chimica Inorganica	IV/2°
FI1051	Chimica Metallorganica	V/2°
FI2044	Chimica Inorganica (dei Materiali) *	V/2°

- * = del Corso di laurea in Chimica Industriale
- ** = Corso non attivato per l'a.a. 1995/96

b) Orientamento: *Chimica Inorganica Strutturale*

FI1039	Chimica dei Composti di Coordinazione	III/1°
FI1060	Strutturistica Chimica	III/2°
FI1036	Stereochimica (Inorganica)	IV/1°
FI1078	Chimica Fisica (Cristallochimica)	IV/1°
FI1040	Chimica Fisica dello Stato Solido e Superfici	IV/1°
FI1030	Chimica Inorganica (Cristallochimica)	IV/2°
FI1035	Mineralogia	IV/2°
FI1049	Chimica dello Stato Solido	V/1°
FI1045	Chimica Bioinorganica (Biocristallografia)	V/2°
FI2044	Chimica Inorganica (dei Materiali) *	V/2°

- * = Chimica Industriale

INDIRIZZO: Chimica Fisica*Fondamentali d'Indirizzo*

1. F11018	Chimica Fisica 3° corso Laboratorio di Chimica Fisica 3° corso	IV/1° IV/1°
2. F11019	Chimica Fisica 4° corso Laboratorio di Chimica Fisica 4° corso	IV/2° IV/2°

I corsi di *Chimica Fisica 3° corso e Laboratorio di Chimica Fisica 3° corso* danno luogo ad una prova di accertamento unica così come i corsi di *Chimica Fisica 4° corso e Laboratorio di Chimica Fisica 4° corso*.

*Opzionali d'indirizzo*a) Orientamento: *Elettrochimico*

F11054	Elettrochimica	III/2°
F11038	Chimica dei Sistemi Dispersi e Interfasi	IV/1°
F11040	Chimica Fisica dello Stato Solido e delle Superfici	IV/1°
F11078	Chimica Fisica (Cristallochimica)	IV/1°
F11044	Elettrochimica (Organica)	IV/2°
F12028	Chimica Fisica dei Materiali *	IV/2°
F12041	Misure Elettriche *	IV/2°
F12035	Scienza dei Metalli *	IV/1°
F12051	Elettrochimica Applicata *	V/1°
F12042	Corrosione e Protezione dei Materiali Metallici *	V/1°
F12054	Metallurgia *	IV/2°

* = Chimica Industriale

b) Orientamento: *Sperimentale-Applicativo*

F11022	Chimica Computazionale	III/2°
F11054	Elettrochimica	III/2°
F11060	Strutturistica Chimica	III/2°
F11031	Chemiometria	III/2°
F11078	Chimica Fisica (Cristallochimica)	IV/1°
F11038	Chimica Fisica Sistemi Dispersi e Interfasi	IV/1°
F11040	Chimica Fisica Dello Stato Solido e Superfici	IV/1°
F12028	Chimica Fisica dei Materiali *	IV/2°
F12035	Scienza dei Metalli *	IV/1°
F11063	Spettroscopia Molecolare	V/2°
F12051	Elettrochimica Applicata *	V/1°
F12052	Metallurgia *	IV/2°
F12042	Corrosione e Protezione dei Materiali Metallici *	V/1°
F12053	Fotochimica *	IV-V/1°

* = Chimica Industriale 5°/1°

Orientamento: *Teorico*

F11022	Chimica Computazionale	III/2°
F11027	Chimica Fisica (Complementi)	IV/1°
F11036	Stereochimica (Inorganica)	IV/1°
F11033	Chimica Teorica (Quantistica)	IV/2°
F11078	Chimica Fisica (Cristallochimica)	IV/1°
F11063	Spettroscopia Molecolare	V/2°
F11058	Chimica Teorica	V/1°
F12049	Cinetica Chimica e Dinamica Molecolare *	IV/2°
F03047	Macchine Calcolatrici **	
F03016	Metodi Matematici della Fisica **	
F09023	Metodi Matematici e Statistici ***	
F03014	Struttura della Materia **	

* = Chimica Industriale

** = Fisica

*** = Scienze Biologiche

INDIRIZZO: Chimica Organica*Fondamentali d'Indirizzo*

1. F11020	Chimica Organica 3° corso Laboratorio di Chimica Organica 3° corso	IV/1° IV/1°
2. F11021	Chimica organica 4° corso Laboratorio di Chimica Organica 4° corso	IV/2° IV/2°

I corsi di *Chimica Organica 3° corso e Laboratorio di Chimica Organica 3° corso* danno luogo ad una prova di accertamento unica così come i corsi di *Chimica Organica 4° corso e Laboratorio di Chimica Organica 4° corso*.

Opzionali dell'Orientamento: a) *Bioorganico*

F11023	Metodi Fisici in Chimica Organica	III/2°
F11048	Chimica delle Fermentazione e Microbiologia Industriale	IV/2°
F11042	Chimica delle Sostanze Organiche Naturali	IV/1°
F11046	Chimica Bioorganica	IV/1°
F11024	Chimica Bioinorganica	IV/1°
F12049	Cinetica Chimica e Dinamica Molecolare**	IV/2°
F11056	Chimica Organica (Superiore)	V/2°
F11077	Chimica Fisica Biologica *	
F09130	Farmacologia Industriale (Semestrale) ***	V
F09079	Biochimica Industriale (Semestrale) ***	V

Opzionali dell'Orientamento: Sintesi

F11023	Metodi Fisici in Chimica Organica	III/2°
F11053	Chimica Organica (Applicata)	III/2°
F12032	Chimica delle Macromolecole**	III/2°
F11037	Sintesi e Tecniche Speciali Organiche	IV/1°
F11055	Chimica Organica (Complementi) §	IV/2°
F11041	Chimica dei Composti Eterociclici	IV/2°
F11044	Elettrochimica (Organica)	IV/2°
F11057	Chimica dei Composti Organometallici (att.v. 96/97)	IV/2°
F12021	Chimica Organica Industriale**	IV/2°
F11059	Meccanismi di Reazione in Chimica Organica	V/1°
F11064	Stereochimica (Organica)	V/2°
F11052	Chimica Organica Fisica*	V/2°

§ = Mutuato da Chimica Organica Applicata di Chimica Industriale

* = Corso non attivato nell'a.a. 1995/96

** = Chimica Industriale

*** = Scienze Biologiche. Questi 2 esami assieme valgono un esame per Chimica

Per un Piano di Studio in Chimica Organica gli studenti del V anno possono includere 2 opzionali tratti anche da liste di altro Indirizzo. Pertanto il Piano di Studio di Indirizzo Organico in questo caso prevede l'inclusione dei 5 opzionali del singolo orientamento oppure 3/4 in uno dei due orientamenti e 1/2 nell'altro.

PIANO DI STUDIO LIBERALIZZATO

Un Piano di Studio diventa Liberalizzato quando lo studente sceglie più di due Opzionali fuori dagli Opzionali d'Indirizzo oppure quando sceglie Opzionali (fino ad un massimo di due) tra gli insegnamenti del Politecnico di Milano sottolencati:

EST061	Economia e Organizzazione Aziendale
EST218	Diritto Commerciale
EST219	Radiochimica e Chimica delle Radiazioni

Si possono scegliere come opzionali quelli impartiti nel Corso di Laurea in Chimica (compreso il corso di Chimica dell'Ambiente).

Si possono scegliere come Opzionali anche i Fondamentali d'Indirizzo.

Si possono scegliere Fondamentali d'Indirizzo presi da diversi Indirizzi secondo il seguente schema:

- Chimica Inorganica 2° corso + Lab./ Chimica Organica 3° corso + Lab.
- Chimica Fisica 3° corso + Lab./ Chimica organica 3° corso + Lab.
- Chimica Fisica 3° corso + Lab./ Chimica Inorganica 2° corso + Lab.

In ogni caso anche nella scelta del Piano Liberalizzato vanno rispettate le seguenti regole:

- | | | | |
|----|----|---------------------------------|----------------------|
| a) | 14 | esami Fondamentali del Triennio | (dal n° 1 al n° 14) |
| b) | 2 | esami Opzionali del Triennio | (dal n° 15 al n° 16) |
| c) | 2 | esami Fondamentali d'Indirizzo | (dal n° 17 al n° 18) |
| d) | 5 | esami Opzionali | (dal n° 19 al n° 23) |

I Corsi vanno distribuiti nel Biennio come segue:

Quarto anno

- | | | |
|----|---|------|
| 1° | Fondamentale d'indirizzo (Corso di lezioni + Relativo Corso di Laboratorio) | <17> |
| 2° | Fondamentale d'Indirizzo (Corso di lezioni + Relativo Corso di Laboratorio) | <18> |
| 1° | Opzionale | <19> |
| 2° | Opzionale | <20> |

Quinto anno

- | | | |
|----|-----------|------|
| 1° | Opzionale | <21> |
| 2° | Opzionale | <22> |
| 3° | Opzionale | <23> |

ESENZIONE DALLA TASSE

Per quanto riguarda l'esenzione dalle tasse ed ogni provvidenza a favore degli studenti meritevoli, si stabilisce il seguente piano di studio quantitativo:

- non meno di 4 esami al termine del 1° anno
- non meno di 8 esami al termine del 2° anno
- non meno di 14 esami al termine del 3° anno
- non meno di 18 esami al termine del 4° anno

PRESENTAZIONE DEL PIANO DI STUDIO

Il Piano di Studio si presenta dal 1° agosto al 31 dicembre all'inizio del 4° anno alle Segreterie di via Celora, 20.

AMMISSIONE AL LABORATORIO DI TESI

Durante il Biennio di Applicazione lo studente deve svolgere un lavoro di tesi sperimentale, secondo le norme dal Regolamento Tesi di Laurea, su argomenti pertinenti l'Indirizzo e il Piano di Studio prescelto.

REGOLAMENTO PER L'AMMISSIONE ALLO SVOLGIMENTO DELLA TESI DI LAUREA

Per essere ammesso a sostenere l'esame di laurea lo studente deve aver seguito tutti i corsi previsti dal Piano di Studio approvato dalla Facoltà e superato i relativi esami. Lo studente deve aver inoltre svolto il lavoro di tesi. L'esame di laurea consiste nella discussione della tesi con le modalità stabilite dal Consiglio del Corso di Laurea, in applicazione alle disposizioni vigenti.

REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DELLE TESI DI LAUREA IN CHIMICA (Nuovo Ordinamento)

1. Tipologia delle tesi

Le tesi di laurea si distinguono in:

- 1) Tesi Sperimentali
- 2) Tesi Compilative

1.1) Tesi di laurea sperimentali

Consistono in una dissertazione scritta sulle ricerche originali di carattere chimico compiute dallo studente sotto la guida di un Relatore, svolte nel laboratorio precisato nella domanda di ammissione.

Le tesi di Laurea Sperimentali si distinguono in:

- Tesi Sperimentali Interne
- Tesi Sperimentali Esterne

1.1a. **Tesi sperimentali interne:** sono quelle svolte presso il Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica, il Dipartimento di Chimica Organica e Industriale, il Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica e il Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica dell'Università di Milano e presso i Laboratori di Docenti Ufficiali del Corso di Laurea in Chimica che non afferiscono a tali Dipartimenti.

1.1b. **Tesi sperimentali esterne:** sono quelle svolte presso Laboratori di Enti Pubblici di Ricerca diversi da quelli indicati al punto 1.1a.

1.2) Tesi di laurea compilative

Consistono in una dissertazione scritta di carattere critico su ricerche bibliografiche, compiute dallo studente sotto la guida di un Relatore, su un argomento di carattere chimico.

2. Relatori di tesi di laurea in chimica

Il Relatore della Tesi di Laurea è il garante scientifico nei confronti del Consiglio del Corso di Laurea in Chimica della ricerca assegnata al laureando e del suo corretto svolgimento.

Il Relatore è unico.

Possono essere Relatori di Tesi di Laurea in Chimica tutti i Docenti Ufficiali del Corso di Laurea in Chimica, i Docenti Ufficiali di materie chimiche di altri Corsi di Laurea afferenti ai Dipartimenti Chimici sopra citati, gli Assistenti e i Ricercatori Confermati afferenti a tali Dipartimenti.

Possono essere Relatori di tesi di laurea in Chimica anche i Ricercatori C.N.R. che afferiscono ai Centri convenzionati con i Dipartimenti Chimici sopra citati, purché svolgano attività didattica ufficiale presso corsi di insegnamento di materie chimiche presso la Facoltà di Scienze MFN.

Il Relatore può essere coadiuvato da un massimo di due Correlatori.

3. Correlatori di tesi di laurea in chimica

Possono essere Correlatori di Tesi di Laurea in Chimica, oltre a coloro che possono essere Relatori, tutti i laureati cultori di materie chimiche ufficialmente strutturati nei Dipartimenti Chimici sopra citati.

In assenza di quest'ultima condizione, il Relatore deve documentare brevemente per iscritto la competenza specifica del Correlatore proposto sull'argomento della ricerca di tesi.

4. Durata della tesi

Lo studente non è ammesso a sostenere l'Esame di Laurea prima che sia trascorso un Anno Solare dalla Data di Ammissione in Tesi.

5. Frequenza al laboratorio delle tesi sperimentali

Il orario di frequenza del laboratorio di tesi viene concordato dallo studente con il Relatore tenendo conto del tipo di ricerca proposta per la tesi e degli impegni didattici dello studente.

6. Sessioni di ingresso in tesi e di laurea

Le ammissioni in tesi avvengono nei mesi di Maggio, Luglio, Novembre e Febbraio di ogni Anno Accademico, in concomitanza con le Sedute di Laurea. Le domande di ammissione in tesi, complete di tutta la documentazione richiesta, devono essere presentate tassativamente alla Segreteria Didattica entro le date riportate nel quadro seguente:

Sessioni	Lauree	Ingressi in tesi	
		Date ingressi	Presentazione domande
1ª Sessione	Maggio	Maggio	1-30 Aprile
	Luglio	Luglio	1-30 Giugno
2ª Sessione	Ottobre (fine)	Novembre	1-31 Ottobre
3ª Sessione	Febbraio	Febbraio	5 Febbraio

7. Norme speciali per le tesi sperimentali esterne e per le tesi compilative

CIRCA UN MESE PRIMA DELL'ESAME DI LAUREA IL LAUREANDO ILLUSTRERÀ LE CONCLUSIONI DELLE PROPRIE RICERCHE IN UN SEMINARIO PUBBLICO, ALLA PRESENZA DI QUATTRO DOCENTI UFFICIALI DI MATERIE CHIMICHE, NOMINATI DAL PRESIDENTE DELLA COMMISSIONE TESI DI LAUREA.

8. Condizioni per l'ammissione

Per essere ammesso al laboratorio di tesi lo studente deve:

- 1) aver superato tutti gli esami Fondamentali del Triennio Propedeutico e la Prova di Conoscenza della Lingua Inglese
- 2) aver frequentato i Laboratori dei corsi Fondamentali d'Indirizzo del 4° anno
- 3) aver superato tutti gli esami previsti dal Piano di Studi con l'eccezione di:
 - cinque Opzionali
 - o, in alternativa:
 - un Fondamentale d'Indirizzo (e relativo Laboratorio) e quattro Opzionali,
 - o, in alternativa:
 - due Fondamentali d'Indirizzo (e relativi Laboratori) e due Opzionali.

9. Domande di ammissione in tesi

9.1a. Tesi Sperimentali Interne

Lo studente che intende svolgere una tesi Sperimentale Interna deve presentare alla Segreteria Didattica, entro i termini precisati al punto 6., la domanda di ammissione in tesi sottoscritta dal Relatore, indicando il Dipartimento o Istituto presso il quale intende svolgere la tesi e l'argomento della ricerca.

L'elenco delle tematiche di ricerca disponibili è contenuto nelle pagine finali della presente Guida.

Le domande sono soggette all'approvazione del CCL.

9.1b. Tesi Sperimentali Esterne

Lo studente che intende svolgere una Tesi Sperimentale Esterna deve presentare alla Segreteria Didattica, entro i termini precisati al punto 6., la domanda di ammissione in tesi, sottoscritta dal Relatore, indicando l'Ente presso il quale intende svolgere la tesi e l'argomento della ricerca.

La domanda vanno allegati:

la motivazione della richiesta di svolgimento di tesi esterna

il programma dettagliato delle ricerche firmato dal Relatore e dal Correlatore
una dichiarazione firmata dal Direttore dell'Ente presso il quale viene svolta la tesi che attesti: la disponibilità ad ospitare il laureando, a concedergli l'uso delle attrezzature, a garantire la copertura finanziaria della ricerca, a garantire la copertura assicurativa del laureando.

La domanda deve essere comunque inoltrata dal Relatore al Rettore dell'Università di Milano una richiesta di estensione della copertura assicurativa dell'Università, indicando luogo e periodo in cui viene compiuta la ricerca. Copia di tale richiesta deve essere allegata alla domanda di ammissione in tesi.

Il Consiglio del Corso di Laurea valuta la richiesta dello studente accertando la validità delle motivazioni e l'impossibilità di svolgere lo stesso argomento, con un argomento affine, presso i Dipartimenti Chimici sopra citati.

9.1c. Tesi Compilative

Lo studente che intenda svolgere una Tesi Compilativa deve presentare alla Segreteria Didattica, entro i termini precisati al punto 6., la domanda di ammissione in tesi, sottoscritta dal Relatore, indicando l'argomento della ricerca e la bibliografia che intende svolgere.

9.1d. Casi particolari

Casi particolari, anche in deroga al presente Regolamento, potranno essere autorizzati dal Consiglio del Corso di Laurea.

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI CORSO DI LAUREA IN CHIMICA

1. ISTITUZIONI DI MATEMATICHE (1° corso) (F11001) PROF. STEFANIA DE STEFANO

Campi numerici

Campo razionale. Campo dei numeri reali e suo ordinamento. Equivalenza della proprietà di completezza con l'esistenza dell'estremo superiore (risp.: inferiore) di ogni insieme superiormente (risp.: inferiormente) limitato di numeri reali. Nozione di intervallo sulla retta reale (aperto, chiuso, limitato o non) e di intorno di un punto. Il campo complesso. Forma algebrica e forma trigonometrica dei numeri complessi. Piano di Argand-Gauss. Esistenza di n radici n -esime di un numero complesso. Teorema fondamentale dell'algebra.

Algebra lineare e geometria analitica

Lo spazio vettoriale \mathbb{R}^n . Sottospazi vettoriali; sistemi di vettori indipendenti; basi; dimensione; Prodotto scalare; ortogonalità tra vettori. Norma di un vettore: sue proprietà algebriche; disuguaglianze di Cauchy-Schwartz e triangolare. Basi ortonormali. Prodotto vettoriale in \mathbb{R}^3 e determinante delle matrici 3×3 . Applicazioni alla geometria analitica piana e spaziale: rappresentazione parametrica e cartesiana di rette e piani; incidenza, parallelismo; riconoscimento di rette sghembe. Distanza tra due punti, tra un punto e una retta nel piano e nello spazio, tra un punto e un piano. Cenni alle equazioni canoniche di ellissi, iperboli e parabole nel piano; parametrizzazione delle ellissi (coordinate polari).

Funzioni

Generalità: concetto di funzione tra due insiemi (in particolare di numeri reali); dominio e codominio di una funzione; composizione di funzioni; funzioni iniettive, suriettive, biunivoche, invertibili. Funzioni reali di variabile reale: grafico; funzioni limitate, massimi (o minimi) assoluti o relativi per una funzione; funzioni monotone, funzioni convesse (concave). Operazioni aritmetiche sulle funzioni. Parità; periodicità. Funzioni elementari: funzioni lineari, funzioni potenza, funzione esponenziale e sua inversa, funzioni trigonometriche e loro inverse, funzioni iperboliche.

Successioni numeriche

Limite di una successione (sua unicità). Carattere delle successioni monotone. Teorema della permanenza del segno. Criteri di convergenza (di Cauchy, del confronto con una coppia di successioni), limitatezza delle successioni convergenti. Calcolo del limite di una successione; forme di indecisione e limiti notevoli. Asintoticità: suo uso nel calcolo dei limiti infinitesimi (infiniti): loro confronto; ordine di infinitesimo (infinito); concetto di o . Criteri del rapporto e della radice.

Limiti di funzioni e funzioni continue

Definizione di limite di una funzione $f(x)$ per x che tende ad A (finito o non); limiti dalla sinistra e dalla destra. Proprietà e concetti derivanti da quelli dei limiti di successioni. Asintoti verticali, orizzontali ed obliqui. Continuità in un punto e su un intervallo; tipi di discontinuità con esempi. Chiusura dell'insieme delle funzioni continue in un punto rispetto alle operazioni aritmetiche e alla composizione. Teoremi per funzioni continue su un intervallo chiuso e limitato: di esistenza degli zeri, di esistenza dei valori intermedi, di limitatezza e di esistenza degli estremi assoluti; teorema delle piccole oscillazioni. Esempi e controesempi. Determinazione degli zeri di una funzione continua mediante il metodo di bisezione.

Calcolo differenziale

Tasso di incremento di una funzione reale di variabile reale, derivata, retta tangente al grafico di una funzione, punti angolosi e cuspidi. Derivate successive. Approssimazione lineare di una funzione derivabile nell'intorno di un punto: connessioni della derivabilità con la continuità e con la differenzialità. Calcolo delle derivate delle funzioni elementari. Regole di derivazione: delle funzioni composte, della somma, del prodotto, del reciproco; derivabilità dell'eventuale inversa di una funzione derivabile.

Applicazione del calcolo differenziale

Teorema di annullamento della derivata prima in un estremo relativo. Teorema del valor medio (Rolle-Lagrange) e sue applicazioni: relazioni tra le primitive di una stessa funzione; studio degli intervalli di monotonia di una funzione e ricerca dei punti estremanti; caratterizzazione delle funzioni derivabili convesse; ricerca dei punti di flesso. Teorema della media di Cauchy e teorema di approssimazione polinomiale (di Taylor) con il resto nella forma di Lagrange (con stima); polinomi di MacLaurin di funzioni elementari. Uso dei polinomi di Taylor nel calcolo di limiti, nel calcolo approssimato del valore assunto da una funzione in un punto; criterio generale per la determinazione dei punti estremanti o di flesso di una funzione più volte derivabile. Studio di funzioni.

Calcolo integrale

Somme inferiori e somme superiori associate ad una partizione di un intervallo chiuso limitato, relative ad una funzione limitata; funzioni Riemann-integrabili.

Classi di funzioni Riemann-integrabili (continue, limitate con un numero finito di discontinuità, monotone). Integrale definito: suo significato geometrico e proprietà. Determinazione delle aree di regioni piane limitate; determinazione del volume di solidi di rotazione e non. Funzione integrale. Teorema del valor medio, teorema fondamentale del calcolo integrale e conseguenze sul calcolo dell'integrale definito di una funzione continua. Integrali indefiniti: integrazione per scomposizione, per sostituzione, per parti. Cenni all'integrazione delle funzioni razionali fratte. Limiti negli estremi del dominio di una funzione integrale: integrali impropri di prima e di seconda specie (con

esempi chiave). Criteri sufficienti per l'esistenza dell'integrale improprio di funzioni positive (del confronto, del confronto asintotico, degli infinitesimi o degli infiniti).

Serie numeriche

Convergenza semplice ed assoluta di una serie di numeri reali; sua somma. Esempi: serie telescopiche, serie geometrica, serie armonica. Criterio di convergenza di Cauchy; criteri per serie a termini non negativi (del confronto, del confronto integrale, della radice e del rapporto, del confronto asintotico, degli infinitesimi). Esempi: serie armoniche generalizzate, serie esponenziali ecc. Criterio di convergenza per serie con termini a segni alterni.

Serie di funzioni

Convergenza puntuale ed uniforme di una serie di funzioni. Criterio di Weierstrass per l'uniforme convergenza; ricerca del raggio di uniforme convergenza di serie di potenze. Condizioni per la sviluppabilità in serie di Taylor di una funzione. Sviluppi di MacLaurin di funzioni elementari.

Testi ed esercizi suggeriti

Marcellini, Stordone: *Calculus*. Ed. Liguori, Napoli (1992).

Apostol: *Calcolo*, vol. I, Ed. Boringhieri.

Avantaggiati: *Istituzioni di matematica*, Casa Editrice Ambrosiana, Milano (1991).

Bertsch: *Istituzioni di matematica*, Ed. Bollati Boringhieri, Torino (1994).

De Biase, Fumagalli, Zanco: *Esercizi e complementi di Analisi Matematica*, Ed. Giappichelli, Torino.

Sono a disposizione degli studenti anche appunti delle lezioni e svolgimenti dei temi d'esame.

2A. CHIMICA GENERALE E INORGANICA (F11002) **PROF. SERGIO CENINI**

Atomi e loro struttura

Individui chimici e miscele. Particelle elementari presenti nell'atomo. Isotopi, simboli degli elementi, pesi atomici relativi e assoluti. Difetto di massa. Primi modelli atomici. La quantizzazione dell'energia. Teoria di Bohr per l'atomo di idrogeno. Introduzione alla meccanica quantistica. L'atomo di idrogeno. Rappresentazione grafica degli orbitali. Rappresentazione grafica della densità elettronica radiale. La degenerazione orbitale. Classificazione degli orbitali e numeri quantici. I sistemi idrogenoidi. Espressione analitica dell'equazione d'onda di Schrodinger e interpretazione di ψ come nuvola di carica. Livelli energetici degli atomi polielettronici. Principio di esclusione di Pauli e regola di Hund.

Il sistema periodico degli elementi

Occupazione degli orbitali col crescere del numero di elettroni. La tavola periodica degli elementi. Energia di ionizzazione ed elettroni di valenza. Affinità elettronica.

Il legame chimico

Il legame ionico. Il legame covalente. Strutture di Lewis. Il legame dativo. Elettronegatività. Mesomeria e risonanza. Legame coordinativo e principio di elettroneutralità. Legame di idrogeno. Forze di van der Waals e altre interazioni elettrostatiche. Legame covalente e geometria molecolare. Orbitali ibridi. Orbitali molecolari. La molecola H_2 . Regole di combinazione degli OA per costruire gli OM. Molecole biatomiche omonucleari. Molecole biatomiche eteronucleari. OM Localizzati. OM delocalizzati. Legami tricentrici. Legame chimico nei metalli. Isolanti e semiconduttori.

Lo stato solido

Raggi atomici. Cristalli molecolari. Cristalli ionici. Altre strutture cristalline.

La materia allo stato gassoso

La pressione. Leggi dei gas. Teoria cinetica dei gas. Comportamento dei gas reali.

Termodinamica chimica

Sistemi e funzioni di stato. Lavoro e calore. Energia interna e primo principio della termodinamica. Calore di reazione e entalpia. Condizioni standard e entalpia. Condizioni standard e entalpie di varie trasformazioni. Termochimica. Energia di legame e calore di reazione. Tendenza a reagire di un sistema. Entropia e secondo principio della termodinamica. Terzo principio della termodinamica. Energia libera. Energia libera e costante di equilibrio. Dipendenza della costante di equilibrio dalla temperatura. Dipendenza dalla temperatura di ΔH , ΔS e ΔG .

Diagrammi di stato. Stato liquido e soluzioni

Regola delle fasi e proprietà fisiche dei liquidi. Tensione di vapore delle soluzioni e leggi di Raoult. Punto di ebollizione e punto di congelamento di una soluzione. Soluzioni ideali di due componenti volatili. La distillazione. Soluzioni non ideali. Soluzioni sature, solubilità. La pressione osmotica. Ripartizione di un soluto tra solventi immiscibili e solubilità dei gas nei liquidi. Lo stato colloidale. Coefficienti di attività.

Velocità di reazione

Ordine di reazione. Determinazione sperimentale dell'ordine di reazione. Processi elementari e meccanismo di reazione. Teoria della collisione e energia di attivazione. Dipendenza della velocità di reazione dalla temperatura. Reazioni fotochimiche e reazioni di ordine frazionario. Velocità di reazione e equilibrio chimico. Reazioni in soluzione. I catalizzatori.

Acidi e basi

Teoria di Arrhenius degli acidi e delle basi. Acidi e basi secondo Brønsted e Lewis. Forza degli acidi e delle basi. Prodotto ionico dell'acqua e pH. Acidi di basi deboli. Idrolisi. Soluzioni tampone. Gli indicatori. Titolazioni acidometriche. Equilibri di dissociazione a più stadi.

Elettrochimica

Conducibilità elettrica delle soluzioni acquose. Conducibilità molare. Proprietà delle soluzioni e coefficienti di Van't Hoff. Energia libera e lavoro elettrico. Le pile. Potenziali di ossido-riduzione. Impiego dei potenziali normali. Potenziali di ossido-riduzione variabile col pH. Potenziali di ossido-riduzione degli ioni complessi. Inversione della pila. Ite di concentrazione. Titolazioni potenziometriche. Misure potenziometriche del pH. L'elettrolisi. Prodotti dell'elettrolisi. Sovratensione. Leggi dell'elettrolisi. Processi elettrolitici industriali. Pile di pratico impiego.

Composti di coordinazione

Sguardo storico. Il legame coordinativo. Primi sviluppi. Teoria del legame di valenza. Teoria del campo cristallino. Teoria del campo dei leganti. Teoria degli orbitali molecolari. Leganti polidentati e chelanti. Applicazioni dei complessi in chimica analitica. Leganti a ponte. Carbonilmetalli e cianometallati. Complessi π . Composti di coordinazione e catalisi omogenea. Isomeria nei composti di coordinazione.

Radioattività e chimica nucleare

Stabilità nucleare e radioattività. Radiazioni α , β e γ . Riconoscimento e misura della radioattività. Nuclidi radioattivi e famiglie radioattive naturali. Reazioni nucleari e radioattività artificiale. Impiego degli atomi radioattivi, prodotti artificialmente. Fissione nucleare. Fusione nucleare. Elementi transuranici.

Chimica Inorganica

Proprietà periodiche. Gli ossidi e gli idruri. Idrogeno e ossigeno. I gas nobili. Gruppo VII B degli alogeni. Gruppo VI B dei calogeni: lo zolfo. Gruppo V B dell'azoto. Gruppo IV B del carbonio. Gruppo III del boro: boro e alluminio. Contrazione lananoidea. Gruppo I A dei metalli alcalini. Sottogruppo I B del rame: rame, cenni a argento e oro. Gruppo II A del berillo. Sottogruppo II B dello zinco. Il cromo. Il manganese (nelle sue applicazioni analitiche). Il ferro.

Testi consigliati

L. Malatesta, S. Cenini, Principi di Chimica Generale con esercizi, Casa Editrice Ambrosiana - Milano (1989).

L. Malatesta, Chimica Inorganica, L.G. Guadagni, 1992.

**2B. LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE ED INORGANICA
(F11002)
PROF. ALESSANDRO CERIOTTI - DR. ROBERTO DELLA PERGOLA**

Misura delle grandezze. Fattori di conversione tra unità di misura. Calcolo dimensionale. Significatività delle misure. Cifre significative. Arrotondamento. Errore assoluto e relativo.

Unità di massa atomica. Numero di Avogadro. Mole. Mole di atomi, di molecole, di formule. Peso atomico, peso molecolare, peso formula. Peso molare. Conversioni tra numero di grammi, numero di moli, numero di atomi o molecole o formule.

Formule chimiche. Rapporti in peso tra gli elementi che compaiono in una formula. Calcolo della composizione in peso data una formula; calcolo della formula minima data la composizione in peso.

Rapporti in moli e in peso nelle reazioni chimiche. Equazioni chimiche bilanciate: coefficienti stechiometrici, rapporto stechiometrico dei reagenti, reagenti in difetto e in eccesso, agente limitante. Rendimento e conversione di una reazione. Calcolo della composizione di una miscela di reazione noto il rendimento e viceversa.

Numeri di ossidazione. Calcolo del numero di ossidazione di un elemento in un composto. Tipi di reazioni chimiche: acido-base, ossido-riduzione. Bilanciamento delle equazioni chimiche noti i reagenti e i prodotti. Bilanciamento delle equazioni chimiche di ossido-riduzione, note le forme ossidate e ridotte, con il metodo delle semireazioni in soluzione acquosa e con il metodo del numero di ossidazione per le reazioni in solido.

Numero di equivalenza per le reazioni di ossido-riduzione per le reazioni acido-base. Equivalente. Peso equivalente.

Le soluzioni. Modi per esprimere la composizione: percentuale in peso, in volume, frazione molare, molarità, grammi/litro, molarità, normalità. Analisi gravimetrica; analisi volumetrica: titolazioni acido-base e ossidometriche.

Legge dei gas ideali e di miscele di gas ideali. L'equazione di stato dei gas perfetti. Densità di sostanze gassose. Calcolo di pesi molecolari di sostanze gassose. Reazioni chimiche con reagenti e/o prodotti gassosi. Miscugli gassosi a comportamento ideale: frazioni molari, pressioni parziali. Conversioni tra percentuali in peso e percentuali in volume/moli/pressione. Calcolo della densità e del peso molecolare medio di un miscuglio gassoso.

L'equilibrio chimico: equilibrio omogeneo in fase gassosa ed equilibrio eterogeneo gassoso. Costanti di equilibrio. Calcolo delle diverse costanti: noti la composizione all'equilibrio e i parametri di stato e viceversa. Variazioni della composizione di equilibrio esterno. Grado di avanzamento di una reazione: definizione ed ionico, in soluzione acquosa. Dissociazione elettrolitica. Elettroliti ionici dell'acqua. Soluzioni neutre, acide e basiche. pH e pOH. Calcoli relativi a soluzioni, con o senza il contributo della dissociazione dell'acqua all'acidità o alla basicità, nell'ambito della seguente casistica: 1) acidi forti e basi forti; 2) acidi deboli, mono o poliprotici; 3) basi deboli, mono o poliprotiche; 4) miscele di acidi deboli, mono o poliprotici; 5) miscele di basi deboli,

mono o poliprotiche; 6) miscele di acidi forti e acidi deboli; 7) miscele di basi forti e basi deboli; 8) soluzioni tampone; 9) sali con idrolisi acida; 10) sali con idrolisi basica; 11) sali con comportamento anfotero; 12) miscele di più soluzioni riconducibili ad uno dei casi precedenti: titolazioni acido-base. Grado di dissociazione: definizione e applicazioni. Influenza sulle proprietà colligative. Equilibrio omogeneo, ionico, in soluzione acquosa riguardante gli ioni complessi.

Equilibrio eterogeneo solido-soluzione acquosa: solubilità, prodotto di solubilità di sali e di idrossidi poco solubili. Calcolo del prodotto di solubilità nota la solubilità in acqua e viceversa. Effetto dello ione in comune sulla solubilità. Calcoli relativi alla formazione di precipitato per miscelamento di soluzioni. Calcoli relativi alla solubilità in presenza di equilibri idrolitici e di complessazione. Calcoli relativi alla solubilità al variare del pH soluzione.

Elettrochimica. Elettrolisi. Leggi di Faraday. Equivalente elettrochimico. Calcolo delle quantità di sostanza liberate agli elettrodi. Tensione di decomposizione.

Potenziali elettrodi di riduzione. Scala elettrochimica. Equazione di Nernst. Calcolo della tensione attuale di un semielemento. Calcolo della forza elettromotrice di una pila.

Inoltre, ad integrazione delle esercitazioni numeriche in aula, vengono effettuate esercitazioni pratiche in laboratorio.

Tali esercitazioni vertono sull'acquisizione delle più elementari tecniche di base e sulla sintesi di semplici composti inorganici e organometallici. Inoltre vengono effettuate determinazioni chimico-fisiche di pesi molecolari, di solubilità e curve di titolazione mediante piaccometria e potenziometria.

Tesi consigliati

M.Freni, A.Sacco, *Stechiometria*, ed. L.G.Guadagni (Milano).

J.L.Rosenberg, *Teoria ed Applicazioni di Chimica Generale*, collana Schaum, ed. Etas-Libri (Milano).

P.E.Goldberg, *Schaum's 3000 Solved Problems in Chemistry*, ed. McGraw-Hill Book Co.

A.Ceriotti, F.Porta, *Esercizi di Stechiometria*, Vol.II-Vol.IV, ed. CUSL, (Milano).

3. FISICA GENERALE (1° corso) (F11003)
PROF. MICHELANGELO FAZIO

a. Meccanica

Grandezze, unità, campioni, dimensioni

Grandezze fisiche. unità di misura - Campioni e loro requisiti - Il Sistema Internazionale - Dimensioni di una grandezza: criterio di omogeneità e controllo dimensionale - Criteri di scelta di terne dimensionalmente coerenti e metodo del determinante.

Vettori

Grandezze scalari e vettoriali - Algebra vettoriale: somma, differenza, componenti, versioni, prodotto scalare e vettoriale - Regola della mano destra.

Teoria degli errori

Errori sistematici e casuali - Accuratezza e precisione di una misura - Valore medio - Errore assoluto, relativo, percentuale - Deviazione standard - Precisione percentuale - Curva di Gauss - Propagazione degli errori e calcolo degli errori di grandezze misurate indirettamente - Errore più probabile.

Cinematica

Punto materiale: vettori posizione e spostamento - Legge oraria del moto - Equazioni parametriche - Equazione della traiettoria - Velocità media e istantanea - Accelerazione media e istantanea - Moto rettilineo uniforme, uniformemente accelerato, vario, curvilineo, circolare, armonico semplice: leggi orarie e studio grafico - Moto dei gravi: gittata, altezza massima - Forma vettoriale dell'accelerazione nei moti curvilinei: accelerazione centripeta e tangenziale e loro origine - Grandezze cinematiche rotazionali e relative unità di misura.

Dinamica del punto

Massa inerziale - Forza - Principio di inerzia Legge fondamentale della dinamica - Principio di azione e reazione: punto di applicazione; reazioni centrifughe e forze centripete - Metodi di misura di masse e forze - Bilance e dinamometri - Elasticità e legge di Hooke - Forze di attrito - Pendolo semplice.

Centro di massa e quantità di moto

Centro di massa - Baricentro - Moto del centro di massa e principi di conservazione - La II legge di Newton per sistemi a massa variabile - Quantità di moto e relativo principio di conservazione - Impulso e forze impulsive - Urti e loro classificazione geometrica.

Energetica

Lavoro di una forza costante e variabile - Lavoro come area - Energia cinetica e relativo teorema - Forze posizionali o conservative: metodi di riconoscimento, condizioni di Schwartz - Energia potenziale e campi conservativi - Energia potenziale di gravità - Energia elastica - Principio di conservazione dell'energia - Forze dissipative ed estensione del teorema di conservazione dell'energia - Potenza - Equilibrio del punto materiale dal punto di vista energetico -

Classificazione energetica degli urti. Moto di un sistema massa-molla - Energia nel moto armonico - Molle in serie e in parallelo.

Dinamica dei corpi rigidi

Corpo rigido - Sistemi discreti e continui - Moto traslatorio e rotatorio - Moti assiali e polari - Momento meccanico - Momento angolare e momento d'inerzia per punti materiali e per corpi estesi - Teorema di Huygens-Steiner - Relazione tra momento angolare e momento d'inerzia - Equazioni cardinali della dinamica dei corpi rigidi - Sistemi isolati meccanicamente e loro condizioni di equilibrio - Conservazione del momento angolare - Urti con conseguenze rotatorie - Lavoro e potenza nei moti rotatori.

Meccanica dei fluidi

Fluido perfetto - Concetto di pressione - Legge di comprimibilità - Legge di viscosità - Principio di isotropia - Principio di Pascal - Principio di Stevino.

Onde meccaniche

Moti periodici - Propagazione ondosa - Classificazione delle onde - Propagazione delle onde piane: equazione di D'Alembert - Onde progressive e regressive - Soluzione generale dell'equazione delle onde - Onde piane sinusoidali - Intensità e potenza delle onde.

b. Termodinamica

Calore e temperatura

Concetto di calore - Temperatura - Definizione calorimetrica del calore - Fonti di calore - Conduttori e isolanti - Equilibrio termico - Scala Celsius, Fahrenheit e Kelvin - Dilatazione termica - Termometri - Relazione fondamentale della termologia - Capacità termica - Sorgenti di calore - Equivalenza calore-lavoro: il joule e la caloria, mulinello di Joule - Propagazione del calore - Legge di Fourier - Calorimetri e termos - Equilibrio termico di miscugli - I gas perfetti e le loro leggi - Zero assoluto - Cambiamenti di stato: calori latenti e scambi di calore.

Teoria cinetica

Modello di gas perfetto - Legge di Joule-Clausius - Velocità quadratica media - Energia interna di un gas perfetto - Energia traslazionale e rotazionale - Gradi di libertà: principio di equipartizione - Distribuzione delle velocità: maxwelliana; velocità più probabile.

Primo principio della termodinamica

Trasformazioni aperte e cicli - Equazioni di stato e funzioni di stato: coordinate rappresentative macroscopiche - Equilibrio termodinamico - Carattere di una trasformazione: reversibilità e irreversibilità - Tracce nell'ambiente esterno - Lavoro di espansione - Le più importanti trasformazioni termodinamiche - Primo principio per sistemi qualsiasi e per gas perfetti - Energia interna -

Energia interna di un gas perfetto: l'espansione libera di Joule - Identificazione dell'energia interna della teoria cinetica con quella termodinamica - Calori specifici molari dei gas perfetti: relazione di Mayer ed equipartizione dell'energia - Politropiche e relativi calori specifici - Equazioni di Poisson - Il lavoro adiabatico come funzione di stato - Calcoli di scambi di calore e di lavori nelle varie trasformazioni. Dilatazione e comprimibilità di gas perfetti nelle politropiche.

Secondo principio della termodinamica

Trasformazioni calore-lavoro - Cicli termodinamici e loro rappresentazione nel piano (p, V) - Macchine termiche e frigorifere - Il secondo principio di Kelvin-Planck - Il secondo principio di Clausius - Il secondo principio e la irreversibilità - Rendimento e fattore di qualità e relativa relazione - Concetto di macchina operante tra due sorgenti - Il ciclo di Carnot e il suo rendimento - Teorema di Carnot per cicli termici e frigoriferi - Irraggiungibilità dello zero assoluto: nuova forma del secondo principio - Attendibilità di un ciclo termodinamico.

Entropia

Disuguaglianza di Clausius - Integrali di Clausius - Attendibilità di un ciclo e teorema di Carnot - Entropia - Variazioni di entropia nelle varie trasformazioni - Entropia e reversibilità - Entropia e lavoro - Entropia e disordine - Entropia e probabilità termodinamica: equazione di Boltzmann - Entropia dell'universo: l'enunciato di Clausius - Variazioni di entropia di sistema, ambiente e universo in trasformazioni aperte e cicli reversibili e irreversibili - Criteri di scelta di coordinate rappresentative - Il piano di Gibbs e le rappresentazioni in esso - Ciclo di Carnot nel piano di Gibbs - La costante dell'entropia.

4. ISTITUZIONI DI MATEMATICHE (2° corso) (F11004)

PROF. CLAUDIO VERDI

Algebra lineare.

Spazio vettoriale R^n ; prodotto scalare, norma. Sottospazio vettoriale, indipendenza lineare, base, dimensione; teorema dell'alternativa. Trasformazioni lineari e loro rappresentazione mediante matrici. Matrici invertibili. Determinante di una matrice. Rango di una matrice. Caratterizzazione delle matrici invertibili. Sistemi lineari. Teorema di Cramer. Teorema di Rouché-Capelli. Metodo di eliminazione di Gauss. Autovalori e autovettori di una matrice.

Successioni e serie di funzioni.

Serie numeriche. Criterio di Cauchy. Serie a termini positivi: criterio del confronto, del confronto asintotico, del rapporto, della radice, del confronto con un integrale. Serie assolutamente convergenti. Serie alternanti. Successioni e serie di funzioni: convergenza puntuale e uniforme. Proprietà delle successio-

ni e delle serie convergenti uniformemente: continuità del limite e passaggio al limite sotto segno di integrale; derivazione. Criterio di Weierstrass. Serie di potenze; integrazione e derivazione termine a termine. Sviluppi in serie di Taylor di elementari funzioni analitiche.

Equazioni differenziali ordinarie.

Equazioni differenziali in forma normale e problema di Cauchy. Campo di direzioni. Teorema di Cauchy di esistenza e unicità "in piccolo". Equazioni ai differenziali esatti, a variabili separabili, lineari, omogenee, di Bernoulli; alcune equazioni di ordine superiore al primo. Equazioni lineari di ordine n ; il teorema dimensionale, sistema fondamentale di soluzioni; integrale generale dell'equazione non omogenea. Equazioni lineari di ordine n a coefficienti costanti: sistema fondamentale di soluzioni della omogenea associata; integrale particolare della non omogenea: il metodo degli annihilatori e di variazione dei parametri.

Curve in R^n .

Rappresentazione parametrica di una curva in R^n . Curva semplice, chiusa, regolare; vettore tangente. Rettificabilità di una curva; lunghezza di una curva regolare; lunghezza di una curva in coordinate polari.

Limiti, continuità e calcolo differenziali R^n .

Elementi di topologia in R^n . Punti interni, insiemi aperti. Insieme connesso, convesso, semplicemente connesso. Campi scalari. Limiti, continuità. Derivate parziali e derivate direzionali. Differenziabilità di un campo scalare. Continuità di un campo scalare differenziabile. Differenziabilità di un campo scalare con derivate parziali continue. Regola di derivazione delle funzioni composte. Derivate parziali del secondo ordine, teorema di Schwarz. Campi vettoriali. Continuità, derivate, matrice Jacobiana. Superfici parametriche regolari in R^3 , piano tangente.

Applicazioni del calcolo differenziale.

Funzioni definite implicitamente e derivate; teorema del Dini. Estremi relativi di un campo scalare; condizione necessaria del gradiente nullo. Formula di Taylor del secondo ordine, matrice Hessiana. La natura di un punto stazionario (massimo, minimo, sella) determinata per mezzo degli autovalori della matrice Hessiana. Il teorema di Weierstrass sull'esistenza di massimo e minimo assoluti di un campo scalare. Ricerca di massimi e minimi liberi e vincolati. Estremi vincolati: metodo dei moltiplicatori di Lagrange.

Integrali curvilinei.

Integrale curvilineo di un campo vettoriale. Campo vettoriale conservativo: indipendenza dell'integrale curvilineo dalla traiettoria. Primo e secondo teorema fondamentale del calcolo integrale per integrali curvilinei; condizioni necessarie e sufficienti affinché un campo vettoriale sia un gradiente. Espressione di una funzione potenziale. Condizione necessaria del rotore nullo; la condizione è sufficiente su insiemi convessi o semplicemente connessi.

Integrali doppi.

Integrale doppio di una funzione continua, formule di riduzione per regioni normali rispetto all'asse x o y . Interpretazione geometrica dell'integrale doppio come volume di un solido. Cambiamento di variabili in un integrale doppio. Il teorema di Green nel piano; applicazioni.

Testi consigliati

T. Apostol. *Calcolo*, Vol. III. Boringhieri, Torino.

A. Avantaggiati. *Istituzioni di Matematica*. Casa Editrice Ambrosiana, Milano.

M. Bertsch. *Istituzioni di Matematica*. Boringhieri, Torino.

F. Conti. *Calcolo, teoria e applicazioni*. McGraw-Hill, Milano.

P. Marcellini e C. Sbordone. *Esercitazioni di Matematica*, Vol. II. Liguori, Napoli.

5A. LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA (1° corso) (F11005)

PROF. UGO SARTORELLI

Obiettivo dell'insegnamento è quello di preparare lo studente ad eseguire un'analisi qualitativa inorganica.

Durante le 25 ore di lezione:

- verrà descritto il comportamento, in soluzione, dei cationi e degli anioni più comuni, secondo il seguente schema: stabilità in funzione del pH; solubilità dei loro composti; formazione di complessi; reazioni di ossidoriduzione;
- verranno suddivisi i cationi in sei gruppi analitici e gli anioni in base alla solubilità di alcuni loro sali
- verranno discussi gli schemi proposti per il riconoscimento dei cationi e degli anioni.

Durante le 50 ore di esercitazioni in laboratorio: verranno eseguite analisi di singoli composti inorganici o di miscele.

Testi consigliati

G. Charlot, *Analisi Chimica Qualitativa, Equilibri in soluzione*, Editore Piccin, Padova.

F.P. Treadwell, *Chimica Analitica, Volume I: Analisi Qualitativa*, Editore Valardi, Milano.

A.I. Vogel, *Macro and semimicro qualitative inorganic analysis*, Editore Longmans, London.

5B. LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA (2° corso) (F11005)

PROF. CARLO DOSSI

Misura ed errore

Errori determinati ed indeterminati. Precisione ed accuratezza. Propagazione dell'errore. Cifre significative, arrotondamenti.

Cenni di statistica. Distribuzione degli errori, valor medio, deviazioni standard. Problemi numerici.

Solubilità e composti umici

Prodotto di solubilità, effetto ione comune, separazioni per formazione di complessi, per precipitazione, pH e solubilità. Forza ionica. Attività e concentrazione.

Metodi di campionamento e trattamento del campione.

Scelta della metodologia di campionamento ed errore associato. Metodi di attacco del campione; per via umida, per fusione. Vantaggi e svantaggi. Applicazioni.

Analisi gravimetrica

Il processo di precipitazione; filtrabilità e purezza del precipitato. Precipitanti inorganici ed organici. Calcoli nell'analisi gravimetrica.

Applicazioni analitiche dell'analisi gravimetrica.

Cenni sulle tecniche termoanalitiche (TG, DTA, TPR, TPD).

Problemi numerici.

Analisi volumetrica per titolazione

Generalità dell'analisi volumetrica. Definizione di punto di equivalenza e di punto finale. Standard primari, soluzioni standard. Calcoli nell'analisi gravimetrica. Metodologie di titolazione: dirette, inverse, per spostamento, indirette. Problemi numerici.

Titolazioni per precipitazione

Calcolo delle curve di titolazione. Determinazione del punto finale. Applicazioni analitiche. Metodi di Mohr, Volhard e Fajans.

Titolazioni acido base

Calcolo delle curve di titolazione per acidi e basi forti. Soluzioni tampone. Curve di titolazione per acidi deboli e basi deboli. Determinazione del punto finale. Indicatori acido-base: generalità criteri di scelta ed errore. Acidi e basi poliprotici. Curve di titolazione per acidi e basi poliprotici, e per specie anfiprotiche. Selettività nelle titolazioni acido/base; analisi di miscele. Applicazioni analitiche delle titolazioni acidobase. Metodo di Kjeldahl.

Titolazioni acido-base in solvente non-acquoso

Tipi di solventi. Reazioni di neutralizzazione in solventi antiprotici.

Influenza dell'acidità intrinseca, della costante di autoprotolisi e della costante dielettrica. Criteri di scelta. Determinazione del punto finale. Applicazioni analitiche.

Titolazioni per formazione di complessi

Reazioni di complessazione. EDTA e acidi aminopolicarbossilici. Costante di formazione assoluta e condizionale. Calcolo curve di titolazione. Effetto di agenti complessanti ausiliari. Indicatori per complessometria; generalità, criteri di scelta ed errore. Applicazioni analitiche

Titolazioni di ossido-riduzione

Celle elettrochimiche. Potenziali standard e potenziali di cella. Legge di Nernst. Le reazioni di ossido-riduzione. Calcolo delle curve di titolazione. Determinazione del punto finale. Indicatori redox generalità, criteri di scelta. Preriduzione e preossidazione. Riduttori di Walden e Jones. Applicazioni analitiche. Permanganato, cerio, bicromato. Iodometria e iodimetria. Metodo di Zimmermann-Reinhardt; analisi di H₂O secondo Karl Fischer.

Potenziometria

Elettrodi di riferimento. Elettrodi indicatori. Elettrodi ionoselettivi: a vetro, a stato solido, a membrana liquida. Elettrodi gas-sensibili. Interferenze e selettività. Misure potenziometriche dirette. Potenziali di giunzione liquida. Calibrazione elettrodo; curve di calibrazione, metodo delle aggiunte successive. Misure in attività e in concentrazione. Taratura piaccametro. Principali fonti di errore nelle analisi potenziometriche. Titolazioni potenziometriche. Determinazione del punto finale. Metodi grafici, derivata prima, derivata seconda, metodo di Gran. Applicazioni analitiche. Problemi numerici.

Conductimetria

Conducibilità elettrica delle soluzioni. Conducibilità equivalente. Cenni di strumentazione. Misure dirette. Titolazioni conduttimetriche. Metodi di determinazione del punto finale. Fattore di diluizione. Applicazioni analitiche: titolazioni di acidi e basi, di precipitazione e complessometriche. Problemi numerici.

Strumenti e tecniche del laboratorio analitico

Il quaderno di laboratorio. La pesata del campione analitico: massa e peso, bilance analitiche, meccaniche ed elettroniche; effetto della spinta dell'aria, errori di pesata. La vetreria tarata per contenere e trasferire. Filtrazione, incenerimento e calcinazione nella manipolazione del precipitato. Cenni alla classificazione e tossicità dei prodotti chimici. Norme di sicurezza.

Le esercitazioni pratiche di laboratorio costituiscono parte integrante ed essenziale del corso. La discussione dei risultati ottenuti e delle tecniche speri-

mentali utilizzate costituiscono argomento della prova finale unitamente ad applicazioni di calcolo numerico relative alle metodologie analitiche sviluppate nel corso.

Libri di testo

D. Skoog, D. West, F. Holler, *Fundamental of Analytical Chemistry*, 6th Edition (1992), Saunders College Publishing
D. Harris, *Chimica Analitica Quantitativa*, (1991), Zanichelli

6A. FISICA GENERALE (2° corso) (F11006)

PROF. LUCIANO MANDELLI

Campo elettrostatico

Introduzione ai campi vettoriali. Il campo elettrostatico. Legge di Coulomb. Campo e potenziale elettrostatico. Teorema di Gauss. Operatori differenziali: divergenza e rotore. Linee di forza. Superfici equipotenziali. Dipolo elettrico e suo campo. Campo dato da uno strato piano semplice e doppio di carica. Energia di un campo elettrostatico. Campo e potenziale in presenza di conduttori. Induzione totale, esperienze e applicazioni. Campo alla superficie di un conduttore. Capacità di un conduttore. Condensatore piano. Energia immagazzinata in un condensatore.

Corrente elettrica

Corrente e densità di corrente. Principio di conservazione della carica ed equazione di continuità. Conducibilità e resistività. Modello di conduzione elettrica a livello microscopico. Legge di Ohm. Effetto Joule. Forza elettromotrice. Fenomeni di conduzione nei principali tipi di conduttori. Influenza della temperatura sulla resistenza. Superconduttività, sue applicazioni. Effetti termici, chimici e magnetici della corrente elettrica.

Interazioni magnetiche

Magneti naturali. Forza su una carica in moto in presenza di correnti elettriche. Forza di Lorentz. Vettore induzione magnetica B. Campo magnetico prodotto da correnti elettriche: legge di Biot-Savart, legge di Ampère-Laplace. Proprietà del vettore B. Legge della circuitazione di Ampère. Applicazioni: campo magnetico di un filo rettilineo e di un solenoide. Forza e coppia su una spira percorsa da corrente: momento di dipolo magnetico. Sistemi di unità di misura (MKSA), (CGS)_{es}, (CGS)_{em} e di Gauss. Definizione di Ampère assoluto. Effetto Hall. Segno dei portatori di carica nei vari conduttori.

Campi elettromagnetici

Induzione elettromagnetica. Forza elettromotrice di induzione. Legge di Faraday. Circuito mobile in campo magnetico stazionario: flusso tagliato.

Mutua induzione e autoinduzione: induttanza, circuiti a costanti concentrate. Energia di un campo magnetico. Circuito oscillante LC. Legge di Ampère e conservazione della carica elettrica. Legge di Ampère-Maxwell. Correnti di spostamento. Equazioni di Maxwell. Regimi particolari: stazionario e quasi stazionario. Soluzione delle equazioni di Maxwell per onde piane.

Elettromagnetismo e mezzi materiali

Polarizzazione elettrica della materia, modelli elementari di polarizzazione. Dielettrici lineari: suscettività e costante dielettrica. Dipendenza dalla frequenza della suscettività elettrica. Magnetizzazione della materia. Sostanze diamagnetiche e paramagnetiche. Modelli elementari. Permeabilità e suscettività magnetica. Dipendenza dalla temperatura della suscettività magnetica. Sostanze ferromagnetiche e altre sostanze ordinate magneticamente. Isteresi: domini magnetici. Fenomeni magnetici, interazione di scambio e interazione dipolare magnetica. Equazioni di Maxwell in presenza di mezzi materiali. Equazioni costitutive.

Preparazione per onde e onde elettromagnetiche

Equazione delle onde. Onde longitudinali. Onde trasversali. Onde piane. Polarizzazione delle onde. Onde piane sinusoidali. Pulsazione temporale e pulsazione spaziale. Vettore d'onda. Onde progressive e stazionarie. Velocità di fase e velocità di gruppo. Onde sferiche. Teoria elettromagnetica della luce. Spettro delle onde elettromagnetiche. Sorgenti e rivelatori. Sorgenti coerenti e incoerenti. Onde e stato di moto relativo sorgente-osservatore: effetto Doppler. Equazioni di Maxwell e onde elettromagnetiche. Energia di un'onda e pressione di radiazione. Vettore di Poynting.

Ottica

Riflessione e rifrazione. Indice di rifrazione e velocità di propagazione. Principio di Huygens. Angolo limite. Dispersione della luce. Riflessione, rifrazione e stato di polarizzazione della luce. Propagazione della luce nei mezzi anisotropici. Birifrangenza. Dicroismo. Birifrangenza indotta. Sostanze otticamente attive. Rotazione del piano di polarizzazione. Potere rotatorio magnetico. Interferenza luminosa. Esperienza di Young e Fresnel. Interferenza da due e da più fenditure. Diffrazione. Trattazione elementare della diffrazione da una fenditura. Potere separatore di un sistema ottico. Diffrazione di raggi X da un reticolo cristallino. Legge di Bragg.

Interazione radiazione materia ed elementi di struttura della materia

Emissione, assorbimento, emissione stimolata. Laser. Aspetti corpuscolari della luce: radiazione di corpo nero, effetto fotoelettrico, effetto Compton, produzione di coppie elettrone-positrone. Aspetti ondulatori delle particelle elementari: dualismo onde-corpuscolari.

Principio di indeterminazione di Heisenberg. Meccanica quantistica e interpretazione probabilistica della funzione d'onda. Indistinguibilità delle particelle: statistica di Fermi e statistica di Bose. Il nucleo atomico. Sue dimensioni e struttura.

Stati elettronici nei solidi

Modello di elettroni quasi liberi, energia di Fermi e superficie di Fermi, densità di stati. Stati elettronici nel modello del legame forte, bande di energia. Elettroni in potenziale periodico, bande di valenza e bande di conduzione. Metalli, isolanti e semiconduttori. Impurezze nei semiconduttori. Semiconduttori drogati N e P. Determinazione sperimentale delle bande di energia. Proprietà di trasporto e proprietà ottiche di metalli. Metalli e lavoro di estrazione. Effetto termoionico. Contatto tra metalli diversi: effetto Volta; effetto termoelettrico.

È indispensabile che gli studenti si abituino ad usare indifferentemente i seguenti sistemi di unità di misura: (M.K.S.A.) - (C.G.S.)_{es} - (C.G.S.)_{em} - sistema di Gauss.

Libri di testo consigliati

M. Alonso, B.J. Finn, Elementi di Fisica per l'Università, vol. II e vol. II', Bilingua, Addison Wesley Publishing Co.
L. Levitch e S. Rosati, Fisica Generale: Eletticità, magnetismo e ottica. Editrice Ambrosiana.
La Fisica di Berkeley, vol. 2 e 3, Zanichelli.

6B. LABORATORIO DI FISICA GENERALE (F11006) PROF. STEFANO RAGAZZI

Parte I

Le variabili a una dimensione

Variabili statistiche e variabili casuali. Gli indici di posizione e di dispersione. Momenti e funzione ad esse collegate. Le principali variabili casuali.

Le variabili a due dimensioni

Teoria della connessione. Teoria della correlazione e della regressione.

Operazioni sulle variabili casuali

Funzioni e successioni di variabili casuali.

Inferenza statistica

Distribuzioni campionarie. Teoria della stima. Teoria della verifica delle ipotesi.

Il piano degli esperimenti

Esperimento casuale semplice. Esperimento casuale a scomparti. Esperimento a quadrati latini. Esperimento classico. Esperimento fattoriale. Esercitazioni sulla programmazione degli esperimenti.

Parte II

Aspetti di elettromagnetismo e strumenti di misura

Richiami di elettrostatica nel vuoto e nei dielettrici, il vettore spostamento elettrico D . Esercizi di Elettrostatica. Condensatori, connessioni in serie e in parallelo. Forze sulle armature, forze sul dielettrico. Esempi di generatori di forza elettromotrice. Circuiti elettrici in regime stazionario e quasi stazionario, leggi di Kirchoff, applicazioni. Forze e coppie tra circuiti percorsi da corrente.

Generatori di corrente alternata, induttori in serie e in parallelo. Trasformatori. Esempi elementari di circuiti: RC, RL, RLC; oscillazioni smorzate e oscillazioni forzate. Impedenza e reattanza capacitiva e induttiva. Valori efficaci e potenza di una corrente alternata.

Richiami di magnetismo, vettore B e vettore H . Magneti permanenti e loro caratteristiche. Esercizi di magnetismo. Esempi di moto di particelle cariche in campo elettrico e magnetico.

Bilancia di torsione. Voltmetro di Lord Kelvin. Voltmetro e quadranti. Amperometro assoluto. Amperometro Déprez-D'Arsonval. Moto dell'equipaggio mobile del galvanometro. Flussometro. Galvanometro balistico.

Aspetti di ottica e strumenti di misura

Ottica geometrica. Specchio piano e sferico. Costruzione delle immagini. Lenti sottili. Aberrazioni. Principali strumenti ottici. Prisma e spettroscopio a dispersione. Polarizzazione lineare e circolare della luce. Propagazione della luce nei mezzi anisotropi. Polarizzatori e polarimetri. Richiami di interferenza e diffrazione della luce. Esempi di calcolo di figure di interferenza e diffrazione. Spettroscopio a reticolo. Sorgenti di onde elettromagnetiche nelle varie regioni spettrali e loro rivelatori.

7A. CALCOLO NUMERICO (F11007) PROF.SSA FLAVIA DE TISI

Analisi degli errori

Tipi di errore. Propagazione degli errori. Stima. Malcondizionamento. Stabilità.

Equazioni e sistemi lineari e non lineari

Caso unidimensionale, metodi iterativi. Cenni al caso multidimensionale.

Sistemi lineari. Metodi diretti e iterativi. Studio della convergenza e dell'errore

Inversione di matrice. Autovalori

Approssimazione di funzione

Interpolazione. Funzioni solines. Sviluppo in serie di funzioni. Studio dell'errore.

Integrazione numerica

Formule elementari. Formule adattive.

Equazioni differenziali

Equazioni differenziali ordinarie. Metodi ad uno o più passi. Metodi Predictor-Corrector. Cenni al problema della valutazione dell'errore ed alla stabilità. Cenni alle equazioni dalle derivate parziali.

Testi consigliati

An introduction to numerical computations. Yacowitz-Szidarovsky Maxwell-McMillan International Editors.
Applied Numerical Analysis. Curtis F. Gerald - Patrick O. Wheatley Addison-Wesley Publishing Company.

7B. LABORATORIO DI PROGRAMMAZIONE E CALCOLO (F11007) PROF. MAURIZIO PAOLINI

1. Componenti ed architettura degli elaboratori. Sistemi operativi. Linguaggi di programmazione.
2. Programmazione strutturata ed integrata. Rappresentazione degli enti nell'elaboratore. Limitazioni ed attenzioni critiche nell'uso degli elaboratori.
3. Algoritmi sequenziali e paralleli.
4. Sviluppo di programmi. Utilizzo di librerie e sistemi.

Le esercitazioni seguono il corso parallelo di Calcolo Numerico codificando algoritmi od utilizzando librerie matematiche o sistemi di programmazione anche simbolica per evidenziare risultati significativi.

Le esercitazioni in parte saranno svolte in aula con l'ausilio di elaboratori ed in parte si cercherà di portare gli studenti individualmente a diretto contatto con la strumentazione di calcolo.

Oltre ai testi segnati nel corso di Calcolo Numerico si ritiene utile che lo studente possa accedere alle informazioni dei manuali di programmazione FORTRAN, QUICBASIC, MATH-CAD, MATH-LAB, DERIVE.

8A. CHIMICA ORGANICA (1° corso) (F11008)
PROF. FRANCO SANNICOLÒ

Principi generali

Il legame nelle molecole organiche e la loro struttura

Orbitali atomici: Il legame ionico e covalente. Sovrapposizione di orbitali atomici. Legami σ e π . Orbitali molecolari. Orbitali ibridi sp^3 , sp^2 e sp . Struttura delle molecole organiche: scelta del modello e sua rappresentazione. Polarità dei legami. Stati di risonanza.

Stereochimica organica

- Confronto esterno: isomeria
Isomeri costituzionali. Stereoisomeri: enantiomeri e diastereoisomeri. Dissimmetria molecolare ed enantiomorfismo (chiralità). Condizioni per la chiralità. Isomeri configurazionali e conformazionali. Elementi stereogenici: doppio legame e stereocentro. Elementi prostereogenici. Descrittori di stereogenicità e prostereogenicità: E, Z, R, S, Re e Si.
- Confronto interno: topismo
Omotopismo. Enantiotopismo. Diastereotopismo.

Le reazioni organiche

Basi termodinamiche e cinetiche. Costante di equilibrio e di velocità. Coordinata di reazione. Stati di transizione e intermedi di reazione. Energia di attivazione. Postulato di Hammond. Catalizzatori. Regio e stereoselettività. Effetto isotopico primario. Radicali. Nucleofili. Elettrofili. Acidi e basi di Brønsted e di Lewis. Carbocationi. Carbanioni. Effetti del solvente: solventi dipolari aprotici. Carbeni.

Nomenclatura Iupac

Gruppi funzionali - Classi di composti organici

Alcanti

Struttura lineare, ramificata e ciclica. Isomeria. Nomenclatura. Proprietà fisiche. Reattività: alogenazione, ossidazione, pirolisi, isomerizzazione.

Alcheni

Struttura. Stereoisomeria. Nomenclatura. Proprietà fisiche. Iperconiugazione. Reattività: idrogenazione, addizione, ossidazione, oligo- e polimerizzazione. Regio e stereoselettività delle addizioni. Dieni isolati e coniugati: delocalizzazione elettronica ed energia di risonanza. Reattività: 1,2- e 1,4-addizioni, cicloaddizioni, Diels-Alder, Cope. Cumuleni.

Alchini

Struttura. Nomenclatura. Proprietà fisiche: acidità. Sintesi. Reattività: idrogenazione parziale e totale, reazioni con elettrofili, nucleofili e radicali. Stereoselettività di dette reazioni.

Idrocarburi aromatici

Benzene. Regola di Huckel. Ciclopentadienil anione e pirrolo. Ione tropilio. Reattività generale: confronto con quella degli alcheni.

Alogenocalceni

Struttura. Nomenclatura. Proprietà fisiche. Sintesi. Reattività: metallazione, sostituzioni nucleofile e reazioni di eliminazione: meccanismi S_N2 , S_N1 , E_1 , E_2 e E_{1CB} , cinetica, stereochemica, effetto del solvente e del gruppo uscente, reazioni concorrenti. Sistemi allilici.

Composti organometallici

Struttura: natura del legame carbonio-metallo. Proprietà fisiche. Reattivi di Grignard. Sodio e litio alchili. Zinco e cadmio alchili. Cuprati. Sintesi e reattività.

Alcoli

Struttura. Nomenclatura. Proprietà fisiche: acidità. Sintesi. Reattività: alcoli come nucleofili, disidratazione, alogenazione, ossidazione. Tioalcoli. Clicoli.

Eteri

Struttura. Nomenclatura. Proprietà fisiche: basicità. Sintesi. Reattività: scissione, alchilazione. Ossirani. Solfuri.

Alcheidi e chetoni

Struttura del gruppo carbonilico. Nomenclatura. Proprietà fisiche: tautomeria cheto-enolica, enolati. Reattività: ossidazione, riduzione, addizione nucleofila di acqua, alcoli, glicoli, tioli, acido cianidrico, bisolfito, derivati dell'ammoniaca, composti organometallici, acetileni, ilidi di fosfonio (reazione di Wittig), ilidi di solfonio, condensazione benzoica, aciloinica, aldolica, crotonica, aldolica mista e reazioni analoghe (Perkin, Knoevenagel), conversione in dialogenoderivati geminali, alogenazione in (greco) Enoni. Composti dicarbonilici.

Acidi carbossilici

Struttura. Nomenclatura. Proprietà fisiche: acidità e basicità. Sintesi. Reattività: conversione in cloruri, anidridi, ammidi, nitrili, riduzione, α -alogenazione (Hell-Vohlard-Zelinsky), decarbossilazione, allungamento della catena (Arndt-Eistert).

Ammine

Struttura. Nomenclatura. Proprietà fisiche: basicità e acidità. Sintesi. Reattività: alchilazione, acilazione, reazioni con acido nitroso e con diclorocarbene, ossidazione, basi di Mannich.

Composti carbonilici mascherati

Sintesi, proprietà fisiche e reattività di acetali, chetali e corrispondenti funzioni solforate, immine, enammine, ossime, cianidrine. Inversione di polarità del gruppo carbonilico.

Derivati degli acidi carbossilici

Sintesi, proprietà fisiche e reattività di alogenuri acilici, anidridi, esteri, ammidi, nitrili. Grassi e proteine: generalità.

Testo consigliato

K.P.C. Vollhard, Chimica Organica, 1990, Zanichelli Editore S.p.A - Bologna.
F.A. Carey, Organic Chemistry, 1992, Second Edition, McGraw-Hill.

8B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (1° corso) A e B (F11008) PROF. GIULIANA RICCA - DR. ANTONIO PAPAGNI

Il corso è semestrale e articolato in due fasi distinte:

- Ciclo di lezioni teoriche
- Esercitazioni di laboratorio

Ciclo di lezioni teoriche

Analisi elementare qualitativa, analisi elementare quantitativa, determinazione della formula minima, del numero di insaturazioni, peso e formula molecolare. Cenni di spettroscopia per la caratterizzazione di sostanze organiche. Problemi di sicurezza nel laboratorio di chimica organiche.

Introduzione alle seguenti tecniche sperimentali: cristallizzazione, estrazione con solvente, distillazione semplice e frazionata, nel pieno e sotto vuoto, cromatografia su strato sottile e su colonna.

Problemi sperimentali collegati alle seguenti reazioni: ossidazioni, riduzioni, reazioni di condensazione reazioni di Grignard.

Esercitazioni di laboratorio

- Esecuzione individuale da parte dello studente delle operazioni fondamentali del laboratorio di chimica organica quali: la determinazione del punto di fusione, la cristallizzazione, l'estrazione con solvente, la distillazione semplice e frazionata nel pieno e nel vuoto, la cromatografia su strato sottile, cromatografia su colonna.
- Esecuzione da parte dello studente di alcune delle più comuni reazioni della chimica organica.
- Caratterizzazione dei prodotti sintetizzati mediante metodi spettroscopici.

Libro di testo

D.S. Pasto, C.R. Johnson, Laboratory text for Organic Chemistry, Prentice Hall, Inc.

Libro consigliato per la consultazione

C.H. Heathcock, A. Streitwieser Jr., Introduzione alla chimica organica, Piccin Editore, Padova.

9A. CHIMICA FISICA (1° corso) (F11009) PROF. GIAN FRANCO TANTARDINI

Fondamenti e applicazioni di teoria quantistica

Radiazione del corpo nero. Capacità termiche dei solidi. Effetto fotoelettrico. Diffrazione di elettroni. Spettri atomici e molecolari. Equazione di Schrödinger. Funzione d'onda e interpretazione di Borh. Operatori ed osservabili. Principio di sovrapposizione e valori di aspettazione. Principio di indeterminazione. Moto traslazionale. Tunnelling. Moto vibrazionale, livelli di energia e funzioni d'onda dell'oscillatore armonico. Moto rotazionale, momento angolare orbitale e di spin.

Struttura atomica e spettri atomici

Struttura di atomi idrogenoidi. Orbitali atomici. Transizioni spettrali e regole di selezione. Atomi polielettronici. Approssimazione orbitale. Principio di Aufbau e di Pauli Metodo di Hartree-Fock. Spettri di atomi complessi Stati di singoletto e di tripletto. Accoppiamento spin-orbita. Termini spettroscopici e regole di selezione. Effetto Zeeman.

Struttura molecolare e simmetria

Approssimazione di Born-Oppenheimer. Teoria del legame di valenza. Molecola di idrogeno. Molecole biatomiche. Orbitali ibridi. Molecole poliatomiche. Teoria dell'orbitale molecolare. Principio variazionale. Diagrammi di Walsh. Metodo di Hückel. Molecole coniugate, solidi e teoria delle bande. Teoria dei gruppi, operazioni di simmetria, gruppi di simmetria, rappresentazioni, tabelle dei caratteri.

Spettri rotazionali e vibrazionali

Metodi sperimentali. Intensità e ampiezza delle righe spettrali. Livelli di energia rotazionale. Transizioni rotazionali. Spettri Raman rotazionali. Vibrazioni di molecole biatomiche e spettri vibrazionali. Spettri roto-vibrazionali. Molecole poliatomiche, modi normali di vibrazione e spettri vibrazionali. Spettri Raman vibrazionali

Spettri elettronici

Principio di Franck-Condon. Struttura vibrazionale. Fluorescenza e fosforescenza. Dissociazione e pre-dissociazione Lasers. Spettroscopia fotoelettronica.

Risonanza magnetica

Risonanza magnetica nucleare. Struttura fine. NMR bidimensionale. Risonanza di spin elettronico. Struttura iperfine

Testo consigliato

Physical Chemistry, P.W. Atkins, V^a edizione, 1994

9B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (1° corso) (F11009)
PROF. PAOLO LONGHI

Proprietà dei gas

Miscele di gas, Gas ideali e reali, Equazione di Van der Waals, Fattore di compressibilità.

Primo principio della Termodinamica

Funzioni di stato, Energia interna, Lavoro e calore.

Termochimica

Variazione di entalpia di reazione.

Secondo principio della Termodinamica

Entropia, Variazioni di entropia in un sistema, variazione di entropia dell'universo. Processi reversibili e irreversibili, macchine termiche e frigorifere, funzione di Helmholtz e di Gibbs.

Terzo Principio della termodinamica

Equazioni di Maxwell, Potenziale chimico di un gas perfetto, fugacità, stati standard dei gas reali, Sistemi aperti.

Cambiamento di stato

Stabilità delle fasi, equilibri di fase e diagrammi di stato. Curve di equilibrio solido-liquido, solido-vapore e liquido-vapore.

Reazioni chimiche

Energia libera di reazione, costante di equilibrio.

Miscele

Quantità parziali molari, funzione di mescolamento di Gibbs, potenziali chimici dei liquidi, Legge di Raoult, Legge di Henry, proprietà colligative (aumento del punto di ebollizione, diminuzione della temperatura di congelamento, solubilità).

Testi consigliati

Physical Chemistry, P.W. Atkins, V^a Edizione, 1994.

M.G. Bettoli, M. Mastragostino, Problemi di termodinamica con risoluzione, Ed. Corso, Bologna, 1970.

10A. CHIMICA INORGANICA (1° corso) (F11010)
PROF. GIANFRANCO CIANI

Le particelle fondamentali secondo la meccanica classica e ondulatoria
Moto traslazionale, rotazionale, vibrazionale; moti in campo coulombiano: loro energia e caratteristiche nell'ambito degli atomi e delle molecole.

Struttura e proprietà dell'atomo

Orbitali idrogenoidi e numeri quantici. Configurazioni elettroniche e sistema periodico. Energie degli orbitali e regole di Slater.
Dimensioni atomiche. Potenziali di ionizzazione e affinità elettronica
Compattezza degli atomi e periodicità delle proprietà chimiche degli atomi.

Legame chimico e sue proprietà generali

Legame metallico, covalente ed ionico. Proprietà direzionali del legame chimico. Dimensioni ed energie del legame chimico.
Covalenza e polarità del legame. Elettronegatività degli atomi in un legame.
Entalpia di formazione dei composti.

Legame chimico e stati di aggregazione

Stati di aggregazione e forze di Van der Waals. Ioni e loro configurazioni elettroniche. Energia del legame ionico.
Impacchettamento di ioni e cristalli ionici. Strutture compatte. Interstizi nelle strutture compatte e numeri di coordinazione. Dimensioni degli ioni e strutture cristalline ioniche. Energie reticolari ioniche. Ciclo di Born-Haber. Stabilità dei composti ionici. Generalizzazione del ciclo di Born-Haber.

Reattività dei composti e loro proprietà chimiche

a) Acidi e basi di Lewis

Definizione. Classificazione degli elettrofili e dei nucleofili. Neutralizzazione e sostituzioni. Grandezze termodinamiche ed equilibrio chimico.
Acidi e basi duri e molli.
Acidi e basi di Brønsted: forza, ruolo del solvente, struttura.

b) Riducenti ed ossidanti

Formalismi. Energia libera e lavoro elettrico. Potenziali normali e diagrammi dell'energia libera. Potenziali di elettrodo ed attività: formazione di acidi e basi, prodotti poco solubili, complessi. Diagrammi potenziali/Attività nei vari sistemi chimici.

c) Leganti e nuclei centrali

Composti di coordinazione. Nuclei e leganti come acidi e basi di Lewis.
Metodi stereochimici di determinazione della struttura dei complessi.
Il legame nei complessi: teoria del campo cristallino e dell'orbitale molecolare. Serie spettrochimica. Complessi organometallici. Stabilità di coordinazione.

Testi consigliati

- K.B. Harvey, G.B. Porter, Introduction to Physical Inorganic Chemistry, Ed. Addison & Wesley, Pub. Co. Inc. (Traduzione Italiana Piccin Editore).
F.A. Cotton, G. Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, Ed. Interscience Publishers (Traduzione Italiana Casa Editrice Ambrosiana).
F. Basolo, R. Johnson, Coordination Chemistry, Ed. Benjamin Inc. (Traduzione Italiana Zanichelli).
V. Scatturin, Chimica Generale ed Inorganica. Proprietà atomiche e molecolari, UTET, 1987.

10B. LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (1° corso) A e B (F11010)

PROF. ALESSANDRO CERIOTTI, PROF. ALESSANDRO PASINI

Il corso è articolato in:

Lezioni teoriche in aula (ca. 25 ore).

Il ciclo di lezioni tratta alcuni aspetti della chimica descrittiva degli elementi non di transizione, occasionalmente esemplificati da esercizi.

In una fase introduttiva vengono brevemente discusse le variazioni delle proprietà periodiche lungo i gruppi e i periodi: carica nucleare effettiva, raggi ionici e covalenti, raggi metallici, raggi di Van der Waals, potenziale di ionizzazione ed affinità elettronica. Vengono poi ripresi i concetti di elettronegatività e di polarizzazione per la valutazione del carattere ionico di un legame. Vengono brevemente discusse e commentate le energie di legame covalente. Infine viene presentata la teoria VSPER per la previsione della geometria delle molecole.

In una seconda fase vengono presentate le caratteristiche generali degli elementi *s* e degli elementi *p*, passando in rassegna gli elementi caratteristici dei gruppi 1, 2, 12, 13, 14, 15, 16, 17 e 18 della tavola periodica e mettendo in evidenza eventuali somiglianze e/o differenze di comportamento chimico.

Gruppo 1

L'idrogeno e i suoi composti. I metalli alcalini. La formazione di ossidi, perossidi e superossidi. La formazione di nitruri e azoturi. Gli eteri a corona e i criptanti. La dissoluzione dei metalli e la formazione di elettroni solvatati. La colorazione della fiamma, le proprietà degli alogenuri. Gli idrossidi. Gli idruri. I composti organometallici di Li.

Gruppo 2

I metalli alcalino-terrosi. I composti covalenti del berillio. Gli idruri, i nitruri, i carbonati, i carburi e gli acetiluri. I composti organometallici di Be e Mg.

Gruppo 12

Le proprietà dei metalli di post-transizione Zn, Cd e Hg e confronto con quelli dei metalli alcalino-terrosi. I composti di Hg (I) e di Hg (II).

Gruppo 13

Caratteristiche generali. Gli alogenuri di B e di Al, i tetrafluoroborati. I compo-

sti con legame B-O. I nitruri di B e i borazoli. Il diborano e i borani superiori, le regole PSEPT e EAN per il conteggio elettronico. I composti con legame Al-O. Gli idruri di Al. I composti organometallici di Al. L'arseniuro di Ga, i semiconduttori intrinseci ed estrinseci.

Gruppo 14

Caratteristiche generali. La grafite e i suoi composti, il diamante, il fullerene. Gli ossidi di C. I siliceni, i silico-alluminati. I tetraalogenuri. I composti bivalenti. I composti con legami C-N (acido cianidrico, cianico e tiocianico), i carbammati e l'urea, i tiocarbammati.

Gruppo 15

Caratteristiche generali. Gli elementi e le forme allotropiche. I fosfageni, Gli alogenuri di P e di N. Gli ossidi di P e l'acido fosforoso, i polifosfati. La fosfina e i suoi derivati. La fissazione dell'azoto. Gli ossidi di N, l'acido nitroso e lo ione nitrosile, l'acido nitrico e lo ione nitronio. L'ammoniaca, le ammine e lo ione ammonio. L'idrazina e l'idrossilammina. L'acido azotidrico e le azidi.

Gruppo 16

Caratteristiche generali. Gli elementi e le forme allotropiche. I polisolfani, i polisolfuri, i tiosolfati, i ditioniti, ditionati e tetrationati. Gli ossidi di S e i loro derivati, l'acido solforico.

Gli alogenuri e gli ossialogenuri di S. L'acqua ossigenata e il disolfano.

Gruppo 17

Proprietà generali degli alogeni e degli alogenuri. Gli elementi. I complessi donatore-accettore. Gli alogenuri e i poliioduri, i sali di iodonio. I composti interalogenici. Lo ione bifluoruro, il legame a ponte d'idrogeno. Gli ossidi e gli ossiacidi degli alogeni, gli anioni XO^- , XO_3^- , XO_4^- , l'acido perclorico, l'acido periodico, ClO_2 e cloriti. I clorofluoroidrocarburi e il consumo dell'ozono.

Gruppo 18

Gli elementi. Le proprietà chimiche e strutturali dei fluoruri di Xe. L'idrolisi dei fluoruri di Xe, gli ossidi di Xe e gli xenati. Altri composti covalenti di Xe.

Esercitazioni pratiche in laboratorio (ca. 50 ore).

Ciascuna esercitazione è preceduta da una lezione introduttiva avente lo scopo di illustrare in modo dettagliato l'esperimento.

Le esercitazioni vertono su alcune preparazioni inorganiche selezionate di volta in volta in modo da applicare le principali tecniche di sintesi, separazione e purificazione e in modo da sottolineare gli aspetti più significativi delle proprietà e del comportamento chimico di alcuni elementi non di transizione e di alcuni metalli di transizione.

Le sintesi scelte esemplificano: stati di ossidazione degli elementi, tipi di leganti, modi di coordinazione, effetto chelante, isomeria geometrica, isomeria di legame, isomeria ottica.

N.B. La caratterizzazione ed il controllo della purezza dei prodotti ottenuti viene effettuata mediante metodi analitici (analisi C,H,N e assorbimento atomico, ecc.), metodi spettroscopici (U.V. - visibile, I.R., N.M.R., ecc.) e metodi chimico-fisici (susceptività magnetica, termogravimetria, conduttimetria, pola-

rimetria, potenziometria, ecc.), avvalendosi delle conoscenze acquisite nel corso di Chimica Analitica (I corso) e delle apparecchiature a disposizione nel corso di Laboratorio di Chimica Analitica (III corso).

Testi consigliati:

principi generali:

P. Chini - **COMPLEMENTI DI CHIMICA GENERALE ED INORGANICA** - Ed. Clup-Città Studi (1991)

D.F. Shriver, P.W. Atkins, C.H. Langford - **INORGANIC CHEMISTRY** - Ed. Oxford Univ. Press (1990)

A.G. Massey - **MAIN GROUP CHEMISTRY** - Ed. Ellis Horwood (1990)

S. Owen, A. Brooker - **A GUIDE TO MODERN INORGANIC CHEMISTRY** - Ed. Longman Sc. Tech. (1991)

sintesi e caratterizzazione:

Z. Szafran, R. Pike, M. Singh - **MICROSCALE INORGANIC CHEMISTRY** - Ed. Wiley (1991)

R.J. Angelici - **SYNTHESIS AND TECHNIQUE IN INORGANIC CHEMISTRY** - Ed. Univ. Sci. Books (1986)

G. Pass, H. Sutcliffe - **PRACTICAL INORGANIC CHEMISTRY** - Ed. Science Paperbacks (1990)

11A. CHIMICA FISICA (2° corso) (F11011)
PROF. LEONARDO FORMARO

Introduzione ai metodi statistici

Concetti statistici fondamentali. Valori medi e distribuzioni probabilistiche. Cammini casuali e distribuzione gaussiana.

Descrizione statistica di sistemi di particelle

Definizione dello stato di un sistema in meccanica classica ed in meccanica quantistica. Sistemi con un numero di particelle dell'ordine di grandezza del numero di Avogadro: trattazione classica e introduzione dello spazio delle fasi; trattazione, quarto meccanica. Definizione e studio della funzione densità degli stati.

Termodinamica Statistica

Il teorema di Liouville e la relazione tra i postulati probabilistici fondamentali ed il concetto di equilibrio e di processo reversibile. Processi irreversibili e teorema della mobilità. Insieme statistico rappresentativo. Trattazione statistica della interazione termica di sistemi macroscopici. Equilibrio termico. Temperatura. Entropia. Funzione distribuzione di probabilità. Trattazione statistica della interazione meccanica. Interazioni generalizzate. Collegamento fra leggi termodinamiche e relazioni statistiche: calcolo statisti-

co di quantità termodinamiche. Sistemi in equilibrio con una riserva di calore ed equilibrio canonico. Funzione partizione. Sue proprietà.

Applicazioni semplici di meccanica statistica

Trattazione del gas perfetto. Interpretazione microscopica della equazione di stato. Calcolo dell'entropia mediante la meccanica classica: paradosso di Gibbs ed indistinguibilità. Teorema di equipartizione dell'energia ed applicazioni. Calore specifico dei solidi e modelli di Einstein. Paramagnetismo e trattazione generale della magnetizzazione. Distribuzione di Maxwell delle velocità. Effusione. Pressione come trasporto di momento.

Trattazione statistica dell'equilibrio tra fasi ed equilibrio chimico

Sistemi di miscele di gas. Condizioni di equilibrio generale per sistemi isolati o in contatto con riserve di calore a temperatura costante o a temperatura e pressioni costanti.

Condizioni di stabilità per sostanze omogenee: fluttuazioni di temperatura, di pressione e di densità.

Equilibrio fra fasi. Studio delle isoterme al di sotto del punto critico.

Equilibrio chimico: trattazione statistica delle condizioni di equilibrio e derivazione della espressione della costante di equilibrio in termini delle funzioni partizione molecolari.

Collegamento con la spettroscopia e calcolo della funzione partizione di molecole poliatomiche: calcolo del contributo traslazionale, vibrazionale e rotazionale.

Meccanica statistica quantistica

Distribuzioni statistiche quantistiche. Statistica di Maxwell-Boltzmann. Statistica di Planck. Statistica di Bose-Einstein. Statistica di Fermi-Dirac Limite classico delle distribuzioni quantistiche.

Applicazioni e gas quantistici ideali. Problema del corpo nero. Gli elettroni di conduzione dei metalli. Funzione di Fermi e calcolo quantitativo del calore specifico elettronico nei metalli.

Sistemi non ideali

Solidi: teoria di Debye.

Gas reale: derivazione della equazione di Van der Waals a partire da un potenziale attrattivo approssimato. Equazione dei viriale.

Liquidi: cenni sulla simulazione con tecniche di calcolo basate sulla dinamica molecolare e sul metodo di Montecarlo.

Polimeri: configurazioni delle molecole di polimeri e trattazione della elasticità. Teoria di Flory-Huggins delle soluzioni di polimeri.

Teoria del trasporto

Tempo di collisione. Libero cammino medio. Sezione d'urto. Viscosità. Calcolo del coefficiente di viscosità per un gas diluito. Calcolo del coefficiente di conducibilità termica. Diffusione. Calcolo del coefficiente di diffusione. Equazione della diffusione. Conducibilità elettrica.

Processi di trasporto e funzione di distribuzione. Equazione di Boltzmann in assenza ed in presenza di collisioni. Formulazione basata su l'integrale di percorso. Teoria del trasporto più avanzata. Equazioni del "moto" dei valori medi. Soluzioni approssimate della equazione di Boltzmann.

11B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (2° corso) A e B (F11012)
PROF. RICCARDO DESTRO - DR. GIORGIO MORO

1. Velocità di Reazione

- cinetica chimica
- velocità di reazione; equazioni e costanti di velocità; determinazione delle equazioni cinetiche; ordine di reazione; reazioni di ordine zero, uno e due; reazioni di ordine superiore; tempo di dimezzamento
- reazioni semplici; dipendenza della velocità di reazione dalla temperatura; reazioni opposte; reazioni consecutive; approssimazione dello Stato stazionario; reazioni unimolecolari
- determinazione dell'ordine di reazione metodo dell'integrazione, delle velocità iniziali, metodo dell'isolamento

2. Cinetica delle Reazioni Complesse

- reazioni a catena: meccanismi; polimerizzazioni, esplosioni
- reazioni fotochimiche: efficienza quantistica, separazione isotopica, fotosensibilizzazione
- catalisi omogenea e reazioni enzimatiche
- autocatalisi, reazioni oscillanti, bistabilità
- reazioni veloci. flash fotolisi, metodi di flusso e di rilassamento

3. Dinamica Molecolare Reattiva

- teoria delle collisioni: equazioni, requisiti sterici, reazioni controllate dalla diffusione
- teoria del complesso attivato: coordinata di reazione, stato di transizione, formazione e decadimento del complesso attivato, equazione di Eyring, aspetti termodinamici
- dinamica delle collisioni molecolari: superficie di energia potenziale, moto sulla superficie, urti reattivi, fasci molecolari

4. Processi su Superfici Solide

- struttura delle superfici solide
- adsorbimento sulle superfici: fisisorbimento, chemisorbimento, desorbimento, mobilità sulle superfici
- isoterme di adsorbimento
- catalisi eterogenea
- trasferimento elettronico tra adsorbato e metallo
- sistemi elettrochimici
- reazioni sotto controllo diffusivo e di trasferimento di carica

Testo di riferimento

"Physical Chemistry" by P.W. Atkins, Oxford University Press, IV ed. 1990.

Esperimenti da svolgere in laboratorio

- cinetica di alogenazione di chetoni
- cinetica di tautomeria cheto-enolica
- cinetica di idrolisi di esteri catalizzata da acidi
- cinetica di idrolisi di esteri catalizzata da basi
- cinetica di mutarotazione del glucosio, oppure cinetica di trasferimento elettronico e di trasferimento di materia.

12A. CHIMICA ORGANICA (2° corso) (F11012)

PROF. GIOVANNI RUSSO

Composti aromatici

Benzene e benzeni sostituiti: nomenclatura. Struttura del benzene. Aromaticità, eteroaromaticità ed antiaromaticità. Regola di Hückel. Sistemi a 2, 6 e 10 elettroni, annuleni, cationi ed anioni aromatici. Sostituzione elettrofila aromatica. Protonazione, alogenazione, nitratura, reazioni di Friedel-Crafts. Effetto attivante e disattivante. Effetti di orientamento. Espressione quantitativa degli effetti di orientamento. Fattori parziali di velocità. Equazione di Hammett. Effetto di sostituenti multipli.

Alchilbenzeni

Riduzioni. Ossidazioni. Reattività dell'anello. Reattività della posizione benzenica. Cenni sui gruppi protettivi. Benzile. Tritile. Derivati alogenati in catena laterale. Alcoli, aldeidi e chetoni aromatici. Acidi arilcarbossilici.

Derivati azotati aromatici

Ammine. Nomenclatura. Basicità. Sintesi. Reazioni delle ammine aromatiche. Ossidazioni. Sostituzioni elettrofile. Acetanilidi. Nitrocomposti. Sintesi. Reazioni di riduzione. Arilidrossilammine e nitrosoderivati. Azoossi-, azo- e idrazoderivati. Trasposizione benzinica. Arilisocianati. Arilnitroso derivati, N-nitrosoderivati, sali di diazonio (diazotazione). Azocomposti (coloranti azoici).

Alogenuri arilici

Preparazioni. Reazioni di sostituzione nucleofila aromatica. Reagenti organometallici.

Fenoli, fenil-eteri e chinoni

Nomenclatura, preparazioni e proprietà. Acidità. Reazioni come nucleofili e come elettrofili. Chinoni. Preparazione. Ossidoriduzione. Altre reazioni.

Idrocarburi aromatici polinucleari

Nomenclatura. Bifenile. Naftalene. Antracene. Fenantrene. Idrocarburi superiori.

Reazioni elettrocicliche, di cicloaddizione e sigmatropiche

Cenni sulle reazioni elettrocicliche e sigmatropiche. Reazione di Diels-Alder. Reazioni di cicloaddizione.

Composti eterociclici

Pirroli, tiofeni, furani e sistemi condensati derivati. Isossazoli, pirazoli, isotiazoli. Piridine, chioroline e isochinoline. Indoli. Composti eterociclici pentaatomici contenenti tre o quattro eteroatomi. Pironi e sali di pirilio. Pirimidine e purine.

Derivati dello zolfo e del fosforo

Acidi arilsolfonici e loro derivati. Tiofenoli, tioeteri, acidi solfenici e solfinici. Solfossidi, solfoni, sali di solfonio. Fosfine, sali di fosfonio, acidi fosfenici, fosfinici e fosfonici. Nidi di solfonio e fosfonio. Derivati organici di boro e silicio. Altri composti elemento-organici.

Composti aliciclici

Analisi conformazionale di anelli piccoli, medi, grandi e di sistemi policiclici. Sintesi di cicloalcani e derivati. Sintesi e proprietà di sistemi bi- e policiclici.

Lipidi

Triacilgliceroli. Saponi e detergenti. Fosfolipidi. Sfingolipidi. Cere. Terpeni e steroidi.

Carboidrati

Monosaccaridi. Struttura, nomenclatura e stereochimica. Anomeri, conformazioni. Reazioni. Fosfati di carboidrati. Amminozuccheri. Glicosidi. Oligosaccaridi: struttura, nomenclatura, sintesi, analisi, ruolo biologico. Polisaccaridi: struttura, proprietà chimiche e fisiche.

Amminoacidi, peptidi e proteine

Amminoacidi: struttura, proprietà, sintesi. Peptidi e proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria. Analisi e sintesi dei peptidi. Biosintesi delle proteine: DNA e RNA.

Testi consigliati

Streitwieser, Heathcock, Kosower: Introduction to Organic Chemistry (Maxwell, Macmillan)
Vollhardt: Chimica Organica (Zanichelli)
Ege: Organic Chemistry (Heath; edizione italiana)

12B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (2° corso)

A e B (F11012)

DR. MASSIMO SISTI - PROF. FRANCESCO NICOTRA

Il corso ha lo scopo di verificare sperimentalmente quanto appreso in via teorica nei Corsi di Chimica Organica (1° e 2° corso). Sarà articolato in 15-20 lezioni nelle quali verrà richiamata la reattività dei gruppi funzionali più comuni e da almeno 60 ore di sperimentazione a banco singolo. Il lavoro sperimentale consiste nello studio di alcuni composti organici, diversi per ciascuno studente, che dovranno essere esaminati per via chimica e spettroscopica al fine di riconoscerne il gruppo funzionale. Questi substrati saranno quindi utilizzati come prodotti di partenza per la sintesi di altri prodotti sfruttando alcune reazioni tipiche della funzionalità individuata scelta fra un "pool" di reazioni consigliate. Allo studente verrà data la possibilità di scegliere, previa discussione con il docente, le reazioni che ritiene più adatte e le modalità di esecuzione delle stesse. Dopo aver acquisito una certa autonomia di lavoro, ogni studente dovrà dar prova di saper modulare le condizioni di reazione anche su substrati bifunzionali. In seguito dovrà esaminare miscele di due composti organici incogniti, diverse per ciascuno studente, che dovranno essere separate utilizzando la tecnica di separazione più opportuna (cristallizzazione, estrazione con solventi, distillazione frazionata a pressione ambiente e ridotta, cromatografia, ecc.). I due prodotti purificati dovranno essere riconosciuti utilizzando le conoscenze acquisite nella prima parte del corso.

Le classi di composti studiati saranno: ammine primarie, secondarie e terziarie, aldeidi, chetoni, acidi carbossilici, alcoli, fenoli, esteri, ammidi, nitrili, eteri, alogenoderivati, nitroderivati, idrocarburi.

Libri consigliati per la consultazione

Vogel, Chimica Organica Pratica, Ed. Ambrosiana.

R. Morassi, G.P. Speroni, Il Laboratorio Chimico, Ed. Piccin.

13A. CHIMICA ANALITICA (1° corso) (F11013)

PROF. FRANCESCO CARIATI

Programma delle lezioni

Introduzione alla spettroscopia

Livelli energetici e spettroscopia. Caratteristiche della radiazione. Regioni dello spettro e tipi di spettroscopia. Regole di selezione delle transizioni spettroscopiche. Cenni di teoria dei gruppi puntuali. Regola di selezione di simmetria.

La spettroscopia atomica di emissione e di assorbimento

Cenni di spettroscopia di assorbimento con fiamma o con fornetto di grafite. Spettroscopia di emissione con plasma. Descrizione della strumentazione.

La spettroscopia vibrazionale

Cenni sulle vibrazioni molecolari. Spettroscopia IR in dispersione. Regole di selezione. Spettroscopia IR in Trasformata in Fourier. Spettroscopia Raman. Regole di selezione. Spettroscopia di Risonanza Raman. Descrizione della strumentazione.

La spettroscopia elettronica

La spettroscopia visibile e ultravioletta. Regole di selezione. Interazioni vibroniche. Descrizione di alcuni cromofori. Spettri elettronici dei composti organici e dei composti di coordinazione. Transizioni d-d. Fotoluminescenza. Principi e funzionamento dei laser. Polarimetria, dispersione ottica rotatoria e dicroismo circolare.

La risonanza nucleare magnetica

Cenni alle proprietà magnetiche nucleari. Effetto Zeeman nucleare. Regole di selezione della spettroscopia NMR. Spettroscopia NMR in Trasformata di Fourier e bidimensionale.

La spettroscopia di risonanza di spin elettronico

Cenni alle proprietà magnetiche dello spin elettronico. Effetto Zeeman elettronico. Regole di selezione della spettroscopia ESR. Spettroscopia ENDOR. Descrizione della strumentazione.

La spettrometria di massa

Principio fisico del metodo. Fattori che regolano la stabilità degli ioni e meccanismi di frammentazione. Spettrometria per bombardamento con atomi veloci. Spettrometria di massa con l'impiego di laser. Descrizione della strumentazione.

La spettroscopia di fotoelettroni

Principi generali. I processi di fotoemissione ESCA e UPES. Spettri Auger. Tecniche spettroscopiche utilizzate nelle analisi di superfici. Descrizione della strumentazione.

Le spettroscopie di raggi X

Fluorescenza. Assorbimento. AEFS. EXAFS. Descrizione della strumentazione.

La spettroscopia Mossbauer

Principi generali. Lo spostamento isomerico. La scissione di quadrupolo. La scissione magnetica. Regole di selezione. Descrizione della strumentazione. Il corso è costituito da lezioni di teoria e da esercitazioni di gruppo.

13B. LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA (3° corso) (F11013) **PROF. G.M. ZANDERIGHI**

Preparazione e trattamento del campione analitico

Cenni di statistica nel campionamento. Campionamento di materiali eterogenei. Attacco di materiali organici e inorganici. Preconcentrazione, derivatizzazione,

ne, separazione e mascheramento.
Standard analitici.

Introduzione all'analisi strumentale

Strumento ed elementi costitutivi di uno strumento di misura. Segnale analitico e trasduttore.

Interpretazione della misura. Identificazione degli errori.

Scelta del metodo analitico in funzione di parametri quali concentrazione, interferenti e precisione richiesta.

Strumentazione in chimica analitica

Cenni sui circuiti elettrici, elettronici e loro principali componenti.

Amplificatori operazionali e loro impiego nella strumentazione analitica.

Elettronica digitale, microprocessori e computer.

Rapporto segnale-rumore nell'analisi strumentale e sua ottimizzazione.

Separazioni analitiche

Precipitazione. Formazione di complessi. Influenza del pH. Estrazione con chelanti.

Fluidi supercritici: caratteristiche; applicazioni generali ed alle estrazioni chimiche.

Distribuzione in controcorrente come modello di estrazione in continuo. Distribuzione teorica, separazione, spostamento dei picchi di concentrazione, larghezza di banda, risoluzione. Modello di separazione cromatografica.

Separazioni cromatografiche

Definizione e classificazione (adsorbimento, ripartizione, scambio ionico, esclusione, affinità).

Aspetti cinetici: teoria della velocità di migrazione, equazione di Van Deemter e sue generalizzazioni.

Aspetti termodinamici: interazioni ioniche e molecolari scelta delle fasi mobili e stazionarie.

Risoluzione e ottimizzazione della separazione.

Rivelatori

Caratteristiche generali. Classificazione in funzione del tipo di risposta. Tecniche analitiche accoppiate.

Interfacciamento con spettrometro di massa e FTIR.

Gasromatografia

Strumentazione: iniettori, colonne, rivelatori. Fasi stazionarie. Influenza della temperatura.

Applicazioni

Cromatografia liquida (HPLC)

Strumentazione: sistemi di pompaggio, campionamento, colonne rivelatori. Classificazione dei metodi, meccanismi di separazione e fattori che li influenzano. Cro-

matografia di ripartizione, adsorbimento, scambio ionico, esclusione, di affinità. Scelta della fase mobile, gradiente di eluizione. Applicazioni.

Cromatografia in fase supercritica
Strumentazione.
Applicazioni.

Applicazioni qualitative della cromatografia
Parametri di ritenzione. Metodi qualitativi chimici e strumentali.

Applicazioni quantitative della cromatografia
Rilevatori, risposta analitica, classificazioni e caratteristiche.
Metodi di determinazione quantitativi: taratura diretta, fattori di correzione, standard interno; metodo delle aggiunte.

Esercitazioni di laboratorio
Verranno affrontate problematiche analitiche per via strumentale applicate anche all'identificazione e allo studio di composti metallorganici sintetizzati dagli studenti nel parallelo corso di Laboratorio di Chimica Inorganica. Saranno applicati in particolare metodi potenziometrici e conduttimetrici, spettroscopici e cromatografici per determinazioni quali e quantitative. La discussione dei risultati ottenuti e delle tecniche sperimentali utilizzate costituiscono argomento della prova finale unitamente ad applicazioni di calcolo numerico relative alle metodologie analitiche sviluppate nel corso.

Testi consigliati
SKOGG, LEARY - Principles of Instrumental Analysis - Saunders, 4^a ed., 1992. Uscirà la traduzione italiana per la fine del 1994 (S.E.S., Napoli).
MILLER - Chromatography - Wiley, 1988
SAWYER, HEINEMAN, BEEBE - Chemistry Experiments for Instrumental Methods - Wiley - 1984
STROBEL, HEINEMAN - Chemical Instrumentation: a Systematic Approach - Wiley, 1989

14. CHIMICA BIOLOGICA (1° corso) (F11014) **PROF. BRUNO CURTI**

Introduzione
Scopo e campi di studio della biochimica. La cellula come unità fondamentale dei processi chimici negli organismi viventi. Bioelementi e biomolecole. Il ruolo dell'acqua nei processi biologici.

Proteine
Livelli di organizzazione strutturale delle proteine: struttura primaria, secon-

daria, super secondaria, terziaria e quaternaria. I fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria delle proteine. Evoluzione e funzione delle proteine. Alcuni esempi di proteine: collagene, mioglobina, emoglobina.

Enzimi
Struttura e classificazione degli enzimi. Coenzimi e cofattori. Cinetica enzimatica. Inibizione enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: allosteria, modificazioni covalenti, sistemi controllo dell'induzione e degradazione degli enzimi. Alcuni esempi di proteine catalitiche: lisozima, proteasi seriniche, carbossipeptidasi, glutatione riduttasi. Ribozima ed anticorpi catalitici.

Membrane biologiche
Struttura e funzione. Cenni sul trasporto di membrana.

Metabolismo
Aspetti generali e metodi di studio.

Aspetti termodinamici dei processi biologici
I fosfo-composti ad alto contenuto energetico. L'ATP ed i composti ad alto potenziale di trasferimento di gruppo.

Metabolismo dei carboidrati
Glicolisi e fermentazione alcolica. Regolazione della glicolisi. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato ciclo dell'acido citrico, vie anaerobiche, ciclo del glicossilato. Metabolismo dei pentoso fosfati. Biosintesi dei carboidrati: gluconeogenesi e sua regolazione, cicli futili. Metabolismo del glicogeno e controllo ormonale. Ciclo del carbonio e fotosintesi.

Ossidazioni biologiche
Catena respiratoria: trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa. L'ossigeno quale substrato di altre reazioni metaboliche.

Metabolismo dei lipidi
Metabolismo dei trigliceridi. Ossidazione degli acidi grassi. Metabolismo dei corpi chetonici. Biosintesi degli acidi grassi. Regolazione del metabolismo degli acidi grassi. Cenni sul metabolismo dei fosfolipidi e del colesterolo.

Metabolismo degli amminoacidi
Deaminazione degli amminoacidi e ciclo dell'urea. Vie degradative di alcuni amminoacidi. Aspetti della biosintesi degli amminoacidi. Amminoacidi come precursori per alcune biosintesi. Ciclo dell'azoto e utilizzazione dell'ammoniaca.

DNA e RNA
Struttura dei vari tipi di DNA e RNA. I livelli di organizzazione strutturale del DNA.

Processi di replicazione e riparazione del DNA. Processi di trascrizione: sintesi del RNA messaggero. Meccanismi e regolazione della trascrizione. Processi post-trascrizionali, sintesi del rRNA e del tRNA.

Sintesi e degradazione delle proteine

Il codice genetico. Il processo di traduzione. Meccanismi di inibizione e di regolazione del processo di traduzione. Modificazioni post-traduzionali.

Espressione genica

Alcuni aspetti dei meccanismi di regolazione dell'espressione genica.

Testi consigliati

D. Voet, J.G. Voet, BIOCHIMICA, 1993, Zanichelli, Bologna.
J.D. Rawn, BIOCHIMICA, 1a ed., 1990, McGraw-Hill Libri Italia, Milano.
R.M. Abeles, P.A. Frey, W.P. Jencks, BIOCHIMICA, 1994, Piccin, Padova.

15. PROVA DELLA CONOSCENZA DELLA LINGUA INGLESE (F11015) PROFF. PAGANI, ARDIZZONE, DOSSI

Non si tratta di un corso ma di una prova pratica che si conclude, in caso positivo, con un giudizio (approvato) e non con un voto. Il superamento di questo esame è necessario per poter sostenere alla fine degli studi l'esame di laurea: infatti il Nuovo Ordinamento prevede che per laurearsi lo studente debba aver superato almeno 23 esami e la prova della Lingua Inglese.

15.1. CHIMICA COMPUTAZIONALE (F11022) PROF. DEMETRIO PITEA

Obiettivo del corso è quello di fornire strumenti di base ed esempi applicativi di Chimica Computazionale, con particolare riferimento allo studio di relazioni tra la struttura delle molecole e le loro proprietà

Inquadramento informatico

Architetture informatiche: reti, sistemi operativi, calcolatori. Strutture per calcolo vettoriale e parallelo. Sistemi operativi, linguaggi. Data base e loro uso; guida alla ricerca bibliografica. Introduzione alla grafica.

Aspetti computazionali dei metodi quantomeccanici e della meccanica molecolare

Metodi ab-initio: principi generali, scelta delle funzioni di base, limite Hartree-Fock. Metodi SCF MO-LCAO semiempirici: approssimazione ZDO e le sue

diverse formulazioni (NODO, INDO, CNDO); cenni sulle parametrizzazioni
Meccanica molecolare: principi del metodo e assunzioni fondamentali; funzioni potenziali e parametri del campo di forze. Applicazioni.

Analisi conformazionale

Definizioni. Metodi teorici e sperimentali. Superfici di energia potenziale: costruzione e caratterizzazione; localizzazione dei punti stazionari. Applicazioni.

Energia di interazione intermolecolare

Natura dei contributi e loro dipendenza dalla distanza intermolecolare. Trattamento classico e quantomeccanico. Applicazioni.

15.2 CHEMIOMETRIA (F11031) PROF. ROBERTO TODESCHINI

Il corso si propone di presentare le metodologie e le tecniche chemiometriche rivolte al trattamento dell'informazione contenuta nei dati sperimentali e alla costruzione di modelli matematici predittivi. L'obiettivo del corso è quello di fornire gli elementi fondamentali per trattare sistemi chimici complessi rappresentati in spazi multivariati. Nel corso verranno anche presentati alcuni degli sviluppi recenti in questo campo (reti neurali, algoritmi genetici, metodi di regressione nonlineare, ecc). All'inizio del corso verranno forniti i fondamenti di statistica e di algebra delle matrici al fine di facilitare la comprensione dei successivi contenuti del programma. Le lezioni teoriche saranno integrate da alcune esercitazioni al computer.

Introduzione alla chemiometria

Obiettivi, metodi e applicazioni. Nozioni fondamentali di algebra delle matrici. Le strutture dei dati multivariati. Parametri statistici elementari: indice di posizione e di dispersione; covarianza e correlazione. I concetti di distanza e di similarità.

Strategie per la razionalizzazione di problemi complessi

Metodi per l'esplorazione dei dati; analisi delle componenti principali. Metodi grafici univariati e multivariati. Eliminazione delle variabili ridondanti

Metodi di cluster analysis

Il concetto di centroide e di centrotipo. Metodi gerarchici divisivi e agglomerativi. Metodi non gerarchici. Strategie per l'analisi di similarità

Metodi di classificazione

Strategie di ricerca basate sulla classificazione e parametri di classificazione. Il metodo knn. Le probabilità bayesiane e i metodi di analisi discriminante.

Metodi basati sulle componenti principali (SIMCA). Il controllo di qualità e i metodi di modellamento. Metodi di classificazione ad albero.

Il concetto di bias e i metodi di validazione

Stimatori statistici; bias e varianza. Modelli descrittivi e predittivi. Tecniche di validazione dei modelli (validazione incrociata, bootstrap, ecc.).

Metodi di regressione

Strategie di ricerca basate su modelli quantitativi e parametri di regressione. L'analisi di regressione multipla. I metodi di regressione biased: i metodi ridge, di selezione dei migliori sottomodelli, di analisi in componenti principali, metodo di regressione ai minimi quadrati parziali (PLS). Metodi diagnostici in regressione.

Nuove strategie chemiometriche

Gli algoritmi genetici. Nuovi metodi di regressione non-lineare PLS non-lineare; Alternating Conditional Expectations (ACE); Multivariate Adaptive Regression Splines (MARS). Le metodologie basate sulle reti neurali artificiali.

Applicazioni a problemi chimici e ambientali

Esempi di applicazioni chemiometriche a problemi chimici, farmacologici e ambientali. I descrittori molecolari: indici topologici molecolari; indici di informazione; indici WHIM. Le variabili sperimentali chimiche nelle problematiche ambientali. Introduzione alle relazioni quantitative attività-struttura (QSAR). Esercitazioni al calcolatore.

Testi consigliati

I.E. FRANK E TODESCHINI: The Data Analysis Handbook. Elsevier 1994.
R. TODESCHINI: Appunti del Corso di Chemiometria.

15.3 CHIMICA DEI COMPOSTI DI COORDINAZIONE (F11041) PROF. SECONDO MARTINENGO

Il corso si rivolge agli studenti interessati a seguire l'indirizzo inorganico.

Programma

Introduzione e sviluppo storico. Numeri di coordinazione e relative geometrie. Classificazione dei leganti: monodentati, ambidentati, polidentati chelanti e macrociclici. Eteri a corona, criptanti e simili. Tipi di isomeria. Stabilità termodinamica e cinetica dei complessi: costanti di formazione parziali e globali. Effetto chelante e macrociclico. Leganti π . CO, isocianuri, cia-

nuri, diazoto, NO. Leganti al fosforo: basicità, potere π accettore, angolo conico. Legami multipli M-L: ossocomplessi, complessi amidici, nitrenici, nitrurici, carbenici e carbinici.

Complessi π con olefine, poliolefine, alchini e con leganti enilici e polienici. Complessi con carbocicli aromatici da C₃ a C₈ e loro principali metodi di sintesi.

Perosso e superosso complessi. Alcosso complessi, complessi con alogenuri a ponte e con leganti allo zolfo.

Soluzioni di metalli alcalini in ammoniaca liquida. Complessi di metalli alcalini con eteri a corona e criptanti: alcaluri ed elettruri.

Proprietà dei metalli di transizione. Teoria del campo cristallino applicata ai complessi ottaedrici, tetraedrici e planari quadrati. Complessi ad alto e basso spin; spin crossover. Serie spettrochimica dei leganti. Distorsioni nei complessi; effetto Jahn-Teller.

Cenni della teoria degli orbitali molecolari applicata ai complessi ottaedrici. Cenni al modello della sovrapposizione angolare. Numero di elettroni di valenza nei complessi, regola dei 18 elettroni e sue eccezioni.

Meccanismi di reazione nei complessi. Reazioni di sostituzione nei complessi ottaedrici. Correlazioni tra labilità ed inerzia dei complessi e configurazione elettronica del centro metallico. Reazioni di sostituzione nei complessi planari quadrati; effetto trans. Speciali meccanismi di sostituzione: ring slippage e sostituzioni in complessi a 17 e 19 elettroni; elettrocatalisi.

Reazioni di trasferimento elettronico con meccanismo a sfera interna ed esterna. Non-rigidità stereochimica. Idruri binari e complessi idrurici. Classificazione, metodi di sintesi, caratterizzazione e reattività. Interazioni agostiche. Complessi con idrogeno molecolare.

Metallo carbonili: classificazione, metodi di sintesi, caratterizzazione e reattività. Anioni carbonilato, carbonilidruri, carbonilalogenuri, carbonilcationi. Ruolo dei complessi in catalisi omogenea; principali tipi di reazioni che si incontrano nei cicli catalitici. Esemp. di cicli catalitici: water gas shift, idroformilazione e idrogenazione di olefine, carbonilazione di alcoli. Eterogeneizzazione dei complessi. Catalisi bifasica.

Testi

F.A. Cotton e G. Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, quinta edizione inglese o terza edizione italiana.

15.4 CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE (F12032) PROF. PAOLO FERRUTI

Introduzione

Nozioni fondamentali. Criteri statistici in chimica macromolecolare. Polimeri lineari, ramificati, reticolati. Omopolimeri e copolimeri. Peso molecolare e grado di polimerizzazione. Diversi tipi di medie nella determinazione dei pesi

molecolari. Indice di polidispersità. Nozioni preliminari sulla sintesi di macromolecole. Policondensazione. Poliaddizione di monomeri vinilici e dienici. Polimerizzazione con apertura di anello e con isomerizzazione.

Struttura dei polimeri

Richiami di stereochimica. Analisi configurazionale di composti a catena con due o più atomi asimmetrici. Analisi conformazionale di molecole lineari e ramificate con più di cinque atomi di carbonio. Trattazione quantitativa dell'analisi conformazionale (metodo di Westheimer).

Proprietà in soluzione e misura del peso molecolare

Aspetti fenomenologici della dissoluzione dei polimeri. Parametri di solubilità. Cenni sulla termodinamica delle soluzioni macromolecolari. Teoria di Flory-Huggins, temperatura θ . Osmometria e altri metodi colligativi per la misura del peso molecolare medio naturale.

Determinazione del peso molecolare medio ponderale mediante diffusione della luce: caso della particella puntiforme e della particella estesa, diagramma di Zimm. Cenni sull'ultra centrifugazione.

Viscosimetria: aspetti sperimentali e teorici. Teoria di Flory-Fox. Dimensioni non perturbate: relazioni tra proprietà idrodinamiche e conformazionali delle molecole. Calcolo del rapporto caratteristico. Frazionamento dei polimeri. Tecniche GPC e HPLC.

Proprietà di massa dei polimeri

Morfologia di polimeri cristallini, orientamento dei cristallini sotto tiro. Temperatura di fusione (t_f), storia termica dei polimeri. Stato vetroso, temperatura di transizione vetrosa (t_g). Dipendenza di t_f e t_g dalla struttura dei polimeri, modifica di dette temperature.

Proprietà meccaniche dei polimeri

Curve sforzo-allungamento di polimeri amorfi (sopra e sotto t_g) e di polimeri cristallini. Cenni sul comportamento elastico delle gomme. Viscoelasticità: rilassamento e scorrimento. Modifica delle proprietà meccaniche: uso di cariche, materiali composti.

Sintesi e reazioni di macromolecole

Policondensazione: principali tipi di manometri e di reazioni. Cinetica di policondensazione. Distribuzione e regolazione dei pesi molecolari. Policondensati lineari e reticolari e loro importanza industriale. Punto di gel.

Considerazione termodinamiche sulle poliaddizioni.

Polimerizzazione radicaliche: studio cinetico, regolazione del peso molecolare. Aspetti tecnici della polimerizzazione radicalica, processi in massa, in sospensione in soluzione e in emulsione. Polimeri di importanza industriale.

Polimerizzazione anioniche e cationiche. Polimeri viventi, copolimeri a blocchi. Polimerizzazione ioniche stereospecifiche stereospecifiche.

Polimerizzazione Ziegler-Natta. Meccanismo e stereospecificità, catalizzatori eterogenei ed omogenei. Prodotti di interesse industriale: polietilene ad alta

densità, polipropilene, copolimeri, terpolimeri; polibutadiene, poliisoprene e polipentenamero.

Copolimerizzazione, rapporti di reattività, diagrammi F1-f1. Distribuzione delle sequenze di unità monomeriche. Previsione dei rapporti di reattività. Schema Q-e. Reazioni dei polimeri. Degradazione. Stabilizzazione.

Tecnologia dei materiali polimerici

Impiego dei materiali polimerici e tecnologia della loro lavorazione. Fibre. Gomme. Vulcanizzazione. Importanza industriale dei materiali polimerici. Problemi di approvvigionamento e di produzione delle materie prime, degli intermedi e degli additivi.

Biopolimeri

Aspetti macromolecolari delle sostanze naturali. Prodotti idrocarburici (gomma naturale). Polisaccaridi (amido e cellulosa). Proteine. Acidi nucleici, struttura primaria, secondaria e terziaria.

Testi consigliati

AA.VV., Scienze e tecnologia delle macromolecole, Pacini Editore. Pisa, 1983; AA.VV., Lezioni tenute ai Convegni-Scuola dell'Associazione Italiana di Scienze e tecnologia delle macromolecole, 1979-1983.

15.5 CHIMICA ORGANICA (APPLICATA) (F11053)

PROF. UMBERTO VALCAVI

Vengono studiate varie classi di composti importanti in chimica organica:

- amminoacidi e proteine
- carboidrati e polisaccaridi
- lipidi/prostaglandine/leukotrieni
- steroidi
- acidi nucleici.

Aminoacidi e proteine

- amminoacidi naturali e sintesi di amminoacidi otticamente attivi interessanti in campo industriale,
- proteine, struttura tridimensionale, isolamento, purificazione e sintesi (sia manuale che automatica mediante supporto solido con computer),
- alcune proteine di interesse biologico,
- recettori e alcuni farmaci recettoriali.

Carboidrati e polisaccaridi

- monosaccaridi più comuni e loro struttura,
- di e polisaccaridi più comuni

- sintesi di di e polisaccaridi
- polisaccaridi di interesse biologico.

Lipidi/prostaglandine e leukotrieni

- acidi grassi e trigliceridi
- fosfolipidi e glicolipidi
- prostaglandine naturali e loro attività
- sintesi delle prostaglandine
- prostaglandine sintetiche di interesse biologico
- leukotrieni e inibitori di leukotrieni.

Steroidi

- steroidi naturali e loro attività biologica
- stereochimica
- sintesi e produzioni industriali
- trasformazioni biologiche
- steroidi di interesse industriale e terapeutico.

Acidi nucleici

- nucleosidi e nucleotidi e loro sintesi
- cenni sui RNA e DNA
- sintesi di oligo e polinucleotidi
- principi elementari di ingegneria genetica
- principali prodotti industriali in commercio ottenuti con la ingegneria genetica.

Alcune nozioni pratiche nel settore farmaceutico

- farmacocinetica e metabolismo
- semplici nozioni di tecnica farmaceutica, e pro-drugs
- come viene svolta una ricerca nel campo farmaceutico
- fasi e tempi per registrare un nuovo farmaco
- evoluzione del mercato farmaceutico italiano e mondiale.

15.6 ELETTROCHIMICA (F11054)

PROF. TORQUATO MUSSINI

Generalità e definizioni

Pile e generatori. Elettrolizzatori. Rendimenti di corrente. Fattori che determinano i rendimenti di corrente. Voltometri o coulombometri. Polarizzazione chimica. Polarizzazione di concentrazione.

Elettroliti

Varie classi di elettroliti. Mobilità ioniche, conducibilità elettrica numero di trasporto ionico. Trasporto di materia nelle soluzioni elettrolitiche in seguito al passaggio di corrente.

Elettroliti solidi. Sali fusi. Soluzioni elettrolitiche. Soluti ionofori e soluti ionogeni. Teoria di Arrhenius. Meccanismi di trasporto degli ioni nelle soluzioni elettrolitiche.

Meccanismi e salto. Moto viscoso. Conducibilità specifica e conducibilità equivalente. Metodi e risultati sperimentali. Mobilità ioniche. Numeri di trasporto. Conducibilità specifica. Variazioni alla conducibilità con la concentrazione. Variazioni alla conducibilità con la temperatura e la pressione. Interazione soluto-solvente. Interazione con scambio di protoni. Interazioni elettrostatiche ione-dipolo. Numero di idratazione. Interazioni ione-ione. Interazioni elettrostatiche. Proprietà di trasporto in presenza di interazioni elettrostatiche. Potenziale chimico di ioni in soluzione. Stato standard per il soluto. Coefficienti di attività ionica media e loro dipendenza dalla concentrazione. Determinazione non elettrochimica dei coefficienti di attività ionica media.

Equilibri elettrochimici

Convenzioni di segno. Misura di forze elettromotrici non dipendenti dalla concentrazione dell'elettrolita. Energie libere di formazione. Energie libere di reazione. Energie libere di trasporto. Misure di F.E.M. dipendenti dalla composizione della soluzione. Determinazione della F.E.M. standard (E') di pile e di coefficienti di attività ionica media (+) di elettroliti. Potenziali di diffusione (potenziali interliquidi) e loro segnatura. Minimizzazione del potenziale interliquido; pile con "ponte salino". Pile con trasporto. Metodo di F.E.M. per la determinazione dei numeri di trasporto ionico.

Semielementi galvanici

Classificazione dei semielementi galvanici. F.E.M. di semielementi galvanici in condizioni standard. Serie elettrochimica e convenzione di segno. Coefficienti di temperatura. Convenzioni termodinamiche ed elettrochimiche per i semielementi galvanici. Entropia degli ioni; scala termodinamica, scala elettrochimica, scala assoluta. Alcune considerazioni sulla serie elettrochimica dei potenziali standard (E'). Potenziale di semielementi galvanici; dipendenza dalla concentrazione. Misura del potenziale di un semielemento galvanico. Determinazione dei coefficienti di temperatura "assoluti" dei potenziali standard.

Determinazione di potenziali standard di semielementi galvanici implicanti incompatibilità di varia natura. Membrane e fenomeni elettrochimici di membrana. Rappresentazione grafica dell'equilibrio elettrochimico dei semielementi galvanici. Diagrammi potenziale-pH (Diagrammi di Poubaix).

Doppio strato elettrico

Equilibri eterogenei in presenza di specie cariche mobili. Struttura dell'interfase e doppio strato elettrico. Stato standard degli elettroni e lavoro di trasporto degli elettroni in un metallo. Potenziale elettrochimico e lavoro di estrazione elettronica. Equilibrio metallo-metallo. Potenziale di contatto. Equilibrio soluzione-soluzione. Potenziale elettrochimico degli ioni. Equilibrio metallo soluzione. Valutazione dei potenziali assoluti.

Cinetica elettrochimica

Dissipazione all'interfase. Sovratensione di trasporto materiale. Sovratensione di trasporto di carica. Sovratensione di barriera. Sovratensione di reazione. Misura della sovratensione e bilancio di tensione di un sistema elettrochimico. Controllo cinetico misto. Processi catodici, sovratensione d'idrogeno. Processi anodici. Reazioni successive e concorrenti. Elementi galvanici in corto circuito e potenziali misti: diagrammi di Evans. Passività e transpassività.

15.7 STRUTTURISTICA CHIMICA (F11060) PROF. MIRELLA SANSONI

Proprietà di gruppo. Reticoli e spazi vettoriali. Operazioni di simmetria. Gruppi di simmetria puntuali e spaziali. Sistemi cristallini. I cristalli come disposizione ordinata di oggetti atomici. Reticolo cristallino. Cella elementare.

Diffrazione dei raggi X da parte dei cristalli

- 1) Produzione, assorbimento e diffusione dei raggi X
- 2) Trasformata di Fourier: sovrapposizione di onde, fase ed ampiezza risultante; spazio reale e spazio reciproco, diffusione di onde da parte di oggetti, ampiezza e fase della trasformata. Trasformata di un atomo e fattore diffondente atomico. Trasformata di 2, 4, 6 atomi (manubrio, quadrato, esagono): valutazione geometrica della trasformata, sue caratteristiche. Trasformata di raggruppamenti semplici e fattori di struttura
- 3) Trasformata di un cristallo: la funzione di diffrazione reticolare; equazione di Bragg; geometria della diffrazione da parte dei cristalli.
- 4) Tecniche diffrattometriche: metodo a polveri; metodo a cristallo singolo; geometria Weissenberg e a precessione, diffrattometro automatico.
- 5) Il problema della fase: metodi diretti e serie di Patterson. Metodi di affinamento dei parametri strutturali.
- 6) Analisi dei risultati: conformazione molecolare, distanze e angoli intra- e intermolecolari, accuratezza dei dati.

Il corso consiste di circa 60 ore di lezioni più alcune esercitazioni pratiche e di calcolo con cristallo singolo (a) e con polveri (b).

(a) Con metodo Weissenberg o a precessione, determinazione della cella reale e del gruppo cristallografico.

Analisi di mappe Patterson per strutture con atomi pesanti e determinazione delle coordinate in posizione in cella.

(b) Analisi numerica per la determinazione strutturale: indicizzazione a deter-

mirazione della cella unitaria; profile fitting; metodi ab inizic; affinamento tipo Rietveld.

Tesi consigliati

J.P. Glusker, K.N. Trueblood, Crystal Structure Analysis. A Primer Oxford University Press

G.H. Stout, L.H. Jensen, X-Ray Structure Determination. A practical guide, The Mac Comp.

Azeroff, Elements of X-Ray Crystallography. McGraw-Hill

15.8 METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA (F11023) PROF. BRUNO DANIELI

Parte: La Risonanza Magnetica Nucleare

Influenza della simmetria molecolare e della chiralità sugli spettri di RMN
Isocronia. Diastereotopia. Omotopia, e enantiotopia. Analisi di sistemi di spin degenerati attraverso bande satelliti di ^{13}C e sostituzione H-D.

Analisi degli spettri di RMN ad alta risoluzione

Calcolo dei sistemi di spin di ordine superiore: AB, A_2B , ABX, $AA'XX'$. Spettri con sistemi di spin ingannevolmente semplici. Accoppiamenti virtuali. Simulazione degli splitting patterns mediante programma di calcolo implementato su PC.

Tecnica ausiliarie nella RMN

Magneti superconduttori. Esperimento di doppia risonanza. Disaccoppiamento di spin. Disaccoppiamento selettivo e spin-tickling. Doppia risonanza eteronucleare. Disaccoppiamento a banda larga.

Tecnica ad impulsi nella RMN e trasformata di Fourier

Il problema della sensibilità. Il comportamento di un insieme di nuclei in un campo pulsato. Il rilassamento nucleare. L'esperimento di RMN ad impulsi. I segnali nel dominio del tempo e della frequenza. La trasformata di Fourier. Gated Decoupling. Meccanismi di rilassamento. Misura dei tempi di rilassamento. Significato strutturale dei tempi di rilassamento. Misure quantitative negli spettri di ^{13}C .

Tecniche RMN multipulsate mono- e bidimensionali

L'esperimento di spin-echo eteronucleare ed omonucleare. Esperimento spin-echo J-modulato. Innalzamento del segnale per trasferimento di polimerizzazione (esperimenti SPI e INEPT). Esperimento DEPT. Spettroscopia bidimensionale J-resolved (etero- e omonucleare). Spettroscopia bidimensionale cor-

relata: eteronucleare (H_1C -cosy) e omonucleare (H_1H -cosy). L'effetto nucleare Overhauser e l'esperimento NOESY.

Teoria del chemical shift

a) Protone. Contributo del diamagnetismo locale e della densità elettronica degli atomi vicini. Influenze dei momenti magnetici indotti (anisotropia). Corrente di anello in sistemi ciclici coniugati ad elettroni π . Effetto del campo elettrico. Legame di idrogeno. Effetti del solvente.
b) Carbonio. Regole di additività. Effetto gamma. Tecniche per l'assegnazione dei segnali.

Costanti di accoppiamento spin-spin

L'interpretazione quantomeccanica dello splitting dei livelli energetici. La costante diretta e geminale. La costante vicinale in sistemi aciclici e ciclici. La costante C-H. Costante H-h e C-H di long-range in sistemi saturi ed insaturi.

Interpretazione di spettri PMR od altra risoluzione

Testi consigliati

H. Friebolin, Basic One - and Two - Dimensional NMR Spectroscopy, VCM
B. Danieli e G. Lesma, Equivalenza magnetica e classificazione dei sistemi di spin, Dispensa CUSL, 1992
G. Lesma e B. Danieli, Guida alla interpretazione degli spettri di RMN: esercizi e problemi, Dispensa CUSL, 1992
R.J. Abraham e P. Loftus. Proton and Carbon - 13 NMR Spectroscopy, an integrated approach, Heyden London
H. Gunther, NMR Spectroscopy, An Introduction, John Wiley & Sons Chichester, New York
F.W. Wehrli, A.P. Marchand e S. Wehrly, Interpretation of Carbon 13 Spectra, John Wiley, Chichester

II Parte: La Spettrometria di Massa

Aspetti strumentali della MS. Descrizione di uno strumento EI/EB

Nuovi aspetti strumentali della MS

Sorgenti FAB (FIB), Thermospray, electrospray. Analizzatori a quadrupolo, TOF-MALD, ciclotrone. Accoppiamento GC/MS e LC/MS. Determinazione della composizione di uno ione mediante peak-matching ed HR-MS. L'uso del calcolatore in MS: problemi di acquisizione, calibrazione, elaborazione degli spettri, ricerca in banca dati.

Maggiori informazioni strutturali da ciascun ione: MS/MS

Ioni metastabili a decomposizione spontanea ed attivata. Esperimenti tandem-MS: B/E, B2/E, neutral loss, MIKE. Triplici quadrupoli. Strumenti a configurazione ibrida. Collisioni ad alte e basse energie.

Il processo di ionizzazione delle molecole

Ionizzazione adiabatica e verticale (principio di Franck-Condon). Determina-

zione dei potenziali di ionizzazione. La distribuzione dell'energia interna dello ione molecolare. Effetto dei sostituenti sul potenziale di ionizzazione.

La teoria del Quasi-Equilibrio (QET)

Introduzione Assunzioni fondamentali. L'espressione della costante di velocità. Teoria QET modificata. Test sperimentali della QET.

Applicazione della QET e all Spettrometria di Massa

Curve di K su E. Energia interna e vita media di uno ione in reazioni competitive di riarrangiamento e di semplice rottura. Distribuzione dell'energia interna tra i frammenti. Effetti cinetici. Effetti dei sostituenti nelle reazioni di frammentazione.

Testi consigliati

J.R. Chapman, Practical Organic Mass Spectrometry, Wiley, London

F.W. McLafferty, Interpretation of Mass Spectra, 2^a ed., Benjamin Eds, London

M.E. Rose e R.A.W. Johnstone, Mass Spectroscopy for Chemistry and Biochemists, Cambridge University Press, Cambridge

16A. CHIMICA INORGANICA (2° corso) (F11016)

PROF. ALESSANDRO PASINI

Complementi di chimica degli elementi (10 ore)

1. I gruppi 1, 2 e 13, composti elettron-deficienti
2. La chimica dei gruppi 14-17
3. I metalli di transizione

Il sistema metallo-legante, proprietà e reattività (20 ore)

1. Aspetti teorici e termodinamici
2. Stabilizzazione di particolari geometrie di coordinazione
3. Composti stereochimicamente non rigidi
4. Stabilizzazione degli stati di ossidazione del metallo
5. Reazioni di trasferimento elettronico
6. Somme ossidative ed eliminazioni riduttive
7. Migrazioni/inserzioni ed estrusioni
8. Attivazione e reattività di leganti coordinati

Argomenti monografici (15 ore)

1. Sistemi colloidali
2. Composti metallici polinucleari
3. Strutture ordinate come leganti: clatrati e zeoliti

4. Proprietà fisiche ed elettroniche degli ossidi dei metalli di transizione
5. Aspetti biomedici della chimica inorganica

Esercitazioni (15 ore)

Le esercitazioni verteranno su argomenti specifici del corso, con l'utilizzo di bibliografia originale.

16B. LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (2° corso) (F11016)
 PROF.SSA FRANCESCA PORTA

Questo corso di laboratorio è dedicato in primo luogo alla sintesi aerobica ed anaerobica di complessi inorganici e metallorganici e alla loro caratterizzazione mediante metodi analitici, spettroscopici e chimico-fisici.

Inoltre le esperienze verranno organizzate in modo da esemplificare trasformazioni stechiometriche e catalitiche di substrati organici nei rispettivi prodotti, mediante attivazione sul centro metallico. L'analisi degli intermedi e dei prodotti, sia organici che metallorganici, sarà volta ad illustrare il meccanismo di reazione.

Le esercitazioni su banco singolo verranno associate a lezioni teoriche vertenti soprattutto sulle metodologie di sintesi caratteristiche della chimica inorganica e metallorganica.

Testi consigliati

D.F. Shriver, M.Y. Drezdov - The manipulation of air-sensitive compounds - Ed. Wiley Interscience
 J. Woollins - Inorganic Experiments - Ed. VCH

17A. CHIMICA INORGANICA (3° corso) (F11017)
 PROF. FRANCA MORAZZONI

Il corso che, nell'attuale piano di studio, è preceduto dagli insegnamenti di Chimica Generale e Inorganica, Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica e di Chimica Inorganica (1° e 2° corso) coi rispettivi laboratori, fa ad essi riferimento per quanto concerne la sistematica della chimica inorganica.

È utilmente affiancato oltre che dagli insegnamenti complementari dell'Indirizzo Inorganico anche dall'insegnamento Chimica Fisica dello Stato Solido e delle Superfici.

È scopo primo del corso informare gli studenti sull'origine e lo sviluppo degli argomenti alla base dell'attuale ricerca nel campo delle relazioni tra proprietà e struttura elettronica dei composti inorganici e di coordinazione.

Indicazione dei contenuti

I contenuti del corso sono raggruppabili in due temi principali:

- 1) struttura elettronica e natura del legame chimico nei composti di coordinazione dei metalli di transizione, mono e polinucleare
- 2) relazioni tra struttura elettronica e proprietà, aspetti modellistici dei composti di coordinazione mono e polinucleari dei metalli di transizione

1) Richiami di meccanica quantistica, fondamenti di teoria dei gruppi. Modelli di calcolo delle energie elettroniche nei complessi dei metalli di transizione: il modello dell'orbitale molecolare (MO), la sovrapposizione angolare (Angular-Overlap) il modello del campo dei leganti. Energie di ion d in campi di leganti a simmetria variabile. Diagrammi di Tanabe e Sugano. Tecniche spettroscopiche di indagine delle energie elettroniche dei composti dei metalli di transizione in campi di leganti a differente simmetria. Esercizi.

Principi di magnetismo: equazione di Van Vleck; misure di suscettività, interazione intramolecolare, equilibrio di spin. Esercizi.

- 2) a) Proprietà elettroniche dei complessi mononucleari dei metalli di transizione nei bassi stati di ossidazione; proprietà elettroniche dei sistemi polinucleari dei metalli di transizione; relazioni tra struttura elettronica, proprietà e attività catalitica
- b) I complessi dei metalli di transizione come modelli di struttura elettronica di sistemi inorganici complicati (materiali, biomolecole)

Testi consigliati

FA. Cotton, G. Wilkinson, Advanced Inorganic Chemistry, IV Edition
 FA. Cotton, Chemical Applications of Group Theory, Interscience Publishers J. Wiley & Sons (1963)
 R.S. Drago, Physical Methods in Chemistry, W.B. Saunders Company (1977)
 A.S.P. Lever, Inorganic Electronic Spectroscopy, Elsevier (1968)
 FE. Mabbs, D.J. Machin, Magnetism and Transition Metal Complexes, Chapman and Hall (1973)
 L. Malatesta, S. Ceni, Zerovalent Compounds of Metals, Academic Press (1974)

17B. LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (3° corso) (F11017)
 PROF. ANGELO SIRONI

Gli studenti, suddivisi in gruppi, affronteranno una esperienza tra quelle qui di seguito elencate. Le lezioni del corso avranno carattere tutoriale e ciascun gruppo di studenti, durante l'espletamento dell'attività assegnata-

gli, riceverà suggerimenti sulle modalità operative e sulle letture necessarie all'approfondimento teorico di quanto messo in pratica. Le esperienze, che prevedono un impiego esteso di elaboratori elettronici, riguarderanno alcune tecniche fondamentali nell'ambito delle discipline Inorganico-Strutturali.

I) determinazione della struttura cristallina e molecolare di un composto organometallico mediante diffrazione a Raggi X su monocristallo;

II) determinazione della struttura cristallina e molecolare di un composto inorganico mediante diffrazione a Raggi X su monocristallo;

III) razionalizzazione della stereochimica di una classe di composti organometallici mediante l'uso della grafica e della meccanica molecolare;

IV) razionalizzazione della stereochimica di una classe di composti organometallici mediante l'uso di metodi quantomeccanici semiempirici (Extended Huckel);

V) utilizzo delle banche dati cristallografiche nella razionalizzazione della stereochimica dei composti organometallici

VI) razionalizzazione dell'occorrenza di fenomeni dinamici in alcuni cristalli dei composti organometallici mediante l'analisi dei fattori termici anisotropi e l'uso combinato della grafica molecolare e del metodo del potenziale atomo-atomo

VII) analisi qualitative e quantitative di fasi inorganiche utilizzando la diffrazione a raggi X su materiali policristallini

VIII) caratterizzazione morfologica dei materiali inorganici utilizzando microscopie convenzionali (SEM) e non convenzionali (STM, AFM)

18A. CHIMICA FISICA (3° corso) (F11018) PROF. MARIO RAIMONDI

Introduzione a metodi statistici

Concetti statistici fondamentali. Valori medi e distribuzioni probabilistiche. Cammini casuali e distribuzione gaussiana.

Descrizione statistica di sistemi di particelle

Definizione dello stato di un sistema in meccanica classica ed in meccanica quantistica. Sistemi con un numero di particelle dell'ordine di grandezza del numero di Avogadro: trattazione classica e introduzione dello spazio delle fasi; trattazione quanto meccanica. Definizione e studio della funzione densità degli stati.

Termodinamica Statistica

Il teorema di Liouville e la relazione tra i postulati probabilistici fondamentali ed il concetto di equilibrio e di processo reversibile. Processi irreversibili e teorema della mobilità. Insieme statistico rappresentativo. Trattazione statistica della interazione termica di sistemi macroscopici. Equilibrio termico. Temperatura. Entropia. Funzione distribuzione di probabilità. Trattazione statistica della interazione meccanica. Interazioni generalizzate. Collegamento fra leggi termodinamiche e relazioni statistiche: calcolo statistico di quantità termodinamiche. Sistemi in equilibrio con una riserva di calore ed equilibrio canonico. Funzione partizione. Sue proprietà.

Applicazioni semplici di meccanica statistica

Trattazione del gas perfetto. Interpretazione microscopica della equazione di stato. Calcolo dell'entropia mediante la meccanica classica; paradosso di Gibbs ed indistinguibilità. Teorema di equiripartizione dell'energia ed applicazioni.

Calore specifico dei solidi e modello di Einstein.

Paramagnetismo e trattazione generale della magnetizzazione.

Distribuzione di Maxwell delle velocità. Effusione. Pressione come trasporto di momento.

Trattazione statistica dell'equilibrio tra fasi ed equilibrio chimico

Sistemi di miscele di gas. Condizioni di equilibrio generale per sistemi isolati o in contatto con riserve di calore a temperatura costante o a temperatura e pressione costanti.

Condizioni di stabilità per sostanze omogenee: fluttuazioni di temperatura, di pressione e di densità.

Equilibrio fra fasi. Studio delle isoterme al di sotto del punto critico.

Equilibrio chimico: trattazione statistica delle condizioni di equilibrio e derivazione della espressione della costante di equilibrio in termini delle funzioni partizione molecolari.

Collegamento con la spettroscopia e calcolo della funzione partizione di molecole poliatomiche: calcolo del contributo traslazionale, vibrazionale e rotazionale.

Meccanica statistica quantistica

Distribuzioni statistiche quantistiche. Statistica di Maxwell-Boltzmann. Statistica di Planck. Statistica di Bose-Einstein. Statistica di Fermi-Dirac. Limite classico delle distribuzioni quantistiche.

Applicazioni a gas quantistici ideali. Problema del corpo nero. Gli elettroni di conduzione dei metalli. Funzione di Fermi e calcolo quantitative del calore specifico elettronico nei metalli.

Sistemi non ideali

Solidi: teoria di Debye.

Gas reale: derivazione della equazione di Van der Waals a partire da un potenziale attrattivo approssimato. Equazione del viriale.

Liquidi: cenni sulla simulazione con tecniche di calcolo basate sulla dinamica molecolare e sul metodo di Montecarlo.

Polimeri: configurazioni delle molecole di polimeri e trattazione della elasticità. Teoria di Flory-Huggins delle soluzioni di polimeri.

Teoria del trasporto

Tempo di collisione. Libero cammino medio. Sezione d'urto. Viscosità. Calcolo del coefficiente di viscosità per un gas diluito. Calcolo del coefficiente di conducibilità termica. Diffusione. Calcolo del coefficiente di diffusione. Equazione della diffusione. Conducibilità elettrica.

Processi di trasporto e funzione di distribuzione. Equazione di Boltzmann in assenza ed in presenza di collisioni. Formulazione basata sull'integrale di percorso.

Teoria del trasporto più avanzata. Equazioni del "moto" dei valori medi. Soluzioni approssimate della equazione di Boltzmann.

Metodi approssimati per risolvere l'equazione di Boltzmann.

Processi irreversibili e fluttuazioni

Equazione di Langevin. Analisi dettagliata dei moti Browniani. Funzione di correlazione e termini dissipativi: Teorema di fluttuazione e dissipazione.

Derivazione dell'equazione di Fokker - Planck. Soluzione dell'equazione di Fokker-Planck.

18B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (3° corso) (F11018) PROF. EMANUELE ORTOLEVA

19A. CHIMICA FISICA (4° corso) (F11019) PROF. ERMANNO GIANINETTI

Il corso applica i principi della Chimica Fisica alla problematica complessa della materia allo stato condensato, tanto nei suoi aspetti di scienza di base quanto in quelli tecnologico-applicativi. Il contenuto dell'insegnamento verte pertanto sugli elementi fondamentali della scienza dello stato solido, sui alcuni dei principali metodi sperimentali d'indagine per le fasi condensate, e su un'analisi delle più importanti proprietà chimiche e fisiche tipiche di tali fasi con cenni alle relative applicazioni.

Gli argomenti specifici del corso sono i seguenti.

1) Struttura atomica di equilibrio dei solidi cristallini: simmetria traslazionale, reticolo cristallino diretto e reciproco, gruppi spaziali di simmetria, esempi di struttura di sostanze solide semplici.

2) Metodi sperimentali di studio delle proprietà strutturali dei solidi: diffrazione di raggi X, di elettroni e di neutroni su monocristalli e su polveri; spettroscopia di assorbimento di raggi X, EXAFS e struttura locale di fasi solide amorfe o liquide.

3) Energia interna dei solidi cristallini: componente statica e componente vibrazionale. Analisi delle vibrazioni atomiche nell'approssimazione quasi armonica; modi normali, relazioni di dispersione, fononi acustici e ottici. Proprietà termodinamico-statistiche dei solidi.

4) Stati elettronici e legame chimico nei solidi: teorema di Bloch, bande di energia, modello di Kronig-Penney, metodi quantistici approssimati per il calcolo della funzione d'onda nei cristalli (LCAO, onde piane).

5) Trasformazioni di fase allo stato solido. Parametro d'ordine e teoria di Landau; superreticoli, fenomeni di ordine-disordine, strutture modulate; proprietà di interesse applicativo collegate alle transizioni di fase ferroiche.

19B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (4° corso) (F11019) DR. DARIO NARDUCCI

Il corso prevede lo svolgimento di esperienze di laboratorio nel campo della chimica fisica dei solidi o della spettroscopia E.S.R.. Le lezioni di laboratorio saranno precedute e integrate da lezioni in aula.

Argomenti delle lezioni

Richiami di struttura dei solidi. Richiami di termodinamica. I diagrammi di fase. Difetti nei solidi: analisi termodinamica. Impurezze. Ionizzazione di difetti. Proprietà ottiche dei difetti. Fenomeni di trasporto in conduttori ionici ed elettronici. Metodi sperimentali in chimica fisica dello stato solido.

Esperienze di stato solido

Si prevede lo svolgimento di un'unica esperienza articolata su 15 pomeriggi. Ogni gruppo (3-4 student) dovrà individuare, con il supporto del Docente e di un Ricercatore, una strategia di ricerca atta a risolvere uno specifico quesito sulle proprietà chimico-fisico di un materiale. Il gruppo dovrà pertanto occuparsi della preparazione, del trattamento e della caratterizzazione del materiale stesso. Le tecniche di caratterizzazione poste a

disposizione degli studenti includono le spettroscopie FTIR, UV-vis e ESR, i metodi diffrattometrici e le tecniche di misura di conducibilità elettrica. Le esercitazioni sperimentali saranno eventualmente affiancate da un lavoro di ricerca bibliografica che gli studenti svolgeranno presso la Biblioteca Chimica.

Esperienze di spettroscopia E.S.R.

Si prevede lo svolgimento di più esperienze articolate su 15 pomeriggi.

1. Studio E.S.R. delle impurezze di vanadile che drogano un monocristallo orientato di acetato di magnesio
2. Ricostruzione con il computer del tensore magnetico del vanadile che droga il cristallo di acetato di magnesio
3. Interpretazione con il computer di spettri H-ENDOR di vanadile e di acido sulfammico irraggiato con raggi (greco)

Gli studenti presenteranno come prova scritta d'esame una tesina comprensiva della attività sperimentale svolta, delle conoscenze acquisite attraverso la letteratura consultata e delle conclusioni ottenute dall'analisi dei dati sperimentali.

20A. CHIMICA ORGANICA (3° corso) (F11020)

PROF. GIANCARLO JOMMI

Legame chimico e struttura molecolare

Richiami ai principi generali. Struttura molecolare: cristalli e molecole in soluzione.

Stereochimica delle molecole organiche

- a) Stereochimica statica: principi generali. Relazioni di prochiralità. Metodi di determinazione della struttura molecolare e della stereochimica. Spettroscopie e struttura; metodi termodinamici, fisici e chimico-fisici di indagine: principi generali ed applicazioni. Isomeria geometrica e legami doppi: proprietà ed interconversione di isomeri geometrici.
- b) Proprietà chirottiche e loro misura. Determinazione della configurazione relativa ed assoluta. Conglomerati, racemati e soluzioni solide racemiche. Formazione e separazione di racemi. Racemizzazione ed epimerizzazione. Criteri di purezza enantiomerica e diastereomerica.
- c) Configurazione in molecole contenenti uno o più stereocentri (carboni ed eteroatomi); stereoisomerie determinate da impedimenti rotazionali.
- d) Stereochimica dinamica: principi generali. Analisi conformazionale ed analisi di altri effetti sterici. Metodi di indagine ed effetti della conformazione sulla reattività molecolare. Impedimenti sterici e meccanica molecolare. Risoluzione cinetica di racemi. Sintesi e distruzione asimmetrica; induzioni asimmetriche. Riconoscimento molecolare. Enantio- e diastereo-

selezione nella sintesi. Applicazioni degli orbitali molecolari all'analisi conformazionale.

Reattività delle molecole organiche

- a) Studio dei meccanismi delle reazioni organiche. Dati termodinamici e cinetici: metodi e significato. Correlazioni di energia libera, effetti dei sostituenti. Catalisi. Effetto dei solventi. Acidi e basi "hard" e "soft". Controllo cinetico e termodinamico. Caratterizzazione degli intermedi di reazione. Effetti isotopo ed uso di isotopi nello studio dei meccanismi.
- b) Sostituzioni nucleofile SN1 ed SN2. Ioni carbonio, nucleofilicità, effetti dei sostituenti, effetti dei solventi e della forza ionica del mezzo; effetti sterici; partecipazione di gruppi vicini; stereochimica delle reazioni. Ioni carbonio classici e non classici. Riassettamenti molecolari. Sostituzioni nucleofile su eteroatomi.
- c) Addizioni ed eliminazioni E1, E2 ed altre. Reazioni catalizzate da acidi. Effetti di orientamento ed effetti sterici.
- c) Approfondimenti dei concetti di aromaticità, antiaromaticità, omoaromaticità; reattività di questi sistemi.
- e) Elementi sulla chimica dei carbanioni ed altre specie nucleofile: produzione, stabilità, reattività. Reazioni dei composti carbonilici: idratazione, addizione-eliminazione, idrolisi.
- f) Elementi sulle reazioni concertate e loro meccanismo: elettrocicliche, sigmatropiche, chelotropiche, cicloaddizioni e cicloaddizioni eterodipolari. Applicazione della teoria degli orbitali molecolari alle reazioni concertate.
- g) Reazioni fotochimiche. Principi generali e stati eccitati. Fotochimica di gruppi carbonilici, di alcheni e dieni e di composti aromatici.
- h) Reazioni di radicali. Generazione e caratterizzazione di radicali liberi e specie cariche correlate. Caratteristiche dei meccanismi di reazione che coinvolgono radicali. Reazioni di sostituzione, di addizione, di riassetto e frammentazione operate da radicali liberi. Reazioni intramolecolari di radicali e reazioni di trasferimento elettronico.
- i) Reazioni ioniche e radicaliche di polimerizzazione e policondensazione.

20B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (3° corso) (F11020)

PROF. PAOLA DEL BUTTERO

Il corso si articola in 15-20 lezioni teoriche e almeno 60 h di lavoro sperimentale a banco singolo.

Il corso si prefigge di stimolare nello studente, che già dovrebbe aver acquisito con i Corsi precedenti oltre ad una solida conoscenza teorica anche una buona abilità manuale, la curiosità per le problematiche connesse con il lavoro di sintesi e di fornirgli, per quanto possibile, una metodologia per risolverle. A tale scopo nel corso delle lezioni lo studente imparerà come impostare una

strategia di sintesi in più step di prodotti ad interesse applicativo, partendo da un'analisi critica dei dati di letteratura, e cercando di adattarli al problema contingente con una certa libertà nelle scelte, ma senza trascurare problemi di fattibilità (costo dei reagenti, pericolosità delle operazioni ecc.) e dell'impatto ambientale.

Nel corso delle ore di lavoro sperimentale lo studente dovrà realizzare le sintesi progettate e avrà così modo di dar prova non solo delle capacità di gestire una reazione condotta in scala ridotta, ma anche di una certa e asticità mentale capace di adattarsi di volta in volta ai problemi che possono presentarsi, non ultimo anche quello di un insuccesso.

Dato che lo scopo ultimo è quello di ottenere un prodotto mirato, lo studente dovrà anche acquisire una certa capacità nell'utilizzo delle più comuni tecniche di purificazione ed analitiche.

Inoltre allo scopo di meglio far comprendere e proiettare lo studente nella realtà che dovrà affrontare nel mondo del lavoro, è previsto anche l'intervento di un esperto di un laboratorio di ricerca e sviluppo dell'industria che aiuterà gli studenti nelle scelte da operare sia a livello di progettazione che di esecuzione della sintesi.

21A. CHIMICA ORGANICA 4° corso (F11021) PROF. CARLO SCOLASTICO

Alchilazione del carbonio nucleofilo

Generazione di carbanioni per deprotonazione, regio- e stereo-selettività nella formazione di enolati. Generazione alchilazione di dianioni. Alchilazione di anioni ambidentati. Alchilazione di aldeidi, esteri, ammidi e nitrili. Analoghi azotati di enoli ed enolati: enammine e anioni di immine. Addizione coniugata di carboni nucleofili.

Reazioni di carboni nucleofili con gruppi carbonilici

Condensazione aldolica, aldoliche miste con aldeidi aromatiche, regio- e stereo-chimica di condensazioni aldoliche miste coinvolgenti aldeidi alifatiche e chetoni, aldoliche intramolecolari, anellazione di Robinson. Condensazioni di immine e ioni imminio. Reazione di Mannich. Acilazione di carbanioni. La reazione di Wittig e Horner-Emkoms. Reazione di composti carbonilici con alfa-trimetilsilil carbanioni. Iridi dello zolfo.

Gruppi protettivi

Gruppi protettivi dell'ossidrile, delle ammine, del carbonile e del carbossile.

Interconversioni di gruppi funzionali per sostituzione nucleofila

Trasformazione di alcoli in agenti alchilanti (esteri solfonici, alogenuri). Intro-

duzione di gruppi funzionali per sostituzione nucleofila al carbonio saturo (nitrili, azidi, alchilazione di ammine e ammidi, nucleofili ossigenati, solforati e del fosforo). Scissione nucleofila dei legami carbonio-ossigeno in eteri ed esteri. Reagenti per l'acilazione: preparazione di esteri e di ammidi.

Addizioni elettrofile a legami multipli carbonio-carbonio

Addizioni elettrofile a legami multipli carbonio-carbonio (addizioni di acidi allogenidrici, idratazione, ossimercurazione, addizione di alogeni, reagenti elettrofilo dello zolfo e del selenio, sostituzioni elettrofile in alfa a composti carbonilici, addizioni ad alleni e ad alchini). Addizione a doppi legami di organoborani (idroboração, reazione degli organoborani, idroboração enantioselectiva, idroboração di alchini).

Riduzione di gruppi funzionali

Idrogenazione catalitica, trasferimento di idrogeni ad altri reagenti. Idruri (riduzione di composti carbonilici e altri gruppi funzionali). Riduzione con metalli in soluzione (addizione di idrogeno, eliminazione riduttiva di gruppi funzionali, alchilazione riducente).

Deossigenazione riduttiva di composti carbonilici.

Cicloaddizioni, riassamenti, eliminazioni termiche

Reazioni di cicloaddizione (la reazione di Diels-Alder inter- e intramolecolare). Reazioni di cicloaddizione dipolare. Cicloaddizione (2+2) e altre reazioni che conducono a ciclobutani. Reazioni fotochimiche di cicloaddizione. Riassamenti sigmatropici (3,3) (riassamenti di Cope e di Claisen). Riassamenti sigmatropici (2,3) Ene-reaction). Reazioni di eliminazione termica unimolecolare eliminazione chelotropica, decomposizione di azotocomposti ciclici, beta-eliminazioni coinvolgenti stati di transizione ciclici).

Composti organometallici dei metalli del 1° e 2° gruppo

Preparazione, proprietà e reazioni di organolitio, organomagnesio, organozinco, organocadmio, organomercurio, organocerio.

Reazioni coinvolgenti metalli di transizione

Preparazione e reazioni coinvolgenti intermedi di organorame, organopalladio, organonichel, organorodio, organoferro e organocobalto.

Reazioni di formazione del legame carbonio-carbonio. Reazioni coinvolgenti composti del boro, del silicio e dello stagno.

Reazioni coinvolgenti intermedi molto reattivi poveri di elettroni Reazioni di carbocationi, carbeni, nitreni, radicali liberi.

Ossidazioni

Ossidazioni di alcoli ad aldeidi, a chetoni e ad acidi carbossilici. Addizione di ossigeno a doppi legami carbonio-carbonio. Scissione di doppi legami carbonio-carbonio. Scissione ossidativa di glicoli. Decarbossilazione ossidativa. Ossidazioni di chetoni ed aldeidi. Ossidazione allilica. Ossidazioni di carboni nonfunzionalizzati.

21B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (4° corso) (F11021)
PROF. LUISA GARANTI

Il corso si prefigge lo scopo di far acquisire allo studente una buona conoscenza sperimentale legata all'impiego di reagenti per i quali devono essere usate particolari precauzioni nella manipolazione (ad es. composti organometallici, diborani, ilidi, ecc.). Verranno sperimentate in microscala alcune delle reazioni illustrate nel corso teorico. Le sintesi saranno articolate in una cascata di tre o quattro reazioni, alcune delle quali necessitano di particolari condizioni sperimentali.

22. CHIMICA COMPUTAZIONALE
(vedi pag. 62, programma 15.1)

23. METODI FISICI IN CHIMICA ORGANICA (F11023)
(vedi pag. 71, programma 15.8)

24. CHIMICA BIOINORGANICA (F11024)
NON ATTIVATO PER L'A.A. 95/96

25. CORSO NON ATTIVATO

26. CHIMICA FISICA DEI MATERIALI (F11026)
(Vedi programma n. 28 - Mutuato da Chimica Inorganica)

27. CHIMICA FISICA (COMPLEMENTI) (F11027)
PROF. EMANUELE ORTOLEVA

Vettori e sistemi di coordinate

Sistemi di coordinate cartesiane e curvilinee, ortogonali, localmente ortogonali e non ortogonali. Trasformazione da un sistema di coordinate all'altro, il determinante jacobiano. Vettori. Prodotto scalare e prodotto vettoriale. Integrali di superficie e integrali di volume. Campi vettoriali, gradiente, divergenza, rotore. Teoremi di Gauss di Stokes. Il Laplaciano in coordinate sferiche.

Funzioni di variabile complessa

Numeri complessi, funzioni di variabile complessa. Radici di un numero complesso, funzioni a valori multipli e superfici di Riemann. Analiticità di una funzione complessa, teorema di Cauchy, formula integrale di Cauchy. Serie complesse: serie di Taylor e Laurent. Zeri e singolarità di una funzione. Teorema dei residui. Lemma di Jordan. Calcolo di integrali nel campo complesso utilizzati nella parte successiva del corso.

Serie di Fourier

Definizione della serie di Fourier. Proprietà di parità. Serie in seno o coseno. Forma complessa della serie di Fourier. Convergenza puntuale e convergenza in media, disuguaglianza di Bessel ed equazione di Parseval. Reazione di completezza di un insieme di funzioni. Serie di Fourier generalizzata. Serie di Fourier in tre dimensioni. La terna reciproca.

Funzioni delta di Dirac

Funzioni a cuspidi e funzioni delta di Dirac. Rappresentazioni delle funzioni delta successioni delta e convergenza debole. Proprietà della delta. Sviluppo della serie di Fourier della delta. Rappresentazione come integrale. Delta di Dirac in tre dimensioni.

Trasformata di Fourier

Trasformata e trasformata inversa. Esempi di trasformate di Fourier. Proprietà delle trasformate. Trasformata della delta di Dirac. Convoluzione di due funzioni, trasformata del prodotto e della convoluzione. Teorema integrale di Fourier. Equazione di Parseval per le trasformate di Fourier. Il teorema della larghezza di banda. Trasformata di Fourier in tre dimensioni. Risoluzione dell'equazione di un oscillatore armonico mediante le trasformate di Fourier. Trasformata di Fourier di un reticolo di punti di dimensioni finite. Applicazione delle trasformate di Fourier: diffrazione di un'onda, allargamento di una riga in spettroscopia, la densità elettronica in un cristallo e il fattore di struttura il principio di indeterminazione, la probabilità di transizione di una coppia di particelle.

Equazioni differenziali lineari di secondo ordine

Il Wronskiano. Soluzione generale dell'equazione omogenea. L'equazione non omogenea. Soluzione in serie di potenze dell'equazione omogenea: il metodo di Frobenius.

Equazioni differenziali alle derivate parziali

Il metodo di separazione delle variabili. L'equazione della diffusione. L'equazione di Helmholtz. Equazioni agli autovalori autofunzioni, le autofunzioni come insieme completo. Il problema di Sturm-Liouville.

Operatori

Operatori aggiunti, operatori Hermitiani. Proprietà degli operatori Hermitiani. Commutatore di due operatori, proprietà degli operatori commutanti.

Funzioni speciali usate in meccanica quantistica

Soluzione della parte angolare dell'equazione di Schrodinger per un campo centrale.

Polinomi di Legendre e armoniche sferiche. Proprietà delle armoniche sferiche.

Testi consigliati

E. Butkov, *Mathematical Physics*, Addison-Wesley Publishing Co. 1968

K.F. Riley, *Mathematical Methods for the Physical Science*. Cambridge University Press, Cambridge, 1974

28. CHIMICA INORGANICA (APPLICAZIONI) (F11028)

DR. STEFANO TOLLARI

Il corso tratta alcuni aspetti della chimica organometallica degli elementi del main group illustrando le proprietà chimiche, strutturali e spettroscopiche e la reattività chimica, stechiometrica e catalitica dei composti che presentano legami metallo-carbonio.

Nella seconda parte vengono affrontate le applicazioni alla sintesi organica di composti organometallici di alcuni elementi di transizione aventi come leganti olefine, diolefine, alchini, ciclopentadieni, areni e carbeni.

Il corso è organizzato come facente parte di una triade di insegnamenti, che insieme dovrebbero fornire una più ampia visione della chimica organometallica (Chimica Inorganica-Applicazioni; Chimica Inorganica-Reattività dei Composti Organometallici; Chimica Metallorganica).

Organometallici degli elementi del main group

1) Introduzione. Classificazione dei composti organometallici. Energia, polarità e reattività dei legami M-C; stabilità e reattività dei composti organometallici del main group.

2) Metodi generali di sintesi.

3) Composti organometallici dei metalli alcalini. Struttura, legami e reattività.

4) Organometallici degli alcalino terrosi. Sintesi, reattività e strutture dei composti di organomagnesio e loro applicazione alla sintesi. Organometallici di berillio, calcio, stronzio e bario.

5) Composti organometallici di zinco, cadmio e mercurio.

6) Sintesi, struttura e reattività degli organocomposti di boro e alluminio. Cenni sugli organogallio, indio e tallio.

7) Composti metallo-carbonio del gruppo del silicio, germanio, stagno e piombo. Strutture, reattività del legame M-C ed applicazioni alla sintesi organica.

8) Cenni agli organocomposti di arsenico, antimonio e bismuto.

9) Composti organometallici di rame.

Organometallici dei metalli di transizione

10) Complessi di metalli di transizione con olefine e dieni; aspetti strutturali e reattività.

11) Complessi metallo-ciclopentadienilici. Complessi a sandwich, bent e mono ciclopentadienilici. Complessi arenici: strutture, preparazioni e reattività.

12) Complessi pi greco allilici: preparazioni, strutture e reattività. Reattività degli allilnicel cloruro e allilpalladio cloruro.

13) Complessi carbenici tipo "Fischer" e tipo "Schrock": preparazioni, strutture, proprietà e reattività.

Testi consigliati

a) Ch. Elschenbroich, A. Salzer: "Organometallics, a concise introduction"

b) J.P. Colman, L.S. Hege, J.R. Norton, R.G. Finke: "Principle and applications of organotransition metal chemistry"

29. CHIMICA INORGANICA (COMPLEMENTI) (F11029)

PROF. LUIGI GARLASCHELLI

Il corso prenderà in esame uno degli aspetti della chimica organometallica che in questi ultimi anni ha avuto un grande sviluppo cioè la scoperta e l'evoluzione della chimica organometallica dei cluster molecolari. Il corso dovrebbe essere di particolare interesse per tutti gli studenti dell'indirizzo di chimica inorganica. Nel corso verranno discussi cluster molecolari carbonilici, cluster molecolari contenente metalli di transizione e zolfo (cubani), cluster dei metalli di transizione contenente alogeni e fosfine terziarie e cluster nudi.

Per le diverse categorie di cluster verranno trattati i seguenti argomenti:

a) aspetti strutturali e di legame;

b) sistematica di sintesi;

c) reazioni di sostituzione dei leganti;

d) riarrangiamento del poliedro dei metalli;

e) reazioni di frammentazioni;

f) cluster come catalizzatori o precursori catalitici per reazioni di catalisi in fase omogenea. Parte del corso verrà dedicato ad una ricerca bibliografica su un argomento di interesse per lo studente. Parte del materiale didattico verrà fornito dal docente.

Libri consigliati

The Chemistry of Metal Cluster Complexes. D.F. Sarver, H.D. Kaesz, R.D. Adams. VCH.

Introduction to Cluster Chemistry. D.M.P. Mingos, D.J. Wales. Prentice Hall.

Inorganic Chemistry. T.P. Fehlner, Plenum.

Principles of Descriptive Inorganic Chemistry. G. Wulfsberg; Brooks Cole.

30. CHIMICA INORGANICA (CRISTALLOCHIMICA) (F11030)

PROF.SSA MIRELLA SANSONI

Il corso ha lo scopo di approfondire le conoscenze relative ai composti inorganici allo stato solido, in particolar modo quelli di interesse nella scienze dei materiali, ci fornire allo studente i mezzi utili alla interpretazione dei dati cristallografici riportati in letteratura, e la conoscenza di alcune metodologie usate per caratterizzare da un punto di vista cristallografico un dato materiale. In particolare verranno trattati i seguenti argomenti:

- 1) L'importanza dello stato solido. Limitazioni geometriche e topologiche alla struttura di molecole e composti cristallini. Classificazione dei cristalli. Interpretazione della struttura in termini di poliedri di coordinazione o di unità asimmetriche che si ripetono. Struttura allo stato solido e variazioni strutturali nei cambiamenti di modificazione cristallina e di stato di aggregazione. Polimorfismo e politipia. Accrescimenti epitattici.
- 2) Il problema della caratterizzazione di un solido mediante uso di tecniche accoppiate (diffratometriche, microscopia, microanalisi EDX e WDX ecc). Studio di composti isomorfi e di miscele isomorfe. Affinamento dei fattori di occupazione ed interpretazione delle distanze di legame nei poliedri di coordinazione per stabilire la composizione di un sito cristallografico. Metodo "Valence-Bond" di Brown. Fenomeni di disordine sostituzionale in composti molecolari.
- 3) Ricerca ed interpretazione dei dati cristallografici riportati in letteratura. (Con utilizzo di programmi di ricerca su banche dati).

31. CHEMIOMETRIA

(vedi pag. 63)

32. CHIMICA INORGANICA (REATTIVITÀ DEI COMPOSTI ORGANOMETALLICI) (F11032)

PROF. FRANCESCA PORTA

Il corso tratta alcuni aspetti della chimica organometallica dei complessi dei metalli di transizione, illustrando le proprietà chimiche, strutturali e spettroscopiche e la reattività chimica, stechiometrica e catalitica, di complessi aventi legami M-H, M-N, M-O, M-P, M-S. Il corso è organizzato come facente parte di una triade di insegnamenti, che insieme dovrebbero fornire una più ampia visione della chimica organometallica (Chimica Inorganica - Applicazioni; Chimica Inorganica - Reattività dei Composti Organometallici; Chimica Metallorganica).

a) Complessi idrurici di metalli di transizione: proprietà chimiche e strutturali; caratterizzazione ^1H n.m.r. Complessi del diidrogeno. Interazione agostica.

Sintesi: attivazione omolitica di H_2 mono e bimetallica, attivazione eterolitica di H_2 , idrogenolisi, somma ossidativa di HX di Si-H, di C-H, protonazione (acidità cinetica e termodinamica), uso di idruri del main group, trasferimento di idrogeno dai leganti (da idrossi carbonili, da formiati, da idrossidi, α , β , γ -eliminazione).

Reattività: reazioni intramolecolari (eliminazione riduttiva, inserzione di leganti), reazioni intermolecolari (trasferimento di protone, di atomo di idrogeno, di idruro), reazioni di inserzione intramolecolari, inserzione migratoria di alcheni e alchini.

Catalisi omogenea: idrogenazione di olefine con $\text{Rh}(\text{PPh}_3)_3\text{Cl}$, idrogenazione di dieni a monoeni con $\text{Co}(\text{CN})_5^-$, idrogenazione di alcheni con $\text{Ru}(\text{PPh}_3)_3\text{Cl}_2$.

b) Attivazione del biossido di carbonio: Complessi dei metalli di transizione con il diossido di carbonio, tipi di coordinazione, proprietà chimiche e strutturali.

Sintesi e reattività: reazioni di inserzione (nel legame metallo-idrogeno, metallo-carbonio, metalloazoto, metallo-ossigeno).

Catalisi omogenea: reazioni di co-oligomerizzazione di CO_2 con 1,3 dieni, con alcheni, con alchini, con metilenciclopropani. Carriers di CO_2 (reazioni reversibili, di inserzione reversibile), reazioni di carbosilazione di legami C-H.

c) Attivazione dell'ossigeno: reattività dell'ossigeno di tripletto e dell'ossigeno singolo: reattività di O_2 e OH, reagente di Fenton.

Sintesi, reattività e catalisi: Con O_2 - Complessi Cobalto-diossigeno; sintesi, proprietà chimiche, strutturali e spettroscopiche; reattività (ossidazione catalitica di fenoli, reazioni di deidrogenazione e dealchilazione, ossidazione di olefine). Complessi Porfirinici; sintesi, proprietà chimiche e strutturali. Ossidazione di specie altovalenti. Porfirine di Fe(III) e Mn(III). Reazioni catalitiche di epossidazione e di idrossilazione. Complessi perossidici (nucleofili ed elettrofili). Reazioni di ossidazione stechiometriche e catalitiche di complessi perossidici elettrofili con olefine (sistemi di rodio, palladio e argento). Reazioni di ossidazione stechiometriche e catalitiche di complessi perossidici nucleofili con substrati organici (sistemi di molibdeno, tungsteno, vanadio). Con H_2O_2 - Peracidi inorganici; reazioni di ossidazione catalitica di alcheni ad epossidi, di ammine ad ossime e nitroso derivati.

Con ROOH - Sistemi complesso - idroperossido catalizzatori in reazioni di epossidazione regio, stereo ed enantioselettive; epossidazione di Sharpless di alcoli allilici.

d) Attivazione dell'azoto: Sintesi, proprietà chimiche, strutturali e spettroscopiche dei complessi di metalli di transizione con leganti azotati. Complessi del diazoto e le problematiche della sua protonazione e riduzione. Produzione di ammoniaca. Complessi nitrosilici. Reazioni di inserzione, di sostituzione di leganti. Attacco nucleofilo ed elettrofilo su NO coordinato. Riduzione dell'ossido di azoto (parallelismi tra reazioni eterogenee ed omogenee). Reazioni catalizzate dalla miscela CO/NO. Complessi metallici di C-nitroso derivati; reazioni di spostamento, inserzione e migrazione. Esempi di trasformazione catalitica in azo e azossibenzene. Complessi di metalli di transizione con nitro de-

rivati organici: tipi di coordinazione. Le reazioni, stechiometriche e catalitiche, di riduzione di nitroderivati coordinati. Complessi a legami multipli metallo-azoto: nitruri, nitreni, imide, azidi, isocianati, tetraazadeni, immino e amido complessi. Tipi di coordinazione. Applicazioni in catalisi omogenea. Cenni sulla reazione di carbonilazione riduttiva di nitro derivati aromatici e prospettive per nuove sintesi di uretani.

e) Complessi con leganti solforati: sintesi, proprietà chimiche, strutturali e spettroscopiche e reattività di complessi di metalli di transizione aventi come leganti solfuri, tioli, ossidi dello zolfo, ditiocarbammati, solfoni e solfosidi.

Durante lo svolgimento del corso è prevista la partecipazione attiva degli studenti che si esplica attraverso: a) lettura ed esposizione in aula di articoli della letteratura scientifica inerente gli argomenti trattati; b) ricerca bibliografica su tematiche di ampio interesse in chimica organometallica.

Testi consigliati

- 1) F.A. Cotton, G. Wilkinson, *Advances Inorganic Chemistry*, Wiley, New York (1988).
- 2) J.P. Collman, L.S. Hegehus, J.R. Norton, R.G. Finke, *Principles and Applications of Organo-Transition Metal Chemistry*, University Science Books (1987).
- 3) R.H. Crabtree, *The Organometallic Chemistry of the Transition Metals*, Wiley-Interscience (1988).
- 4) R.A. Sheldon, J. Kochi, Eds., *Metal Catalysed Oxidations of Organic Compounds*, Academic Press. New York (1981).

33. CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA) (F11033) PROF. ERMANNANO GIANINETTI

Richiami di meccanica analitica

Leggi di moto nel formalismo Newtoniano. Principio della minima azione e formalismo Lagrangiano. Concetto generale di trasformazione di Legendre (ricordiamo anche le applicazioni in termodinamica: potenziali termodinamici)

Formalismo Hamiltoniano. Simmetrie e costanti di moto. Parentesi di Poisson. Oscillatore armonico. Particella materiale in campo centrale e momento angolare. Sistema di particelle materiali mutuamente integranti. Spazio delle fasi e meccanica statistica. Equazione di Liouville. I e II teorema di Liouville. Le costanti di moto in meccanica statistica.

Elementi di meccanica quantistica

Spazi vettoriali in generale. Notazione di Dirac. Tipi di operatori: normali, hermitiani, unitari, proiezioni. Autovalori ed autovettori di un operatore hermitiano. Spettro discreto e spettro continuo. Operazioni commutanti. Trasforma-

zioni di Fourier e funzioni "delta" di Dirac. Operatore hamiltoniano ed equazione di Schrodinger dipendente dal tempo. Interpretazione fisica della funzione d'onda.

Particelle libere sulla linea. Principio di Heisenberg. Urto contro la barriera. Buca di potenziale e stati legati, equazione di Schrodinger non dipendente dal tempo. Urto contro una buca. Oscillatore armonico.

Oscillatore armonico tridimensionale e particella nella scatola. Simmetria e degenerazione.

Osservabili compatibili e costanti di moto in meccanica quantistica. Teorema di Ehrenfest e principio di corrispondenza. Postulati generali della meccanica quantistica. Il problema dell'oscillatore armonico svolto con gli operatori di spostamento.

Particella in campo centrale

Coordinate sferiche. Operatore hamiltoniano in coordinate sferiche. Momento angolare orbitale. Separazione delle variabili per l'equazione di Schrodinger. Struttura generale degli autovettori e degli autovalori per gli operatori di momento angolare. Autovalori ed autofunzioni nel caso degli operatori di momento angolare orbitale facendo ampio uso degli operatori di spostamento. Atomo di idrogeno. Rotatore rigido.

Metodi approssimati

Principio variazione e metodi variazionali. Variazioni lineari ed equazione secolare. Teorema di separazione per gli autovalori approssimati. Trattazione approssimata per l'oscillatore armonico, per la buca di potenziale infinito e per l'atomo di idrogeno.

Teoria delle perturbazioni fino al secondo ordine. Perturbazione in presenza di degenerazione. Oscillatore armonico. Effetto Stark-Lo Surdo per l'atomo di idrogeno.

Spin ed antisimmetria

Esperienza di Stern e Gerlach. Operatori di spin e loro autofunzioni per N elettroni. Sistemi di più elettroni ed antisimmetria. Funzioni di spine e loro generazione col metodo genealogico. Diagramma di diramazione. Modelli elementari di funzione d'onda polielettroniche. Determinante di Slater. Valori medi di osservabili per il determinante di Slater.

Struttura atomica

Orbitali atomici ed orbitali di Slater. Metodi di Hartree-Fock ed approssimazione del campo centrale. Struttura dei multipletti. Interazione spinorbita e struttura fine. Sistema periodico degli elementi. Esempi di calcoli approssimati per atomi con pochi elettroni.

Emissione ed assorbimento della radiazione elettromagnetica

Richiami di elettromagnetismo. Potenziali elettromagnetici. Spettro del corpo nero. Funzione hamiltoniana ed equazione di Schrodinger per una particella carica in campo elettromagnetico. Perturbazioni dipendenti del tempo. Coeffi-

cienti di assorbimento e di emissione indotta e spontanea. Regole di selezione per l'oscillatore armonico e per l'elettrone in campo centrale. Effetto Zeeman, effetto Zeeman anomalo. Effetto Paschen-Back. L'effetto fotoelettrico. Il principio del laser.

Struttura elettronica delle molecole

Separazione del moto nucleare da quello elettronico (approssimazione di Born-Oppenheimer). Modelli ad orbitali molecolari ortonormali. Metodi di minimizzazione dell'energia. Interazione di configurazioni. Modelli ad orbitali molecolari non ortogonali. La molecola di idrogeno (i lavori di Heiter-London, Wang, Coulson-Fischer). Strutture e risonanza fra strutture. Le molecole biatomiche e poliatomiche. Formazione e rottura del legame chimico. Il teorema del viriale. Il teorema Hellmann-Feynman. Effetti elettrici e magnetici, termini relativistici dell'operatore hamiltoniano. Cenni sulle proprietà fisiche molecolari e sui principi delle più importanti tecniche di spettroscopia molecolari.

34. MECCANISMI DI REAZIONE IN CHIMICA INORGANICA (F11034)

DR. ROBERTO DELLA PERGOLA

Parte prima

Concetti cinetici di base

Velocità di reazione, ordine di reazione, equazioni cinetiche, esempi di reazioni con ordine zero, uno, due, frazionari, negativi, reazioni reversibili, multifasiche, parallele, effetto di acidi e basi.

Parametri di attivazione

ΔG^\ddagger , ΔH^\ddagger , ΔS^\ddagger , ΔV^\ddagger , equazione di Arrhenius e di Eyring, rate determining step, Linear Free Energy Relationships, effetto di temperatura, pressione, forza ionica.

Metodi di monitoraggio delle velocità di reazione

UV-visibile, ir, NMR, conduttimetria, metodi batch, polarimetria.

Metodi per lo studio di reazioni veloci

Stop flow, metodi di rilassamento, fotolisi e radiolisi, ricerca degli intermedi, marcatura isotopica.

Parte seconda

Sostituzione nei complessi quadrato-planari

Effetto del solvente, dei leganti entranti, uscenti, in cis, in trans, del metallo.

Sostituzione nei complessi ottaedrici

Complessi inerti e labili, meccanismo associativo, dissociativo, di interscambio, della base coniugata, Crystal Field Activation Energy.

Reazioni dei complessi organometallici

Sostituzioni nei metallo-carbonili, sostituzioni di fosfine, sostituzioni in complessi polimetallici, addizioni ossidative ed eliminazioni riduttive (meccanismo concertato, ionico, nucleofilo, radicalico), cicli di catalisi omogenea (idrogenazione, idroformilazione, processo Wacker, carbonilazione del metallo, metatesi di olefine).

Isomerie e trasformazioni stereochimiche

Isomeria di spin, conformazionale, configurazionale, geometrica, ottica in complessi tetra-, penta-, esa-coordinati, flussionalità di carbonili, ciclopentadieni, olefine.

Reazioni redox

Per sfera esterna, equazione di Marcus, per sfera interna, effetto del legante a ponte, reazioni intermolecolari, Metallo-Metallo e Metallo-Legante.

Reazioni dei leganti

Il metallo come punto di raccolta dei leganti, effetto template, addizioni nucleofile, acidità dei leganti coordinati, tensioni steriche.

Testi

R.G. Wilkins; Kinetics and Mechanisms of Reactions of Transition Metal Complexes, VCH, New York, 1991

J.D. Atwood; Inorganic and Organometallic Reaction Mechanisms, Brooks/Cole, Monterey, California 1985

F. Basolo, R.G. Pearson; Mechanism of Inorganic Reactions, Wiley Interscience, NY, 1967

K.J. Laidler; Chemical Kinetics, Harper Collins, New York, 1987.

35. MINERALOGIA (F11035)

PROF. GILBERTO ARTIOLI

Fondamenti di cristallografia

Reticoli. Simmetria. Gruppi puntuali e spaziali. Cristallografia morfologica. Relazione tra simmetria e struttura. Pseudosimmetria, simmetria di strutture derivate.

Cristallochimica, composizione e stabilità

Struttura cristallina e legame chimico. Coordinazione e formalismi di valenza in strutture inorganiche. Spazio compositivo, soluzioni solide. Trasforma-

zioni di fase. Polimorfismo. Diagrammi di stabilità di fase, spazio X-T-P. Ambienti genetici. Associazioni di minerali.

Proprietà fisiche dei cristalli

Descrizione tensoriale. Relazione fra struttura e proprietà fisiche. Nucleazione e crescita nei cristalli. Difetti, geminazioni.

Metodologie di studio

Ottica mineralogica. Fondamenti di diffrazione. Principi ed applicazione di tecniche diffrattometriche mediante cristallo singolo e materiali policristallini. Utilizzo di radiazione non convenzionale: luce di sincrotrone, neutroni. Analisi strutturale con dati diffrattometrici da cristallo singolo e da polveri. Complementarietà fra diffrazione e spettroscopia nell'analisi strutturale dei minerali.

Mineralogia descrittiva

Criteri di sistematica strutturale. Descrizione strutturale e proprietà di alcuni gruppi di minerali, con particolare riguardo ai silicati.

Esercitazioni

Il corso teorico è integrato da esercitazioni pratiche di: simmetria cristallografica, cristallografia morfologica e strutturale, utilizzo delle tecniche di ottica cristallografica e diffrazione-X, loro applicazione a problemi di analisi mineralogica e strutturale.

Testi consigliati

Appunti delle lezioni

G.P. Bernardini, C. Cipriani, C. Garavelli, F. Mazzi Carobbi-Mineralogia.

2 volumi. USES Edizioni Scientifiche, Firenze, quarta edizione, 1987.

G. Gottardi: I minerali. Boringhieri, Torino, seconda edizione, 1982.

C. Klein, C.S. Hurlbut: Manual of mineralogy. John Wiley & Sons, New York, 20th edition, 1985.

A. Putnis: Introduction to Mineral Sciences. Cambridge University Press, Cambridge, 1st edition, 1992.

36. STEREOCHIMICA (INORGANICA) (F11036)

PROF. ANGELO SIRONI

Introduzione

Cenni sui metodi che permettono di determinare la struttura molecolare. Fattori che influenzano i parametri di legame. Raggi atomici, ionici, covalenti, metallici e di Van der Waals

Orbitali molecolari

Orbitali atomici e molecolari. Il legame chimico e le interazioni tra orbitali.

Legami a 2 centri e 2 elettroni. Legami 3 centri e 2 e 4 elettroni. Teoria delle perturbazioni intra ed intermolecolari. Uso della simmetria nella derivazione degli Orbitali Molecolari. Derivazione degli Orbitali Molecolari di una specie utilizzando quelli dei suoi frammenti costitutivi. Orbitali Molecolari delle molecole diatomiche, elettronegatività ed uso della teoria delle perturbazioni. Diagrammi di Walsh. Effetto Jahn-Teller al primo e secondo ordine. Interazioni attraverso lo spazio ed attraverso i legami.

Stereochimica degli elementi s e p

VSEPR. Derivazione degli Orbitali Molecolari ed uso dei diagrammi di Walsh per la razionalizzare la stereochimica delle specie AX_2 ($D_{\infty h}$ - C_{2v}), AX_3 (D_{3h} - C_{3v}) e (D_{3h} - C_{2v}), AX_4 (T_d - D_{4h}) (D_{4h} - C_{2h}) e (D_{4h} - C_{4v}), AX_5 (D_{3h} - C_{2v} - C_{4v}), AX_6 (O_h - C_{3v})

Stereochimica degli elementi d

Orbitali Molecolari dei complessi ML_6 ottaedrici. Interazioni pigreco nei complessi ottaedrici. La regola dei 18 elettroni e le sue eccezioni. Orbitali Molecolari dei complessi ML_4 tetraedrici e quadrato planari. Orbitali Molecolari dei complessi ML bipyramidali trigonali e quadrato piramidali. Orbitali di valenza dei frammenti molecolari più comuni: ML_5 (C_{4v}), ML_4 (C_{2v}), ML_4 (C_{2v}), ML_4 (C_{3v}), ML_3 (C_{3v}), ML_3 (C_{2v}) e ML_2 (C_{2v}).

Uso delle teorie FMO (Fragment Molecular Orbital) per la costruzione e l'interpretazione dei diagrammi MO dei composti organometallici. Analogia isoglobale.

Testi consigliati

T.A. Albright, J.K. Burdett, M.H. Whangbo, Orbital Interaction in Chemistry, Wiley (1985)

J.E. Fergusson, Stereochemistry and Bonding in Inorganic Chemistry, Prentice Hall (1974)

37. SINTESI E TECNICHE SPECIALI ORGANICHE (F11037)

PROF. CARLO SCOLASTICO

L'approccio retrosintetico. Ordine degli eventi. Disgiunzioni C-X (semplice e doppia). Chemoselettività. Inversione di polarità, reazioni di ciclizzazione. Sintesi delle ammine. Strategie nell'uso di gruppi protettivi. Stereoselettività. Regioselectività. Disgiunzioni C-C: alcoli, composti carbonilici. Sintesi di alcheni. Uso di acetileni. Disgiunzioni di due gruppi: Diels-Alder, controllo della condensazione di composti carbonilici, composti 1,1-1,2- e 1,3- difunzionalizzati, composti carbonilici α,β -insaturi, composti 1,5-difunzionalizzanti, addizione coniugata, anellazione di Robinson. Uso dei nitrocomposti alifatici nella sintesi. Disgiunzioni di due gruppi: composti 1,2-1,4-1,6-difunzionalizzanti.

Sintesi mediante reazioni radicaliche. Addizione ed eliminazione di gruppi funzionali.

Strategia nella disgiunzione di composti carbonilici.

Sintesi di anelli: eterociclici saturi, anelli a 3, anelli a 4 (fotochimica mediante uso di cheteni).

Riassamenti nelle sintesi, reazioni pericicliche.

Strategia sintetiche basate sulla scelta di una reazione retrosintetica fortemente semplificante.

Strategie basate sulla struttura del prodotto e topologie.

Strategie stereochimiche.

Strategie basate sul gruppo funzionale.

Uso contemporaneo di più strategie.

Esempi di sintesi di molecole complesse.

Sintesi organica assistita da elaboratore.

Programmi interattivi e non interattivi.

Illustrazione di un miniprogramma didattico con esercitazioni al computer.

Ottimizzazione dei parametri sperimentali di una reazione di sintesi.

Testi

Stuart Warren "Organic Synthesis: the Disconnection Approach" e suo esercizio. J. Wiley.

E.J. Corey e X-M Cheng "The logic approach of Chelical Synthesis" J. Wiley

38. CHIMICA FISICA DEI SISTEMI DISPERSI E DELLE INTERFASI (F11038)

PROF. SILVIA ARDIZZONE

Termodinamica di sistemi contenenti una interfase

Descrizione convenzionale della regione interfase e grandezze termodinamiche relative. Adsorbimento. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Isotherme di adsorbimento ed equazioni di stato bidimensionali di monostati localizzati e non localizzati con diverso grado di idealità.

Interfasi elettrificate

Meccanismi di separazione di carica in superfici diverse. Potenziali di superficie. Componenti della differenza di potenziale interfase. Struttura delle interfasi elettrificate: modello di Gouy-Chapman, modelli di Stern-Grahame. Modelli molecolari.

Interfasi fluide (liquido/gas e liquido/liquido)

Caratteristiche singolari delle superfici dei liquidi; pressione di Laplace; equazione di Kelvin. Metodi di misura della tensione superficiale. Spandimento ed adesione. Film di spandimento. Film di Languinir-Blodgett. Film di adsorbimento. Micelle. Detergenza. Emulsioni. Microemulsioni. Schiume.

Interfasi solido/gas

Caratterizzazione di una superficie solida. Spettroscopie in alto vuoto. Tensione superficiale ed energia libera nel caso delle superfici solide. Fisisorbimento: tipi di isoterme. Equazione BET. Adsorbimento su solidi porosi. Termodinamica dell'adsorbimento di gas su solidi.

Interfasi solido/liquido

Tensione superficiale critica e bagnabilità di superfici solide. Angoli di contatto. Tensione di adesione ed energia di coesione. Adsorbimento da soluzione. Tipo di isoterme, loro determinazione sperimentale ed interpretazione. Interfasi metallo-soluzione. Interfasi reversibili. Interfasi ossido/soluzione: caratteristiche singolari e modelli di elettrificazione specifici.

Sistemi colloidali

Definizione e classificazione. Stabilità ed instabilità termodinamica dei sistemi colloidali. Preparazione di sistemi ad elevata suddivisione. Stadi elementari, processo di precipitazione di fase solida da soluzione e controllo delle caratteristiche morfologiche finali del particolato. Proprietà ottiche e reologiche di sistemi colloidali. Proprietà elettriche: metodi sperimentali per la determinazione dei parametri relativi alle varie regioni del doppio strato.

Stabilità di sospensioni liofobe

Significato di stabilità. Tipi di interazione tra particelle. Repulsioni elettrostatica tra doppi strati per geometrie diverse dei corpi interagenti. Interazioni attrattive; forze di Van Der Waals. Curve energia potenziale distanza. Teoria DLVO.

Testi consigliati

R. Aveyard and D.A. Haydon, An Introduction to the Principles of Surface Chemistry, Cambridge University Press, 1973

R.J. Hunter, Foundation of Colloid Science, Clarendon Press, Oxford, 1987

A.W. Adamson, Physical Chemistry of Surfaces, Interscience Publishers, New York,

39. CHIMICA DEI COMPOSTI DI COORDINAZIONE (vedi pag. 64)

40. CHIMICA FISICA DELLO STATO SOLIDO E DELLE SUPERFICI (F11040)

PROF. SERGIO PIZZINI

Parte I. Condizioni di stabilità dei solidi

Fasi, condizioni di equilibrio tra fasi solide a due componenti

Parte II. Difetti di punto nei solidi

Solidi ideali e solidi reali. Difetti di equilibrio e di non equilibrio. Concentrazione dei difetti di punto nei solidi ionici: trattazione termodinamica-statistica. Impurezze nei solidi ionici: effetto sulla concentrazione dei difetti di punto. Statistica di Fermi-Dirac applicata ai difetti di punto carichi.

Interazione tra difetti di punto nei solidi ionici: complessi tra difetti di punto e impurezze.

Energia di formazione dei difetti di punto: modello elettrostatico.

Creazione di difetti mediante irraggiamento con particelle e fotoni: danni da radiazione.

Difetti di punto nei solidi covalenti. Natura puntuale ed estesa delle vacanze ed interstiziali.

Impurezze nei solidi covalenti: impurezze donatrici ed accettrici, cariche mobili nei semiconduttori, livello di Fermi intrinseco ed estrinseco.

Aggregazione dei difetti di punto e delle impurezze nei solidi covalenti.

Parte III. Proprietà di trasporto

Modello dei salti termicamente attivati, coefficiente di diffusione.

Derivazione di leggi fenomenologiche (legge di Ohm, legge di Fick).

Conducibilità dei solidi ionici, effetto delle impurezze.

Conducibilità anomala delle fasi a bassa connettività: superconduttori ionici.

Conducibilità dei semiconduttori.

Parte IV. Proprietà delle superfici

Proprietà termodinamiche, equazione di Gibbs-Duhem ed isoterma di adsorbimento di Gibbs per la segregazione delle impurezze.

Struttura e proprietà elettronica delle superfici, ricostruzione.

Fenomeni e struttura elettronica delle superfici di isolanti e semiconduttori.

Testi consigliati

J. Crawford, L. Silfkin, Point Defects in Solids, Vol. 1° e 2°, Plenum Press, 1972.

P. Agullo-Lopez, C.R.A. Catlow, P. Townsend, Point Defects in Materials, Academic Press, 1988.

A. Zangwill, Physics at Surfaces, Cambridge University Press, 1988.

41. CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROCICLICI (F11041) PROF. GIORGIO PAGANI

Questo corso si propone di fornire, oltre ai fondamenti di chimica eterociclica da applicare nell'esercizio della comune sintesi organica anche i metodi per pianificare strategie di sintesi sia di quei composti eterociclici usati nell'industria della chimica fine e secondaria (farmaci, intermedi per l'industria farma-

ceutica, antiparassitari, fitofarmaci, additivi, ecc.) sia di sistemi eterociclici presenti in alcune classi di composti naturali (alcaloidi, antibiotici, ecc.).

Generalità

Nonreclatura degli eterocicli. Eteroaromaticità definizione termodinamica e reazionale. Eterocicli elettronricchi ed elettronpoveri. Orbitali molecolari degli eterocicli. Combinazione lineare di O.M. subunità. Reattività degli eterocicli agli elettrofili nell'ambito degli O.M. di frontiera. Teoria degli acidi e basi duri e molli. Distribuzione elettronica, equazione di Klopman, controllo di carica, di frontiera, selettività alfa/beta negli eterocicli pentaatomici. Tautomeria negli eterocicli. Metodi fisici per lo studio degli equilibri. Fattori che governano la formazione dei cicl. Reazioni di condensazione e di cicloaddizione dipolari. Teoria generale delle reazioni di cicloaddizione dipolare nell'ambito delle reazioni pericicliche. Potenzialità sintetiche. Reazioni cheletropiche. Reazioni elettrocicliche. Richiamo e cenno sulle reazioni sigmatropiche. Reazioni termicamente e fotochimicamente permesse o proibite.

Eterocicli pentatomici monoetero

Furano. Pirolo. Tiofene. Sintesi (da composti 1,4-dicarbonilici secondo Knorr, secondo Hantzsch, secondo Feist, da carboidrati da acetileni, da composti beta-dicarbonilici, per conversione di altri eterocicli).

Benzofurano, Indolo, Benzotiofene. Sintesi (da derivati arilossi, Arilamino, ariltioacetici, da a-alogenochetoni secondo Bischler, secondo Fischer, secondo Reissert, secondo Madelung, varie).

Reattività: perdita di aromaticità (riduzione, ossidazione, apertura idrolitica dei cerivati furanici con formazione di acido levulinico e reazioni correlate, ac. mucoclorico, acido mucobromico, cloromalondialdeide, nitromalondialdeide cicloaddizioni, addizioni di carbeni, allargamento dell'anello pirrolico a piridinico). Metalloderivati di pirrolo, indolo, tiofene, benzotiofene (reazioni con elettrofili, alchilazioni). Sostituzioni elettrofile, effetto dei gruppi presenti sull'anello (nitrazione, solfonazione, alogenazione, alchilazione, acilazione, mercuriazione, nitrosazione, copulazione, reazioni di Mannich, eliminazione sostituenti all'anello). Conversione anello furanico in pirrolico e piridinico.

Riduzione, ossidazione. Derivati funzionalizzati: sostituzioni nucleofile, pirrometeni, porfirinogeno. Idrossiderivati (tautomerie relative, angelicalattoni), ossindolo e indossile (sintesi). Indaco, leucoindaco, isatina, acido isatico, coloranti e pigmenti.

Derivati naturali (triptofano, acido lisergico, alcaloidi, bilirubina, porfirine, aromaticità, clorofille, emina, complessi metallici).

Azine

Piridina. Sintesi dell'anello (ald. glutaconica, di Hantzsch e derivate da composti 1,5-dicarbonilici, di Guareschi, alchilpiridine, da derivati furanici, piranici e altre). Sintesi vitamina B6. Derivati naturali (NAD, nicotina e derivati). Piridina, suo N-ossido e derivati quaternari: ossidazione, riduzione (derivati piridinici ridotti, preparazioni e proprietà). Piridazina. Sintesi dell'anello (da an. maleica, altre). Pirimidina. Sintesi dell'anello (da ammidina, uree, tiouree

e composti 1,3-dicarbonilici come tali e potenziali). Pirazina. Sintesi dell'anello (da alfa-alogenoacetali, da composti alfa-ammino carbonilici). Triazina simmetrica. Sintesi e proprietà di alcuni derivati. Cloruro di cianurile. Chinolina e Isochinolina. Metodi di sintesi dell'anello (sintesi di Skraup, di Doebner-Miller, di Friedlander, sintesi di Bischler, di Pictet, di Pomeranz-Fritsch). Cenni sulla sintesi di acridina, cinnolina (sali di o-acilbenzendiazonio), chinossaline (da o-fenilendiammine) chinazoline (da ac. antranilico).

Reattività delle azine. Reazioni di sostituzione elettrofila su piridina, diazine, chinolina, isochinolina.

Reazioni di sostituzione elettrofila su N-ossidi di piridina, chinolina isochinolina. Reazioni di nucleofili con le azine: reazioni di somma-eliminazione e di eliminazione-somma II 2,3 e il 3,4-piridino. Reazioni di nucleofili con derivati degli N-ossidi di piridina, chinolina, isochinolina. Sali di azinio: azione dei nucleofili. Controllo di carica e di frontiera nella regiochimica: apertura degli anelli. Reazioni di Reissert e analoghe su N-ossidi.

Azione funzionalizzate: reazioni delle funzioni e reattività da queste conferite all'anello. Gruppi alchilici (acidità, basi quaternarie, anidrobasi, condensazioni, alogenazione, reazioni di Michael), cianine. Alogenoderivati (sostituzioni nucleofile), idrossiderivati (tautomeria, natura ambidentata, elettrofile, all'anello, alcossiderivati). Amminoderivati (sintesi, acilazione, diazotazione). Acidi carbossilici (sintesi, comportamento termico). Cicloaddizioni.

Trasposizione degli N-ossidi. Reazioni radicaliche. Alcune classi di derivati naturali di particolare rilievo: basi pirimidiniche negli acidi nucleici. NAD. Alcuni alcaloidi della serie chinolinica e isochinolinica.

Sali di pirilico, sintesi, Pironi (ac. deidroacetico, isodeidroacetico), cumarina, cromoni, flavoni, antociani, conversione in piridoni, aromaticità.

Eterocicli pentatomici di- e polietero

Imidazolom Ossazolo, Tiazolo e relativi, Benzocondensati. Sintesi (da alfa-amminochetoni, da alfa-alogenochetoni sec. Hantzsch, da derivati idrogenati sintesi termini fondamentali, imidazolo e tiazolo). Basicità, derivati quaternari, reazioni di apertura. Sostituzioni elettrofile (nitrazione, alogenazione, acilazione, copulazione). Metallazione. Sostituzioni nucleofile. Ossidazioni e riduzioni. Imidazoloni, tiazolidoni, ossazoloni. Idantoina. Reazioni delle funzioni (ammino-gruppi, alchili, tioli). Vitamina B1 (sintesi e trasformazioni). Cicloaddizioni. Purine (sintesi e proprietà). Prodotti naturali (acido urico, caffeina, teofillina, teobromina, xantina, ipoxantina, adenina, guanina, ATP, acidi nucleici): Vitamine B2.

Isossazolo. Pirazolo. Sintesi (da composti beta-dicarbonilici, da inoni enoni ed equivalenti), per cicloaddizione (regio- e stereochimica delle cicloaddizioni 1,3-dipolari, nitrilossidi e nitrilimine e sintesi loro precursori, da diazocomposti, cenni acido fulminico), sostituzioni elettrofile, nucleofile. Metallazioni, apertura anello isossazolico. Riduzione, ossidazione. Pirazoloni (sintesi e reattività), isossazoloni.

1,2,3 - 1,2,4 - Triazoli e Tetrazoli

Sintesi (da aciltiosemicarbazidi e correlate, per cicloaddizione da azidi, varie). Acidità (acidi dell'azoto nella serie azolica). Sali di tetrazolio, derivati formazilici.

Eterocicli tri- e tetra-atomici

Aziridine e ossirani. Sintesi dell'anello e reazioni di apertura. Ossetano. Tietano. Azetidina. Sintesi dell'anello. Reazioni di apertura. Penicilline. Cefalosporine (cenni). Gli eterocicli quali sintomi nella sintesi organica.

Testi di consultazione

A. Abbotto, G. Pagani - Chimica Eterociclica - Piccin Editore - in stampa (1994)

42. CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI (F11042) **PROF. PAOLO MANITTO**

Metabolismo primario e secondario. Metodi di indagine nello studio della biosintesi delle sostanze naturali. Uso dei radiosotopi. Aspetti stereochimici delle reazioni enzimatiche. Polichetiti. Naftochinoni e antrachinoni. Antibiotici. Terpeni. Classificazione. Regola isoprenica strutturale. Regola isoprenica biogenetica. Isoprene attivo. Acido mevalonico ed emiterpeni. Monoterpeni cicloesani ed iridoidi. Sesquiterpeni. Diterpeni. Triterpeni. Carotenoidi. Trasformazione del lanosterolo in colesterolo. Steroidi naturali. Fitosteroli. Veleni cardiaci. Saponine. Ormoni degli insetti. Corticosteroidi. Progestinici. Androgeni. Estrogeni. Metaboliti dell'acido scichimico. Biosintesi degli amminoacidi aromatici. Derivati dalla fenilalanina via acido cinnamico. Fenilpropanoidi. Lignani. Lignine. Neoflavonoidi. Isoflavonoidi. Pigmenti porfirici. Porfirine. Clorofille. Pigmenti biliari.

Testi consigliati

J. Mann, Secondary Metabolism, Clarendon Press, Oxford, 1987.
R.H. Thomson, The Chemistry of Natural Product, Blackie, London, 1985

43. CRISTALLOCHIMICA (F11043) **PROF. MICHELE CATTI - NON ATTIVATO**

44. ELETTROCHIMICA (ORGANICA) (F11044)
PROF. PAOLO LONGHI

Sistemi elettrochimici. Potenziali di ossido-riduzione; potenziale reversibile e potenziale standard; scale di potenziale in solventi diversi.

La regione interfasale: trasferimento elettronico all'interfase elettrodo-soluzione e sua cinetica; fenomeni di adsorbimento. Step successivi elettrochimici e chimici e loro combinazioni nei processi ossidativi e riduttivi di substrati organici. Trasferimento di massa e cinetica delle reazioni elettrochimiche sotto controllo di trasporto di materia.

Metodi per lo studio delle reazioni elettro-organiche: polarografia, voltammeteria ciclica, cronopotenziometria, cronoamperometria; l'elettrodo a disco rotante ed a disco e anello.

Aspetti meccanicistici delle reazioni catodiche e anodiche su substrati organici. Schemi per la rottura o formazione elettrochimica di legami tra atomi di C, H, O, N, S, alogeni in composti organici. Comportamento elettrochimico di classi rappresentative di composti organici.

Celle di elettrolisi per lo studio dei processi elettro-organici e per la preparativa su scala di laboratorio. Scelta del materiale elettronico, del solvente, dell'elettrolito di supporto. Elettrodi di riferimento di uso pratico.

Cenni di reattoristica per i processi elettro-organici industriali: elettrodi mono- e bipolari, bi- e tridimensionali; i tipi di celle industriali impiegabili per processi elettro-organici; rendimento di corrente e resa di reazione; bilancio energetico della cella; separazione dei prodotti e riciclo dei reagenti. Criteri di scelta tra metodi elettrochimici e metodi tradizionali di chimica organica per l'ottenimento di un prodotto.

Processi elettro-organici di interesse industriale: sintesi dell'adiponitrile, dell'ac. sebacoico, di composti perfluorurati.

Trattamento elettrochimico di biomasse.

Polimerizzazione elettrochimica sull'elettrodo; polimeri conduttori ed elettrodi modificati chimicamente.

Testi di consultazione:

"Organic Electrochemistry; an introduction and a guide". H. Lund and M.M. Baizer eds., M. Dekker, 1991.

D. Pletcher, F.C. Walsh: "Industrial Electrochemistry" (cap. 6), Chapman and Hill, 1990.

45. CHIMICA BIOINORGANICA (BIOCRISTALLOGRAFIA)
PROF. P.L. BELLON

46. CHIMICA BIOORGANICA (F11046)
PROF. UMBERTO VALCAVI

Verranno trattati i seguenti principali argomenti:

Introduzione alle reazioni enzimatiche

- principali reazioni ottenibili con enzimi
- vantaggi e svantaggi nell'uso di enzimi nelle sintesi organiche
- principali enzimi usati nelle sintesi organiche e loro classificazione
- coenzimi e loro rigenerazione
- meccanismi di alcune reazioni enzimatiche
- catalisi multipla

Applicazioni di reazioni enzimatiche

- principali usi di enzimi in processi industriali
- uso di enzimi supportati e di enzimi in solventi organici

Reazioni biochimiche e con enzimi artificiali

- ciclizzazioni biometriche
- uso di ciclodestrine
- uso di "Chemzymes"

Biotecnologie

- DNA, RNA, Codice genetico
- biosintesi di ribosio, desossiribosio, basi puriniche e pirimidiniche e di nucleosidi e nucleotidi
- sintesi pre-biotiche
- sintesi chimiche del D-ribosio, 2-desossi-D-ribosio, di basi puriniche e pirimidiniche, di nucleosidi e nucleotidi
- sintesi di polinucleotidi, sintesi su supporto solido ed automatizzate
- analisi e purificazione di polinucleotidi
- tecniche del DNA ricombinante
- Polymerase Chain Reaction
- impronte digitali genetiche
- biotecnologie di cellule vegetali
- genoma umano
- applicazioni industriali delle tecniche del DNA ricombinante

Testi consigliati

U. Valcavi, Chimica Bio-organica, dispense.

P. Manitto. Biosynthesis of Natural Products. Ellis Horwood, Chichester.

L. Stryer. Biochimica, 3ª edizione, Zanichelli, 1989.

R.K. Murray, D.R. Granter, P.A. Mayes, V.W. Rodwell, Harper's Biochemistry, 22th Ed., Prentice-Hall Int. Inc., 1990.

B. Alberts, J. Lewis, M. Raff, K. Roberts, I.D. Watson. Biologia Molecolare della cellula, Zanichelli, 1991.

47. CHIMICA FISICA ORGANICA (F11047)
(NON ATTIVATO)

48 CHIMICA DELLE FERMENTAZIONI E MICROBIOLOGIA INDUSTRIALE (F11048)
PROF.SSA BIANCA MARIA RANZI

Biologia dei microorganismi industriali

Cenni di struttura e morfologia dei microorganismi industriali
Gruppi microbici di interesse industriale
Metabolismo microbico primario e secondario e sua regolazione
Miglioramento genetico dei microorganismi di interesse industriale
Conservazione dei ceppi industriali

Sistemi di fermentazione

Batch, coltura continua, fed-batch.
Cellule ed enzimi immobilizzati.
Bioreattore: monitoraggio, controllo.
Separazione e purificazione dei prodotti ottenuti.

Fermentazioni anaerobie: biosintesi e tecnologia

Etanolo.
Acido lattico.
Acetone - butanolo.

Fermentazioni aerobie: biosintesi e produzione industriale

Acidi organici: acido citrico, acido acetico.
Aminoacidi: acido glutammico.
Vitamine: vitamina C, riboflavina e vitamina B₁₂.
Antibiotici: penicillina, tetraciclina.
Biotrasformazioni.
Prodotti da DNA ricombinante.

Testi

Stainer "Il mondo dei microorganismi" Zanichelli
Lehninger "Principi di Biochimica", Zanichelli
Rainbow, Rose "Biochemistry of industrial microorganism", Academic Press
Cruegher "Biotechnology" Science Tech. Inc.
Wiseman "Principles of biotechnology", Surrey Un. Press
Bu'Lock "Basic Biotechnology", Acad. Press
Murooke "Recombinant microbes for industrial and agricultural applications".
Marcel Dekker Inc.

Il corso comprende anche esercitazioni su alcuni argomenti trattati.

49. CHIMICA DELLO STATO SOLIDO (F11049)
PROF. VLADIMIRO SCATTURIN

- 1) Principi costitutivi delle strutture cristalline
- 2) Gli elettroni nei solidi: legame chimico e proprietà elettroniche nei cristalli
- 3) Composti cristallini difettosi e non stechiometrici
- 4) Solidi mono e bidimensionali
- 5) Le zeoliti
- 6) Proprietà ottiche delle strutture solide
- 7) I solidi magnetici
- 8) La superconduttività e le strutture solide superconduttrici.

50. NON ATTIVATO

51. CHIMICA METALLORGANICA (F11051)
DR. FABIO RAGAINI

Processi industriali e di laboratorio per la sintesi di prodotti chimici (fine chemicals e prodotti di base), che utilizzano complessi di metalli di transizione come catalizzatori in fase omogenea.

Isomerizzazione delle olefine; reazioni di olefine e dieni (idrogenazioni e somma di molecole HY); polimerizzazioni e oligomerizzazioni di olefine e dieni, reazioni dell'ossido di carbonio; ossidazioni di olefine e dieni; reazioni di derivati arenici; reazioni di derivati acetilenici; complessi carbenici nella metatesi di olefine e nelle reazioni di formazione di anelli; ossidazioni con ossigeno molecolare di idrocarburi; la catalisi omogenea nella chimica degli alogenoderivati organici.

Parte del corso sarà dedicata ad una ricerca bibliografica su un argomento di interesse per lo studente.

Testo base

George W. Parshall e Steve D. Ittel, Homogeneous Catalysis. The Applications anche Chemistry of Catalysis by Soluble Transition Metal Complexes, 2nd Edition, Wiley (1993).
Parte del materiale didattico verrà fornito dal docente.

52. NON ATTIVATO

53. CHIMICA ORGANICA (APPLICATA)

(vedi pag. 67, programma 15.5)

54. ELETTROCHIMICA

(vedi pag. 68, 15.6)

55. CHIMICA ORGANICA (COMPLEMENTI) (F11055) PROF. STEFANO MAIORANA

Si prendono in esame classi di prodotti biologicamente attivi di grande importanza pratica e commerciale; per ciascuna classe vengono date notizie sul meccanismo di azione, sui metodi di valutazione dell'attività biologica in vitro ed in vivo con notizie riguardanti le correlazioni struttura-attività.

Vengono descritte le più comuni vie di accesso (fermentazione, sintesi) facendo emergere le problematiche connesse.

Particolare rilievo viene dato ai criteri che indirizzano, a livello industriale, le scelte riguardanti la ricerca e sviluppo di nuovi prodotti oltre ad illustrare l'iter di sviluppo di un nuovo farmaco compresi i problemi brevettuali e di sicurezza delle reazioni e dei prodotti.

Si tengono inoltre alcune lezioni sulla ricerca bibliografica, manuale e on-line. Esperti dell'industria, di cui un professore a contratto, contribuiranno con lezioni su argomenti specifici allo svolgimento del corso.

Durante il corso potranno anche tenersi esercitazioni di vario tipo (ricerca bibliografica, progettazione di sintesi di prodotti industriali ecc.)

- 1) *Anti-infiammatori non steroidei*
Derivati dell'acido benzoico
Derivati degli acidi arilacetici
Derivati degli acidi α -arilpropionici
Derivati oxicam.

2) *Derivati con attività antibatterica*

- A) Antibiotici β -lattamici:
Penicilline e Penicilline semisintetiche

Cefalosporine e Cefalosporine semisintetiche
Penem e derivati
Tienamicina
Nocardicine
Monobattami

- B) Antibiotici macrolidici
Eritromicina: sviluppo del processo biotecnologico di produzione.

- C) Antibiotici vari (cenni)
Macrolidi
Aminoglicosidi
Tetracicline
Lincomicine
Poliipeptidi
Altri

- D) Nuovi antibatterici di sintesi: derivati chinolonici
Chinoloni di I generazione
Chinoloni di II generazione

3) *Legislazione brevettuale*

Viene definita la proprietà industriale, l'oggetto del brevetto, la prassi brevettuale con cenni alla legislazione brevettuale in Italia e nel mondo e con particolare riferimento alle classi di farmaci prese in esame. Tappe dello sviluppo di un nuovo farmaco.

4) *Fitofarmaci*

Caratteristiche generali, classificazione, cenni su meccanismi di azione.

Vengono esaminati in particolare i principi attivi in relazione al loro utilizzo ed ai metodi di sintesi.

Fungicidi
Insetticidi
Erbicidi

5) *Ricerca bibliografica*

Metodi per il reperimento dell'informazione chimica. Fondamenti di organizzazione delle principali collezioni scientifiche.

Agli studenti viene fornito materiale didattico sotto forma di fotocopie dei lucidi discussi a lezione.

56. CHIMICA ORGANICA (SUPERIORE) (F11056)
PROF. FRANCESCO SANNICOLÒ

Stereochimica dinamica

Stereoisomerismo residuo

Sistemi ad ingranaggio dinamico. Trattazione teorica. Sistemi triarilboranici e triarilmetanici; bis-triipilmetani e bis-triipicileteri.

Stereoisomerismo topologico

Omeomorfismo. Isotopismo. Confronto tra stereoisomerismo euclideo e topologico.

Cenni sui grafi molecolari: grafi K3,3 e K5.

Legami topologici: sistemi a un circuito (nodi) e sistemi a circuiti multipli (catenani). Dissimmetria topologica.

Sintesi di stereoisomeri topologici flessibili: sintesi statistiche, semistatistiche e template. Sintesi significative di [2]- e [3]-catenani, di nodi a trifoglio e di strisce di Möbius.

Cenni sulla struttura e sulla sintesi di rotassani e di stereoisomeri "traslazionali".

Stereoisomeri topologici rigidi.

Stereoisomerismo topologico in Natura.

Effetti stereoelettronici sulla struttura

Effetto anomero diretto, inverso e generalizzato; Effetto gauche.

Basi stereoelettroniche degli effetti.

Conformazione e reattività

Correlazioni quantitative tra conformazione e reattività: Equazione di Winstein-Eliel; Principio di Curtin-Hammett.

Effetti stereoelettronici sulla reattività (Effetto anomero cinetico): Basi stereoelettroniche dell'effetto anomero cinetico; Reazioni degli acetali; Idrolisi degli ortoesteri; Reazioni degli iminoeteri; Reazioni radicaliche; Reazioni enzimatiche.

Origini della omogeneità chirale in Natura

Teorie biotiche e abiotiche

Meccanismi statistici e determinati. L'amplificazione di piccoli eccessi enantiomerici.

Chimica e applicazioni dei cristalli liquidi

Struttura e proprietà dei cristalli liquidi.

Relazione fra struttura chimica e fase liquida cristallina.

Interazione fra campi elettrici e cristalli liquidi.

Applicazioni dei cristalli liquidi: in sistemi visivi, memoria ottica, in spettroscopia come solventi anisotropici, in sistemi di indagine stereochimica come amplificatori di chiralità.

57. NON ATTIVATO

58. CHIMICA TEORICA (F11058)
PROF. GABRIELE MOROSI

Obiettivi della chimica teorica.

L'Hamiltoniana: Hamiltoniana classica. Hamiltoniana nel sistema di laboratorio e Hamiltoniana interna.

L'approssimazione di Born-Oppenheimer. Le superfici di energia potenziale.

Effetto Jahn-Teller. Effetto Renner-Teller. Correzioni diabatiche

Moto nucleare: stati legati, non legati e quasi legati.

Cenni di teoria della collisione: trattazione classica, quantistica e semiclassica. I liquidi. Il potenziale intermolecolare. Il metodo Monte Carlo e la Dinamica Molecolare nella simulazione dei liquidi.

Il campo elettromagnetico. Decomposizione del campo in oscillatori. Trattazione quantistica del campo elettromagnetico.

Seconda quantizzazione. Interazione materia - campo elettromagnetico.

Hamiltoniana relativistica. L'equazione di Klein-Gordon.

L'equazione di Dirac. I momenti magnetico e di spin dell'elettrone. Il fattore g.

Effetti relativistici in chimica.

L'Hamiltoniana elettronica. La molecola-ione idrogeno.

Il metodo Monte Carlo quantistico.

L'approssimazione orbitale e l'approssimazione LCAO.

Il metodo Hartree-Fock. Proprietà delle funzioni Hartree-Fock.

Il metodo di Roothan e il problema della base. Le derivate analitiche dell'espressione dell'energia.

La correlazione elettronica. Il metodo interazione di configurazione. Configurazioni aventi simmetria spaziale e di spin. Il metodo genealogico.

La matrice densità. Teoria di Bader.

Teoria della perturbazione Moller-Plesset.

I metodi MC-SCF e UHF. Gli operatori di proiezione.

Il metodo del legame di valenza. Il metodo dell'accoppiamento di spin. Le strutture covalenti. L'approssimazione dell'accoppiamento perturbato. Gli orbitali ibridi. Le strutture ioniche e gli orbitali polarizzati.

Le funzioni di gruppo generalizzato e il problema dell'Hamiltoniana efficace. I metodi semiempirici e i metodi di pseudopotenziale.

Tesi consigliati

R. McWeeny, Methods of molecular quantum mechanics.

R.E. Moss, Advanced molecular quantum mechanics.

A. Szabo, N.S. Ostlund, Modern quantum chemistry: Introduction to advanced electronic structure theory.

59. MECCANISMI DI REAZIONE IN CHIMICA ORGANICA (F11059)
POF. SSA LUISA GARANTI

Il corso si propone di studiare le reazioni organiche unificandole tramite un numero relativamente piccolo di principi guida basati sul loro meccanismo. Questo tipo di studio permette di razionalizzare e prevedere la reattività dei composti organici. Verranno trattati i processi di formazione dei legami, la stabilità e la reattività degli intermedi, l'effetto dei solventi.

Verranno studiate:

- a) reazioni ioniche; sostituzioni e addizioni nucleofile, sostituzioni e addizioni elettrofile, reazione di eliminazione, competizione tra reazioni di sostituzione e di eliminazione, competizione tra reazioni intermolecolari e intramolecolari;
- b) reazioni non ioniche: reazioni pericicliche e reazioni radicaliche;
- c) reazioni enzimatiche;
- d) reazioni fotochimiche.

60. STRUTTURISTICA CHIMICA
(Vedi pag. 70, programma 15.7)

61. NON ATTIVATO

62. NON ATTIVATO

63. SPETTROSCOPIA MOLECOLARE (F11063)
PROF. GABRIELE MOROSI

1. La radiazione elettromagnetica e la sua interazione con la materia. Assorbimento ed emissione di radiazione. Ampiezza della linea, effetti che portano al suo allargamento e loro rimozione.
2. Spettroscopia rotazionale. Modelli di rotatore. Spettri rotazionali. Spettroscopia Raman rotazionale. Determinazione della struttura molecolare a partire dalle costanti rotazionali.
3. Spettroscopia vibrazionale. Potenziale armonico e coordinate normali. Anarmonicità. Spettri infrarossi e Raman.

4. Spettroscopia elettronica. Spettri atomici e classificazione degli stati atomici. Spettri di molecole biatomiche e loro stati elettronici. Struttura vibrazionale e rotazionale. Spettri di molecole poliatomiche e loro stati elettronici. Cromofori. Struttura vibrazionale e rotazionale.
5. Spettroscopia fotoelettronica ed Auger. Processi di ionizzazione e teorema di Koopmans. Spettroscopia ESCA. Spettroscopia Auger EXAFS.
6. Lasers e spettroscopia laser. Trattazione generale dei lasers ed esempi di lasers. Uso dei lasers in spettroscopia: Raman stimolato, CARS, spettroscopie a molti fotoni, spettroscopia di molecole in fasci.

Testo consigliato

Modern Spectroscopy - J. Michael Hollas
John Wiley & Sons.

64. STEREOCHIMICA (ORGANICA) (F11064)
PROF. FRANCO COZZI

Simmetria molecolare (8 lezioni)

Elementi di simmetria ed operazioni ad essi associate: determinazione del point group; classificazione delle molecole e delle subunità molecolari in base alle isometrie; chiralità, prochiralità, chirotopicità; classi di prochiralità e desimmetrizzazioni.

Stereogenicità (7 lezioni)

Relazioni tra chiralità e stereogenicità; unità stereogeniche e prostereogeniche; classificazione degli stereoisomeri; descrittori di configurazione: paragone tra le varie nomenclature; descrittori di topicità.

Enantiomeri e racemi (7 lezioni)

Manifestazioni fisiche della chiralità; caratteristiche dei racemi; racemizzazioni ed epimerizzazioni; risoluzioni spontanee e risoluzioni classiche; risoluzioni per inclusione e per cromatografia; deracemizzazione.

Sintesi stereoselettive (12 lezioni)

Classificazione delle sintesi stereoselettive con esempi pratici; discussione delle definizioni di: sintesi asimmetrica, induzione asimmetrica, stereospecificità, diastereo- ed enantioselezione; riconoscimento enantiomerico e relazioni antipodali; valutazione della purezza enantiomerica: diluizione isotopica, metodi ottici, metodi cromatografici, metodi spettroscopici; determinazione della configurazione assoluta: metodi empirici e non-empirici.

Razionalizzazione delle sintesi stereoselettive (30 lezioni)

Validità dei modelli di stereoselezione: regola di Cram e sua evoluzione; esempi pratici di varie classi di reazioni stereoselettive fondamentali con analisi del decorso stereochimico; sintesi stereoselettive promosse da complessi di metalli di transizione; doppia stereoselezione; stereocontrollo nelle reazioni di riarrangiamento sigmatropico.

65. CHIMICA FISICA (CRISTALLOCHIMICA) (F11078) **PROF. MICELLE CATTI**

Il corso di Chimica Fisica (Cristallochimica) fornisce le conoscenze chimiche e fisiche di base sui solidi cristallini ideali (non difettivi), con particolare accento rivolto al ruolo delle proprietà strutturali e alle loro relazioni con il legame chimico.

Nella prima parte del corso si esaminano il comportamento statico e dinamico degli atomi e gli stati elettronici nel reticolo cristallino periodico, alla luce del concetto di zona di Brillouin.

Nella seconda parte viene considerata la configurazione strutturale atomica dei principali tipi di solidi (ionici, covalenti e molecolari), sottolineando i fattori da cui essa dipende e ricorrendo a diversi esempi specifici, e avvalendosi dell'ausilio di esercitazioni grafiche al calcolatore. Inoltre uno spazio apposito dedicato allo studio delle trasformazioni tra fasi cristalline a struttura diversa, nei suoi aspetti sia atomistici sia termodinamici, e anche in relazione alle proprietà fisico-chimiche di interesse applicativo collegate alle transizioni di fase.

Proprietà statiche e dinamiche di atomi e molecole nello stato cristallino

Energia statica: modello semiempirico di Born-Mayer; metodo di Ewald per il calcolo delle interazioni elettrostatiche tra ioni.

Energia vibrazionale: dinamica reticolare nell'approssimazione armonica; relazioni di dispersione, modi normali di vibrazione, fononi acustici e ottici; legame con le proprietà termodinamiche.

Legame chimico nei solidi

Effetto della periodicità cristallina su livelli energetici e funzione d'onda elet-

tronica: teorema di Bloch, bande di energia, modello di Kronig-Penney dell'elettrone in una buca di potenziale periodica.

Relazione tra proprietà elettroniche e ottiche di isolanti e semiconduttori e loro struttura: modello di Phillips-Van Vechten; ionicità e covalenza nei solidi.

Impacchettamenti compatti di atomi rigidi: esagonale e cubico compatto.

Cavità tetraedriche e ottaedriche.

Strutture derivate per inserzione di atomi nelle cavità.

Strutture bidimensionali (a strati) e unidimensionali (a catene). Poliedri di coordinazione.

Tipo di legame chimico nei solidi

Direzionalità del legame covalente; effetti elettronici; deibridizzazione degli orbitali e stato semimetallico; configurazione degli elettroni di distorsione Jahn-Teller. Diagrammi di Mooser e Pearson.

Cristalli molecolari

Forze dispersive; teoria di Kitaigorodskii dell'impacchettamento delle molecole nello stato solido; ruolo strutturale del legame idrogeno e strutture contenenti tale tipo di legame.

Trasformazioni strutturali allo stato solido

Classificazione termodinamica e strutturale delle transizioni di fase. Parametro d'ordine e teoria di Landau delle trasformazioni di fase. Proprietà di interesse applicativo collegate ai cambiamenti strutturali ferroici (ferroelettricità, ferroelasticità, ferromagnetismo).

CONSIGLIO DEL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA

PRESIDENTE

Prof. Francesco Cariati - Dipartimento di chimica inorganica, metallorganica e analitica - Via Venezian, 21.

SEGRETERIA DIDATTICA DEL C.C.L.

Sig. Orazio Maccarone - Via Venezian, 21

Orario 10-12 dal lunedì al venerdì

Informazioni, Orario delle lezioni, Domanda di entrata in tesi, Varie.

RAPPRESENTANTI DEGLI STUDENTI NEL C.C.L.

Beretta Giangiacomo

Lombardi Paolo

Prosperi Davide

COMMISSIONE PIANI DI STUDIO E TRASFERIMENTI

Prof. Francesco Sannicolò - Dip. Chim. Org. e Ind.

Prof. Sergio Cenini - Dip. Chim. Inorg. e Met.

Prof. Mario Raimondi - Dip. Chim. Fis. ed Elettrochim.

COMMISSIONE PER LA TESI DI LAUREA

Prof. Francesco Sannicolò, Presidente - Dip. chimica organica e industriale

Prof. Alessandro Pasini - Dip. chimica inorganica e metallorganica

Prof. Mario Raimondi - Dip. chimica fisica ed elettrochimica.

Prof. Angelo Sironi - Ist. chimica strutturistica inorganica.

Prof. Torquato Mussini - Dip. chimica fisica ed Elettrochimica.

ISCRITTI A CHIMICA PER L'A.A. 1994/95 (al 9.3.95)

Anno di corso	I	II	III	IV	V	F.C.
	173	147	190	105	56	72

Totali iscritti: 743

(* Dati dei soli iscritti al Corso di Laurea del Nuovo Ordinamento)

ELENCO DEI CORSI E DOCENTI DEL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA A.A. 1995-96

n°	anno	codice	insegnamento	docenti
1	1	F11001	ISTITUZIONI MATEMATICHE 1° CORSO	DE STEFANO MAT
2	1	F11002	CHIMICA GENERALE E INORGANICA/ LAB. CHIMICA GENERALE INORG. A-B	CENINI CIMA DELLAPERGOLA CIMA CERICTTI CIMA
3	1	F11003	FISICA GENERALE 1° CORSO	FAZIO FIS
4	1	F11004	ISTITUZIONI MATEMATICHE 2° CORSO	VERDI MAT
5	1	F11005	LAB. CHIM. ANALITICA 1° CORSO/ LAB. CHIM. ANALITICA 2° CORSO A-B	SARTORELLI CIMA DOSSI CIMA
6	2	F11006	FISICA GENERALE 2° CORSO/ LAB. FISICA GENERALE	REATTO FIS RAGAZZI FIS
7	2	F11007	CALCOLO NUMERICO/ LAB. PROGRAMMAZIONE E CALCOLO	DE TISI MAT PAOLINI MAT
8	2	F11008	CHIMICA ORGANICA 1° CORSO/ LAB. CHIMICA ORGANICA 1° CORSO A-B	SANN'COLO' COI PAPAGNI COI RICCA COI
9	2	F11009	CHIMICA FISICA 1° CORSO/ LAB. CHIMICA FISICA 1° CORSO	TANTARDINI CFE LONGHI CFE
10	2	F11010	CHIMICA INORGANICA 1° CORSO/ LAB. CHIMICA INORGAN. 1° CORSO A-B	CIANI CSSI CERICTTI CIMA
11	3	F11011	CHIMICA FISICA 2° CORSO/ LAB. CHIMICA FISICA 2° CORSO A-B	FORMARO CFE DESTRO CFG
12	3	F11012	CHIMICA ORGANICA 2° CORSO/ LAB. CHIMICA ORGANICA 2° CORSO A-B	RUSSO COI NICOTRA COI DEL BUTTERO COI
13	3	F11013	CHIMICA ANALITICA 1° CORSO/ LAB. CHIM. ANALITICA 3° CORSO A-B	CARIATI CIMA ZANDERIGHI CIMA
14	3	F11014	CHIMICA BIOLOGICA 1° CORSO	CURTI BIO
15.0	4	F11015	PROVA CONOSCENZA LINGUA INGLESE	
15.1	3	F11022	CHIMICA COMPUTAZIONALE	PITEA CFE
15.2	3	F11031	CHEMIOMETRIA	TODESCHINI CFE
15.3	3	F11041	CHIMICA COMPOSTI COORDINAZIONE	MARTINENGO CIMA
15.4	3	F12032	CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE	FERRUTI COI
15.5	3	F11053	CHIMICA ORGANICA (APPLICATA)	VALCAVI COI
15.6	3	F11054	ELETTROCHIMICA	MUSSINI CFE
15.7	3	F11060	STRUTTURISTICA CHIMICA	SANSONI CSSI
16	4	F11016	CHIMICA INORGANICA 2° CORSO/ LAB. CHIMICA INORGANICA 2° CORSO	PASINI CIMA PORTA CIMA
17	4	F11017	CHIMICA INORGANICA 3° CORSO/ LAB. CHIMICA INORGANICA 3° CORSO	MORAZZONI CIMA SIRONI CSI

n°	anno	codice	insegnamento	docenti	
18	4	F11018	CHIMICA FISICA 3° CORSO/ LAB. CHIMICA FISICA 3° CORSO	RAIMONDI ORTOLEVA	CFE CFE
19	4	F11019	CHIMICA FISICA 4° CORSO/ LAB. CHIMICA FISICA 4° CORSO	GIANINETTI NARDUCCI	CFE CFE
20	4	F11020	CHIMICA ORGANICA 3° CORSO/ LAB. CHIMICA ORGANICA 3° CORSO	JOMMI DEL BUTTERO	COI COI
21	4	F11021	CHIMICA ORGANICA 4° CORSO/ LAB. CHIMICA ORGANICA 4° CORSO	SCOLASTICO GARANTI	COI COI
22	4	F11022	CHIMICA COMPUTAZIONALE	PITEA	CFE
23	4	F11023	METODI FISICA IN CHIMICA ORGANICA	DANIELI	COI
24	4	F11024	NON ATTIVATO		
25	5	F11025	NON ATTIVATO		
26	4	F11026	CHIMICA FISICA DEI MATERIALI	PIZZINI	CFE
27	4	F11027	CHIMICA FISICA (COMPLEMENTI)	ORTOLEVA	CFE
28	4	F11028	CHIMICA INORGAN. (APPLICAZIONI)	TOLLARI	CIMA
29	4	F11029	CHIMICA INORGAN. (COMPLEM.)	GARLASCHELLI	CIMA
30	4	F11030	CHIMICA INORGAN. (CRISTALLOCHIM.)	SANSONI	CSSI
31	4	F11031	CHEMIOMETRIA	TODESCHINI	CFE
32	4	F11032	CHIMICA INORGAN. (REATTIVITÀ)	PORTA	CIMA
33	4	F11033	CHIMICA TEORICA (QUANTISTICA)	GIANINETTI	CFE
34	4	F11034	MECCANISMI REAZ. IN CHIM. INORG.	DELLA PERGOLA	CIMA
35	4	F11035	MINERALOGIA	ARTIOLI	DST
36	4	F11036	STEREOCHIMICA (INORGANICA)	SIRONI	CSSI
37	4	F11037	SINTESI E TECN. SPEC. ORGANICHE	SCOLASTICO	COI
38	4	F11038	CHIM. FIS. SISTEMI DISP. INTERFASI	ARDIZZONE	CFE
39	4	F11039	CHIMICA COMPOSTI COORDINAZIONE	MARTINENGO	CIMA
40	4	F11040	CHIM. FIS. STATO SOLIDO SUPERF.	PIZZINI	CFE
41	4	F11041	CHIMICA DEI COMPOSTI ETEROICICLICI	PAGANI	COI
42	4	F11042	CHIM. SOSTANZE ORGAN. NATURALI	MANITTO	COI
43	4	F11043	CRISTALLOCHIMICA (NON ATTIVATO)	CATTI	CFE
44	4	F11044	ELETTROCHIMICA (ORGANICA)	LONGHI	CFE
45	4	F11045	CHIM. BIOINORG. (BIOCRISTALLOGR.)	BELLON	CSSI
46	4	F11046	CHIMICA BIOORGANICA	VALCAVI	COI
47	4	F11047	CHIMICA FISICA ORGANICA (NON ATTIVATO)		
48	4	F11048	CHIM. FERMENT. MICROBIOL. IND.LE	RANZI	BIO
49	5	F11049	CHIMICA STATO SOLIDO	SCATTURIN	CSSI
50	4	F11050	NON ATTIVATO		
51	4	F11051	CHIMICA METALLORGANICA	RAGAINI	CIMA
52	5	F11052	NON ATTIVATO		
53	5	F11053	CHIMICA ORGANICA (APPLICATA)	VALCAVI	COI
54	4	F11054	ELETTROCHIMICA	MUSSINI	CFE
55	4	F11055	CHIMICA ORGANICA (COMPLEMENTI)	MAIORANA	COI
56	5	F11056	CHIMICA ORGANICA (SUPERIORE)	SANNICOLO'	COI
57	5	F11057	NON ATTIVATO		
58	5	F11058	CHIMICA TEORICA	MOROSI	CFR

n°	anno	codice	insegnamento	docenti	
59	5	F11059	MECCANISMI REAZ. CHIM. ORGANICA	GARANTI	COI
60	4	F11060	STRUTTURISTICA CHIMICA	SANSONI	CSSI
61	5	F11061	NON ATTIVATO		
62	5	F11062	NON ATTIVATO		
63	5	F11063	SPETTROSCOPIA MOLECOLARE	MOROSI	CFE
64	5	F11064	STEREOCHIMICA (ORGANICA)	COZZI	COI
65	5	F11078	CHIMICA FISICA (CRISTALLO CHIM.)	CATTI	CFE

Dipartimenti, Istituti

- BIOIIP = Dipartimenti via Celoria, 26
 MAT = Dip. Matematica, via Saldini 50
 FIS = Dip. Fisica, via Celoria 16
 DST = Dip. Scienze della Terra, sez. Mineralogia, via Botticelli, 23
 CIMA = Chimica Inorganica Inorganica, Metallorganica e Analitica, via Venezian 21
 CFE = Chimica Fisica ed Elettrochimica, via Venezian 21
 COI = Chimica Organica e Industriale, via Venezian 21
 CSSI = Chimica Strutturale Stereochimica Inorganica, via Venezian 21

CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

MANIFESTO DEGLI STUDI A.A. 1995/96

INFORMAZIONI GENERALI

Ciclostilato e Guida dello studente a.a. 1995-96

Le prime informazioni sull'ordinamento degli studi del Corso di Laurea in Chimica Industriale sono nel "Manifesto degli Studi 1995/96" e nella "Guida dello Studente" in distribuzione presso le Segreterie - via Celoria, 20.

Colloqui di Orientamento delle Matricole

Ulteriori informazioni saranno date dai Docenti del Corso di Laurea nei *Colloqui di Orientamento delle Matricole* previsti per i giorni 7, 15 e 21 settembre, ore 15, presso l'aula 304 del Settore Didattico in via Celoria, 20.

Immatricolazioni

I moduli per l'immatricolazione si ritirano e si consegnano (debitamente compilati e documentati) all'UFFICIO MATRICOLA, in via Festa del Perdono 7, (orario 9.00-12.00) dal 1° Agosto al 5 Novembre 1995.

Pre-Corsi di Matematica

Sono attivati pre-corsi di matematica che si terranno nei giorni dal 18 al 29 settembre presso l'aula 501 dell'I.S.U. di via Clericetti dalle ore 9.30 alle 11.30.

Date di inizio e fine dei corsi

1° Semestre: dal 2.10.1995 al 19.01.1996
2° Semestre: dal 26.02.1996 al 7.06.1996

Programmi degli Insegnamenti

I programmi degli insegnamenti di Chimica Industriale saranno riportati nel Libretto "Piani di Studio... 95-96" in corso di stampa e in distribuzione presso la Libreria del Settore Didattico.

Calendario appelli esami di profitto

A.A. 1994/95	Settembre 1995:	2 appelli	II Sessione
	Gennaio 1996:	1 appello	III Sessione

A.A. 1995/96	Febbraio 1996:	2 appelli	I Sessione
	Giugno 1996:	1 appello	"
	Luglio 1996:	2 appelli	"
	Settembre 1996:	2 appelli	II Sessione
	Gennaio 1997:	1 appello	III Sessione

Calendario entrate in tesi e sedute di laurea

	<u>Tesi</u>		<u>Lauree</u>	
	<u>Presentazione</u> <u>domande</u>	<u>Entrata</u>	<u>Sedute</u>	
1994/95	1-31 ottobre 95 1-31 gennaio 96	novembre 95 febbraio 96	23-24 ottobre 1995 19-20 febbraio 1996	
1995/96	1-30 aprile 96 1-30 giugno 96 1-31 ottobre 96 1-31 gennaio 97	maggio 96 luglio 96 novembre 96 febbraio 97	27-28 maggio 1996 15-16 luglio 1996 28-29 ottobre 1996 - febbraio 1997	

Iscrizione automatizzata agli esami di profitto (S.I.F.A.)

È ormai operativa l'iscrizione automatizzata ad alcuni esami tramite terminali self-service SIFA.

Si ricorda che le iscrizioni agli appelli d'esame si chiudono, di norma, una settimana prima della data d'esame.

Si raccomanda gli studenti di non iscriversi contemporaneamente a più appelli dello stesso esame e, per chi si ritira dall'esame, di cancellare l'iscrizione prima della data di chiusura delle iscrizioni.

Informazioni sulla didattica

Per informazioni su orari, programmi e tutto ciò che riguarda la didattica rivolgersi alla Segreteria Didattica del Corso di Laurea in Chimica Industriale (atrio via Venezian 21 - aperta al pubblico tutti i giorni dalle 10 alle 12).

CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE PIANO DI STUDIO A.A. 1995/96

La durata del corso degli studi per il conseguimento della Laurea in Chimica Industriale è di cinque anni, divisi in un triennio propedeutico e in un biennio di applicazione.

Per quanto riguarda l'esenzione dalle tasse ed ogni altra provvidenza a favore degli studenti meritevoli, si stabilisce il piano di studio quantitativo seguente:

- non meno di 4 esami al termine del 1° anno
- non meno di 9 esami al termine del 2° anno
- non meno di 15 esami al termine del 3° anno
- non meno di 20 esami al termine del 4° anno

Per il conseguimento della Laurea in Chimica Industriale lo studente deve superare almeno 24 esami corrispondenti a insegnamenti teorici e di laboratorio impartiti nella Università degli Studi di Milano, tenendo conto delle norme qui di seguito riportate. Lo studente deve, inoltre, superare un colloquio di lingua inglese.

La didattica è organizzata, per ciascun anno, in due cicli indicati come Semestri.

ORGANIZZAZIONE DEGLI STUDI SECONDO LO STATUTO

** La numerazione tra <> si riferisce agli esami da sostenere (17 nel Triennio e 7 nel Biennio)

TRIENNIO DI STUDI PROPEDEUTICI

Primo anno

Insegnamento

F12001	Istituzioni di Matematiche 1° corso	<1>
F12002	Chimica Generale ed Inorganica	<2>
	Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica	

1° Semestre

Esame n°

<1>
<2>

Primo anno*Insegnamento*

F12003	Chimica Analitica	<3>
"	Laboratorio di Chimica Analitica	
F12004	Fisica Generale 1° corso	<4>
F12005	Istituzioni di Matematiche 2° corso	<5>

Secondo anno*Insegnamento*

F12006	Fisica Generale 2° corso	<6>
"	Laboratorio di Fisica Generale	
F12007	Calcolo Numerico e Programmazione	<7>
F12008	Chimica Organica 1° corso	<8>
"	Laboratorio di Chimica Organica 1° corso	

Secondo anno*Insegnamento*

F12009	Chimica Fisica 1° corso	<9>
F12010	Chimica Analitica Strumentale	<10>
"	Laboratorio di Chimica Analitica Strumentale	
F12011	Chimica Biologica	<11>

Terzo anno*Insegnamento*

F12012	Chimica Fisica 2° corso	<12>
"	Laboratorio di Chimica Fisica	
F12013	Chimica Organica 2° corso	<13>
"	Laboratorio di Chimica Organica 2° corso	
F12014	Chimica Fisica Industriale	<14>

Terzo anno*Insegnamento*

F12015	Chimica Industriale I	<15>
"	Laboratorio di Chimica Industriale I	
F12016	Processi e Impianti Industriali Chimici I	<16>
"	Lab. di Processi e Impianti Industriali Chimici	
F12017	Chimica Inorganica	<17>
"	Laboratorio di Chimica Inorganica	

e, inoltre:

F12066	Prova di Conoscenza della Lingua Inglese	
--------	--	--

2° Semestre*Esame n°***1° Semestre***Esame n°***2° Semestre***Esame n°***1° Semestre***Esame n°***2° Semestre***Esame n°**È prevista una prova unica d'esame nei seguenti casi:*

- <2> Chimica Generale ed Inorganica e Laboratorio di Chimica Generale ed Inorganica
- <3> Chimica Analitica e Laboratorio di Chimica Analitica
- <6> Fisica Generale 2° e Laboratorio di Fisica Generale
- <8> Chimica Organica 1° e Laboratorio di Chimica Organica 1°
- <10> Chimica Analitica Strumentale e Laboratorio di Chimica Analitica Strumentale
- <12> Chimica Fisica 2° e Laboratorio di Chimica Fisica
- <13> Chimica Organica 1° e Laboratorio di Chimica Organica 1°
- <15> Chimica Industriale 1° e Laboratorio di Chimica Industriale 1°
- <16> Processi e Impianti Industriali Chimici 1° e Laboratorio di Processi e Impianti Industriali
- <17> Chimica Inorganica e Laboratorio di Chimica Inorganica

BIENNIO DI STUDI DI APPLICAZIONE**Quarto anno***Insegnamento*

F12018	Chimica Industriale II Lab. Chimica Industriale II	<18> *
F12019	Processi e Impianti Industriali Chimici II 1 insegnamento irrinunciabile d'indirizzo + rispettivo laboratorio insegnamento irrinunciabile d'indirizzo o Opzionale	<19> * <20> <21>

* = Corsi Fondamentali comuni a tutti gli indirizzi del Biennio

Quinto anno

<i>Codice</i>	<i>Insegnamento</i>	<i>Esame n°</i>
	1 insegnamento opzionale	<22>
	1 insegnamento opzionale	<23>
	1 insegnamento opzionale	<24>

1° Semestre*Esame n°**Esame n°*

Per essere ammessi al 4° anno gli studenti dovranno sostenere entro il 31 Gennaio 1996 tutti gli esami del Triennio meno quattro. In particolare, dovranno aver superato tutti gli esami dei primi tre semestri eccetto "Fisica Generale 2° corso + Laboratorio". La "Prova di Conoscenza della Lingua Inglese" è esclusa dal conteggio degli esami utili all'ammissione al 4° anno.

Prima di sostenere gli esami del Biennio lo studente deve superare gli esami del Triennio rispettando le propedeuticità elencate più avanti.

All'iscrizione al 4° anno, lo studente deve effettuare la scelta di uno degli indirizzi previsti presentando un piano di studi che, nell'ambito delle discipline attivate, rispetti il previsto numero di Insegnamenti e il rapporto tra Corsi di Lezione e di Laboratorio.

INDIRIZZI DEL BIENNIO

Il Biennio presenta i seguenti quattro Indirizzi:

- 1) RICERCA E SVILUPPO DEI MATERIALI
- 2) RICERCA E SVILUPPO DEI PRODOTTI
- 3) CHIMICO-BIOTECNOLOGICO
- 4) ELETTROCHIMICA E CHIMICA FISICA APPLICATE

I piani di studio di seguito elencati sono quelli consigliati per ottenere una formazione scientifica rigorosamente pertinente ai vari argomenti. Lo studente ha tuttavia facoltà di elaborare un piano liberalizzato seguendo comunque le istruzioni riportate più avanti.

In ciascun Indirizzo lo studente ha la facoltà di inserire 1 Insegnamento Libero da scegliere tra tutti i corsi opzionali di tutti gli Indirizzi di Chimica e di Chimica Industriale.

Con più di 1 insegnamento fuori Indirizzo, il Piano di Studio verrà automaticamente qualificato come "liberalizzato".

Per ciascun insegnamento è riportato nell'ultima colonna l'anno di corso e il semestre in cui esso viene impartito secondo il piano didattico generale.

Lo studente, compatibilmente con il rispetto di eventuali propedeuticità e con le esigenze di frequenza, ha la facoltà di poter seguire i vari insegnamenti anche in altro anno.

1) Ricerca e sviluppo dei materiali

In questi ultimi anni la richiesta da parte dell'industria di laureati con specifiche conoscenze in Scienze dei Materiali ha suggerito l'istituzione di un apposito indirizzo. Questo indirizzo si articola in due Orientamenti organizzati al

fine di fornire allo studente una formazione specifica nel settore dei materiali inorganici e dei materiali polimerici e organici.

a) Orientamento: *Materiali Inorganici*

Questo orientamento è indirizzato alla formazione di laureati interessati a svolgere attività produttiva o di ricerca nel settore dei materiali inorganici con particolare riferimento alla loro preparazione e caratterizzazione funzionale. La preparazione è finalizzata a soddisfare le necessità di industrie e centri di ricerca operanti nel campo dei materiali metallici, vetrosi e ceramici, tradizionali e innovativi.

Insegnamenti irrinunciabili:

F12020	Chimica Fisica dei Materiali	anno 4°/II
"	Lab. Chimica Fisica dei Materiali	4°/II

Insegnamenti opzionali attivati nell'a.a. 1995-96 (4 a scelta):

F12031	Elettrochimica	4°/II
F11038	Chimica Fisica Sistemi Dispersi e Interfasi	4°/I*
F11040	Chimica Fisica Stato Solido e Superfici	4°/I*
F11078	Chimica Fisica (Cristallochimica)	4°/I
F12042	Corrosione e Protezione Materiali Metallici	5°/I
F12043	Chimica Analitica de. Materiali**	5°/I
F12044	Chimica Inorganica (dei Materiali)	5°/II
-	1 Insegnamento libero	

* = del Corso di Laurea in Chimica

** = non attivato nell'a.a. 95/96

b) Orientamento: *Materiali Organici*

Questo orientamento è rivolto alla formazione di laureati esperti nella scienza delle macromolecole e, in generale, della chimica organica dello stato solido. Veranno fornite allo studente nozioni fondamentali riguardanti la sintesi, la caratterizzazione strutturale e supermolecolare e le relazioni proprietà/struttura dei polimeri, nonché conoscenze tecnologiche e applicative utili per l'inserimento nei centri di ricerca e nelle industrie di produzione, trasformazione e applicazione dei materiali polimerici.

Insegnamenti irrinunciabili:

F12028	Chimica Fisica dei Materiali	anno 4°/II
F12024	Chimica delle Macromolecole	4°/II
"	Lab. Chimica delle Macromolecole	4°/II

Insegnamenti opzionali attivati nell'a.a. 1995/96 (3 a scelta):

F12021	Chimica organica Industriale	5°/II
EST222	Materiali Polimerici (Politecnico)	5°/II
EST221	Ingegneria dei Materiali Macromolecolari (Politecnico)	5°/I
-	1 Insegnamento Libero	

2) Ricerca e sviluppo dei prodotti

Questo indirizzo ha lo scopo di preparare laureati che siano specialisti nell'analisi, progettazione e produzione di molecole di grande interesse applicativo, utilizzando metodologie e strategie di sintesi avanzate e innovative nel campo della chimica fine, che costituisce attualmente la parte traente dell'industria chimica. Questi laureati avranno competenze per presiedere alle fasi di sviluppo (impianti pilota) e di produzione (impianti produttivi) delle molecole progettate e per interagire in maniera non subalterna con le altre funzioni aziendali (ingegneri, ecc.) coinvolte nell'iter di ricerca, sviluppo, produzione e commercializzazione di principi attivi, in particolare quelli ad elevato valore aggiunto. L'acquisizione di dette competenze apre al laureato chimico l'accesso ai più svariati settori industriali quali il farmaceutico, l'agrochimico, il settore degli additivi e ausiliari oltre ai settori dei materiali per l'elettronica e dell'ecologia.

Insegnamenti irrinunciabili:

F12021	Chimica Organica Industriale	4°/II
F12025	Chimica-Organica Applicata	4°/II
"	Lab. Chimica Organica Applicata	4°/II

Insegnamenti opzionali attivati nell'a.a. 1995/96 (3 a scelta):

F12037	Sintesi e Tecniche Speciali Organiche	4°/I
F12038	Chimica Organica (3° corso)	4°/I
F12039	Chimica Metallorganica	4°/II
F12032	Chimica delle Macromolecole	4°/II
F12047	Sintesi e Tecniche Speciali Inorganiche	5°/II
F11041	Chimica dei Composti Eterociclici	5°/II*
-	1 Insegnamento Libero	

* = del Corso di Laurea in Chimica

3) Chimico-Biotecnologico

Questo indirizzo si propone di dare una specializzazione integrata chimicobiologica. Esso è rivolto alla formazione di laureati destinati alla ricerca di nuovi prodotti, alla individuazione di processi biotecnologici innovativi e alla messa a punto di tecnologie più economiche e meno inquinanti. Sbocchi professionali: nelle industrie chimiche, farmaceutiche, alimentari e nello studio dei problemi connessi con la tutela e la bonifica del territorio, in laboratori di ricerca ed enti pubblici.

Insegnamenti irrinunciabili:

F12022	Chimica Fermentazioni e Microbiologia Ind.le	
"	Lab. Chimica Fermentazioni e Microbiologia Ind.le	4°/II
F11048	Chimica Sostanze Organiche Naturali	4°/I &

oppure

F12026	Chimica Sostanze Organiche Naturali	4°/I
	Lab. Chimica Sostanze Organiche Naturali	4°/II
F11042	Chimica Fermentazioni e Microbiologia Ind.le	4°/II &

Insegnamenti opzionali attivati nell'a.a. 1995/96 (3 a scelta):

F12040	Chimica dei Processi Biotecnologici	4°/II
F12038	Chimica Organica (3° corso)	4°/I
F11046	Chimica Bio-Organica	5°/I *
F11024	Chimica Bio-Inorganica	5°/I *
F12049	Cinetica Chimica e Dinamica Molecolare	4°/II
F09034	Biologia Molecolare	5°/I §**
F09013	Genetica	5°/II §**
F12050	Biochimica Industriale	5°/II §**
	1 Insegnamento Libero	

& = Lo studente può scegliere in alternativa uno dei 2 laboratori. Qualora il Laboratorio sia quello di Chimica delle Sostanze Organiche Naturali, lo studente dovrà inserire nel suo piano di studio anche il corso teorico.

§ = del corso di Laurea in Scienze Biologiche

§ = del corso di Laurea in Scienze Biologiche, integrato da lezioni aggiuntive

* = del Corso di Laurea in Chimica

** = Lo studente dovrà scegliere da 1 a 2 di questi insegnamenti.

4) Elettrochimica e Chimica Fisica Applicate (Processi e Tecnologie)

Questo indirizzo è suddiviso in due orientamenti: a) Elettrochimica Applicata e b) Chimica Fisica Applicata.

a) Orientamento: *Elettrochimica Applicata*

Questo piano è rivolto allo studio e allo sviluppo dei processi e delle tecnologie elettrochimiche nei vari campi di applicazioni analitiche, di sintesi, energetiche, e dei problemi di preparazione e impiego dei materiali metallici con particolare riguardo ai fenomeni di corrosione. Sbocchi professionali: industrie elettrochimiche, galvaniche, metallurgiche, produzioni di generatori elettrochimici (batterie, pile a combustibile, accumulatori), produzione di sensori elettrochimici (elettrodi ionoselettivi) e come specialisti dei problemi di corrosione.

Insegnamenti irrinunciabili:

F12023	Elettrochimica	4°/II
	Lab. Elettrochimica	4°/II

Insegnamenti opzionali attivati nell'a.a. 1995/96 (4 a scelta):

F12041	Misure Elettriche	4°/II
F11038	Chimica Fisica dei Sistemi Dispersi e delle Interfasi	4°/I*
F12051	Elettrochimica Applicata	5°/I
F12054	Metallurgia	5°/II
F12042	Corrosione e Protezione dei Materiali Metallici	5°/I
F12035	Scienza dei Metalli	5°/I
-	1 Insegnamento Libero	5°/I

* = del corso di laurea in Chimica

b) Orientamento: *Chimica Fisica Applicata*

Questo orientamento è rivolto allo studio degli aspetti tecnici ed economici relativi allo sviluppo dei processi chimici industriali, in particolare dei processi catalitici, dalla scala di laboratorio all'impianto pilota, ai principi per il passaggio alla scala industriale. Particolare attenzione viene rivolta ai vincoli ecologici che debbono concorrere a guidare le scelte verso il progetto finale. Sbocchi professionali tipici: reparo di ricerca e sviluppo delle industrie chimiche; sviluppo di processi, in particolare catalitici; progettazione e gestione degli impianti pilota; conduzione degli impianti industriali; uffici brevettazione.

Insegnamenti irrinunciabili:

F12031	Elettrochimica	4°/II
F12027	Chimica Fisica della Catalisi	4°/II
"	Lab. Chimica Fisica della Catalisi	4°/II

Insegnamenti opzionali attivati nell'a.a. 1995/96 (3 a scelta):

F12049	Cinetica Chimica e Dinamica Molecolare	4°/II
F11038	Chimica Fisica Sistemi Dispersi e Interfasi	5°/I*
F11040	Chimica Fisica Stato Solido e Superfici	4°/I*
F12053	Fotochimica	5°/I
F12042	Corrosione e Protezione Materiali Metallici	5°/I
-	1 Insegnamento Libero	5°/I

* = del corso di laurea in Chimica

PROPEDEUTICITA' DEGLI ESAMI (fino al 4° anno)

Tutti gli esami contrassegnati "1° corso" devono essere dati prima di quelli contrassegnati "2° corso", esclusa la Chimica Fisica 1° Corso e la Chimica Fisica 2° corso, i cui contenuti sono indipendenti l'uno dall'altro.

È tassativa l'osservanza della propedeuticità tra i seguenti esami:

- Chimica Organica 1° corso + Lab. *va sostenuto prima di Chimica Biologica*
- Chimica Fisica Industriale *va sostenuto prima di Processi e Impianti Industriali Chimici I + Lab.*
- Istituzioni di Matematiche 1° corso e Fisica Generale 2° corso + Lab. *Devono essere sostenuti prima di Chimica Fisica Industriale e Chimica Fisica 2° corso + Lab.*

È caldamente raccomandato sostenere l'esame di:

- Chimica Generale ed Inorganica + Lab. *Prima di Chimica Organica 1° corso + Lab.*
- Chimica Generale ed Inorganica + Lab. *Prima di Chimica Analitica + Lab.*
- Istituzioni di Matematiche 1° corso *Prima di Chimica Analitica + Lab.*
- Chimica Organica *Prima di Lab. di Chimica Organica 2° corso*

PIANI DI STUDIO LIBERALIZZATI

Lo studente può presentare un piano di studi diverso da quelli consigliati e previsti dal Manifesto degli Studi. Quando lo studente sceglie un Piano di Studio d'Indirizzo che comporta più di 1 esame fuori dall'Indirizzo, il Piano verrà considerato Liberalizzato.

Il piano Liberalizzato dovrà contenere:

- 27 insegnamenti del triennio propedeutico
- 3 insegnamenti fondamentali del biennio di applicazione
- 1 insegnamento scelto tra gli irrinunciabili dei 4 indirizzi
- 5 insegnamenti scelti tra gli opzionali e i rimanenti irrinunciabili dei quattro indirizzi, di cui almeno 1 corso di laboratorio abbinato al corso omonimo di teoria (che può essere quello scelto al punto precedente) per un totale di n. 24 esami, e inoltre la Prova di Conoscenza della Lingua Inglese.

L'ammissibilità dei piani Liberalizzati verrà valutata dall'apposita Commissione Piani di Studio e dal Consiglio del Corso di Laurea.

PRESENTAZIONE DEL PIANO DI STUDIO

I piani di studio e le variazioni ai piani di studio si presentano dal 1° agosto al 31 dicembre per i soli studenti iscritti al 4° anno.

L'ultima modifica potrà essere richiesta all'inizio dell'Anno Accademico di

conseguimento della Laurea. Gli esami degli insegnamenti inseriti con modifica del Piano di studio potranno essere sostenuti solo a partire dalla 1° sessione dell'A.A. all'inizio del quale la richiesta è stata presentata.

AMMISSIONE AI LABORATORIO DI TESI

Nel Biennio lo studente, dopo aver superato il n° minimo di esami stabilito dal Regolamento Tesi di Laurea, deve svolgere un lavoro di tesi sperimentale per un anno solare su argomenti attinenti l'Indirizzo o il Piano di Studio scelto.

ESAME DI LAUREA

Per essere ammesso all'Esame di Laurea lo studente deve aver seguito i Corsi e superato gli Esami di tutti gli Insegnamenti Fondamentali del Triennio Propedeutico, dei 3 Insegnamenti Fondamentali del Biennio di Applicazione comuni a tutti gli Indirizzi e di 6 Insegnamenti di Indirizzo, di cui uno abbinato ad un omonimo Corso di Laboratorio (con una prova unica d'esame per insegnamento e laboratorio omonimo) per un totale di almeno 24 esami registrati e aver superato la Prova di Conoscenza della Lingua Inglese.

SECONDA LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

(Per laureati in Chimica)

Per il riconoscimento della laurea in Chimica ai fini del conseguimento di una seconda laurea in Chimica Industriale si richiede il superamento dei seguenti esami:

F12014 Chimica Fisica Industriale

F12015 Chimica Industriale I / Lab. Chimica Industriale I

F12016 Processi e Impianti Industriali I / Lab. Processi e Impiant. Ind.li

F12018 Processi e Impianti Industriali II

1 Insegnamento irrinunciabile d'Indirizzo/relat vo Laboratorio

e, inoltre, lo svolgimento di una tesi di laurea (anche compilativa).

I richiedenti verranno iscritti al 4° anno con l'obbligo di frequenza di tutti i laboratori richiesti sopra.

Milano, 20 Luglio 1995

IL PRESIDE
FACOLTÀ SCIENZE M.F.N.
prof. Marcello FONTANESI

IL PRESIDENTE CCL
CHIMICA INDUSTRIALE
prof. Vittorio RAGAINI

REGOLAMENTO PER LO SVOLGIMENTO DELLE TESI DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

Per essere ammesso al laboratorio di laurea lo studente deve aver superato gli esami:

- de. Triennio Propedeutico + la Prova di Conoscenza della lingua Inglese
- de. Biennio Applicativo esclusi cinque esami a scelta tra fondamentali irrinunciabili e opzionali, dei quali comunque siano stati frequentati gli eventuali laboratori (presentare in questo caso una dichiarazione di frequenza rilasciata dal docente del laboratorio).

Le tesi di laurea si distinguono in:

- 1) Tesi Sperimentali, Interne o Esterne
- 2) Tesi Compilative

1) Tesi di laurea sperimentali

Consistono in una dissertazione scritta sulle ricerche originali compiute dallo studente sotto la guida del Relatore e del Correlatore:

- a. Sono considerate TESI SPERIMENTALI INTERNE quelle svolte presso gli Istituti e i Dipartimenti Chimici della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. dell'Università di Milano che fanno capo al Gruppo Chimico.
- b. Sono considerate TESI SPERIMENTALE ESTERNE quelle svolte presso altri Istituti/Dipartimenti della Facoltà di Scienze MM.FF.NN. o presso Istituti/Dipartimenti di carattere chimico di altre Facoltà dell'Università di Milano o di altre Università o Istituti Superiori o presso i Laboratori a carattere chimico di Enti Pubblici di Ricerca.

2) Tesi di laurea compilative

Consistono in una dissertazione scritta di carattere critico sulle ricerche bibliografiche compiute dallo studente su un argomento chimico precisato nella domanda e sotto la guida del Relatore e del Correlatore.

Relatori ufficiali

Per qualsiasi tipo di tesi potranno essere tutti i Docenti ufficiali di materie chimiche del Corso di Laurea in Chimica Industriale e anche di altri Corsi di Laurea o i Ricercatori confermati, purché operino all'interno degli Istituti/Dipartimenti Chimici. Le domande di ammissione dovranno venire approvate dal Consiglio di Corso di Laurea, previo parere favorevole della Commissione Tesi che ne esaminerà la congruità. Il tempo richiesto per lo svolgimento della tesi di laurea è un anno solare.

Tesi sperimentali interne

Lo studente, per essere ammesso al laboratorio di tesi, deve farne domanda indicando l'Istituto o il Dipartimento presso il quale intende svolgere la tesi, l'argomento delle ricerche e il nome del Relatore e del Correlatore. Il Relatore e/o il Correlatore devono sottoscrivere la domanda. Con la firma apposta alla

domanda il Relatore garantisce di poter disporre di risorse finanziarie sufficienti per lo svolgimento delle ricerche connesse alla tesi. Eventuali difficoltà che dovessero insorgere dovranno essere risolte all'interno dei singoli Istituti/Dipartimenti.

“Possono essere Correlatori di Tesi sperimentali Interre tutti i Docenti inclusi nella categoria dei Relatori Ufficiali, i Ricercatori, gli Assistenti dell'Università di Milano e i Docenti Ufficiali di altre Università (e Politecnici) anche straniere e, inoltre, il personale laureato non docente, cultore della materia, dipendente dall'Università di Milano, con livello uguale o superiore al 7° o dal C.N.R. con livello equivalente, operante nei Dipartimenti Chimici. Casi speciali potranno essere presi in considerazione dal CCL, qualora vengano coinvolte persone di particolare rilevanza scientificotecnica”

L'orario di frequenza al laboratorio viene fissato dal Relatore e/o dal Correlatore, tenuto conto del tipo della ricerca e degli impegni didattici dello studente. Prima della discussione pubblica della tesi, il Relatore e il Correlatore devono far pervenire al Presidente della Commissione Esam. di Laurea un giudizio motivato sull'operato del candidato e la propria proposta sull'incremento del voto finale di laurea.

Tesi sperimentali esterne

Su richiesta motivata dello studente la Commissione Tesi può autorizzare lo svolgimento della tesi sperimentale al di fuori degli Istituti/Dipartimenti Chimici, nelle sedi indicate al paragrafo 1.b).

Le tesi dovranno essere condotte sotto la guida di un Relatore ufficiale e di un Correlatore, cultore della materia, appartenente all'Ente ospitante.

Alla domanda di ammissione al laboratorio di tesi esterna lo studente deve allegare:

- motivazione della richiesta di tesi sperimentale esterna (una cartella dattiloscritta) firmata dallo studente
- programma dettagliato delle ricerche (una cartella dattiloscritta) firmata dal Correlatore
- una dichiarazione del responsabile dell'Ente ospitante che attesti la disponibilità ad ospitare gratuitamente il laureando e a concedergli, sempre a titolo gratuito, l'uso delle attrezzature scientifiche.

L'estensione della copertura assicurativa sarà richiesta d'ufficio al Rettore non appena il Consiglio del Corso di Laurea avrà approvato la domanda.

La Commissione Tesi valuta in merito alla richiesta dello studente dopo aver accertato la validità delle motivazioni addotte dallo studente, la pertinenza dell'argomento di tesi con il suo curriculum studii, l'impossibilità di svolgere lo stesso argomento o argomenti affini presso gli Istituti/Dipartimenti Chimici.

Almeno un mese prima della data di discussione della tesi, lo studente illustrerà i risultati ottenuti alla presenza del Relatore e del Correlatore, dandone preventivamente notizia alla Commissione Tesi.

In quella sede il Relatore e il Correlatore formulano il proprio giudizio e la proposta di incremento del voto di laurea da presentare alla Commissione di Laurea.

Tesi compilative

Lo studente che desidera svolgere la tesi compilativa deve motivare la sua richiesta e deve allegare alla domanda di ammissione al Laboratorio di tesi una succinta esposizione dell'argomento bibliografico che intende affrontare e deve indicare il nome del Relatore Ufficiale. Il Relatore e il Correlatore devono a loro volta firmare la domanda.

Il Correlatore per le tesi compilative viene nominato dalla Commissione Tesi e scelto tra le persone indicate come Correlatori di tesi sperimentali interne.

Durante lo svolgimento della tesi, una proficua cooperazione deve essere mantenuta fra lo studente e il Relatore. A tal fine si fissano i seguenti momenti minimi di incontro fra il laureando e il docente:

- in occasione della definizione dell'argomento di tesi e della programmazione della ricerca bibliografica
- dopo la raccolta del materiale bibliografico e prima della sua organizzazione
- almeno due volte nel corso dell'organizzazione del materiale e della stesura del testo

Almeno un mese prima della data di discussione della tesi, lo studente illustrerà le conclusioni delle sue ricerche alla presenza del Relatore e del Correlatore, dandone preventivamente notizia alla Commissione Tesi. Dopo tale relazione, il relatore e il correlatore potranno accettare la tesi, proporre correzioni oppure rimandare l'accettazione in caso di manifesta insufficienza. Le copie della dissertazione scritta dovranno poi essere inviate al Relatore e al Correlatore per la definitiva approvazione.

Relatore e Correlatore cureranno di far pervenire alla Commissione di Laurea la propria proposta per l'incremento del voto di laurea.

Altre disposizioni

La tesi di laurea compilativa può essere svolta anche da quegli studenti che, dopo aver scelto una tesi sperimentale non potessero continuare le ricerche di laboratorio. In tal caso si concede di ridurre il tempo necessario per lo svolgimento della tesi compilativa di un periodo uguale a quello trascorso in laboratorio. In ogni caso l'abbuono di tempo non potrà essere superiore a sei mesi.

Le tesi svolte da studenti-lavoratori presso l'industria vengono considerate tesi compilative e assoggettate alla norma più sopra esposta.

Il contributo sperimentale dello studente può essere utilizzato come “notizie non ancora pubblicate”. La pubblicazione di tali notizie avviene sotto la personale responsabilità dello studente, che deve munirsi delle autorizzazioni necessarie, in base al contratto di lavoro e alla deontologia professionale.

Gli studenti che intendano proporre autonomamente gli argomenti di ricerca per la tesi di laurea devono allegare alla domanda di ammissione una richiesta motivata e una illustrazione dell'argomento di ricerca e delle metodologie impiegate, oltre ad ogni elemento che possa risultare utile. La Commissione Tesi esamina la fattibilità del progetto di ricerca e decide se accettare o meno la richiesta.

In caso positivo la Commissione classifica la tesi in una delle tre categorie sopraesposte, assoggettandola alla relativa normativa.

Eventuali casi anomali verranno esaminati dalla Commissione Tesi che formulerà le proprie decisioni e le sottoporrà all'approvazione del CCL.

Calendario lauree e ingressi in tesi per il 1996

Sessione	Lauree	Ingressi in tesi	
		Date ingressi	Presentazione domande
III sessione A.A.	Febbraio	1° Febbraio	1-31 Gennaio
I sessione A.A.	Maggio	2 Maggio	1-30 Aprile
	Luglio	1° Luglio	1-30 Giugno
II sessione A.A.	Ottobre	2 Novembre	1-31 Ottobre

PROGRAMMI DEGLI INSEGNAMENTI CORSI DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

1. ISTITUZIONI DI MATEMATICHE (1° CORSO) (F12001) PROF. FRANCO TRAVAGLINI

I corsi di Istituzioni di Matematiche si propongono di

- fornire allo studente le nozioni matematiche di più frequente utilizzo nella ricerca chimica;
- favorire la capacità di astrazione matematica dello studente, rendendolo in grado di individuare analogie tra i modelli matematici che incontrerà nelle diverse discipline.

Lo studente che inizia il corso deve conoscere le principali nozioni di Algebra, Geometria Analitica e Trigonometria. Non è invece indispensabile avere seguito in precedenza corsi di Analisi Matematica. Chi desidera verificare la propria preparazione può utilizzare il testo di P. Boieri e G. Chiti in bibliografia.

Durante il corso verranno introdotti, sia dal punto di vista teorico, sia tramite esempi e applicazioni, i seguenti argomenti.

- insiemi e calcolo combinatorio;
- funzioni reali di una variabile, problemi elementari di approssimazione e teoria dei limiti, il numero e ;
- individuazione di massimi e minimi, calcolo differenziale e studio del grafico di una funzione;
- approssimazione polinomiale, sviluppi di Taylor e loro applicazioni al calcolo numerico;
- media di una sequenza di dati, calcolo integrale, metodi numerici, relazione tra calcolo integrale e calcolo differenziale, integrali generalizzati;
- serie numeriche e studio della velocità di convergenza, serie e integrali; numeri complessi, interpretazione geometrica delle operazioni, funzione esponenziale;
- serie di funzioni, serie di potenze, serie di Fourier.

Testo

M. Bertsch, *Istituzioni di Matematiche*, Boringhieri.

Altri testi

G. Prodi, *Istituzioni di Matematiche*, McGraw-Hill.

B. Demidovic, *Esercizi e problemi di Analisi Matematica*, Editori Riuniti

P. Boieri e G. Chiti, *Precorso di Matematica*, Editori Riuniti

2A. CHIMICA GENERALE ED INORGANICA (F12002) PROF. MICHELE ROSSI

Questo corso introduce gli argomenti fondamentali di chimica propedeutici agli approfondimenti che verranno svolti in programmi successivi.

Parte integrante del programma viene trattata nel corso di Laboratorio di Chimica Generale che sviluppa le applicazioni pratiche e numeriche.

Struttura atomica della materia. Struttura dell'atomo secondo modelli di Bohr e ondulatorio. Gli elementi, la loro distribuzione nell'universo e le proprietà periodiche. Radioattività e chimica nucleare. Fissione e fusione nucleare. Composti chimici, formule di Lewis, stereochimica. Regole di nomenclatura. Il legame chimico. Potenziale di ionizzazione, affinità elettronica ed elettronegatività degli atomi. Legame ionico e covalente. Energia reticolare. Orbitali molecolari. Molecole biatomiche omoelementari ed eteronucleari. Ibridazione. Legami covalenti delocalizzati. Legame chimico nei metalli. Le proprietà generali dei liquidi. Tensione di vapore dei liquidi puri e delle soluzioni. Crioscopia, ebullioscopia e fenomeni osmotici. Le dispersioni colloidali e le loro proprietà. La materia allo stato gassoso: proprietà e modelli molecolari. Liquefazione dei gas. Stato solido, reticoli cristallini e celle elementari. Termodinamica chimica. Entalpia, entropia ed energia libera. Attività specifiche e costante di equilibrio. Equilibrio chimico nelle reazioni omogenee ed eterogenee. Influenza delle variabili T e P . Velocità di reazione, ordine di reazione ed energia di attivazione. Catalisi. Acidi e basi. Sviluppo della teoria di Brønsted. Solventi non acquosi. Elettroliti e conducibilità elettrica delle loro soluzioni. Sistemi elettrochimici: elementi galvanici ed elettrolizzatori. Priorità nelle reazioni elettrodiche. Regola della fase e diagrammi di stato. Le risorse naturali e le famiglie di composti inorganici di interesse industriale. I cicli naturali dell'acqua, dell'azoto, dello zolfo e le interazioni con i processi industriali. Problemi di inquinamento ambientale. Le proprietà chimiche degli elementi più comuni e dei loro composti.

Testi consigliati

L. Malatesta, S. Cenini, *Principi di Chimica Generale*; L. Malatesta, *Chimica Inorganica*.

2B. LABORATORIO DI CHIMICA GENERALE E INORGANICA A e B (F12002)
PROFF. GUIDO BANDITELLI E MADDALENA PIZZOTTI

Il corso è mirato all'approfondimento degli aspetti fondamentali e d'uso più comune trattati nel corso di Chimica Generale. La parte principale sarà quindi basata sui fondamenti del calcolo stechiometrico con relative esercitazioni numeriche. Si affronteranno i seguenti argomenti:

Analisi dimensionale
Sistemi internazionali di misura.

Mole
Unità chimiche di massa. Pesi atomici e molecolari.

Formule chimiche
Definizioni e metodi di calcolo.

Equazioni chimiche
Significato, bilancio e relazioni tra masse. Rese di reazione e agente limitante. Bilancio nelle reazioni tra ioni e nelle ossido-riduzioni.

Equivalenti chimici
Peso equivalente in reazioni acido-base e di ossido-riduzione.

Soluzioni
Modi di esprimere le concentrazioni. Diluizioni. Soluzioni titolate e loro impiego.

Gas ideali
Leggi dei gas ideali. Miscugli gassosi. Gas umidi.

Soluzioni ideali
Proprietà collettive. Legge di Raoult: ebullioscopia, crioscopia e pressione osmotica.

Termochimica
Reazioni eso ed endotermiche. Leggi di Hess. Funzioni di stato ΔH , ΔS , e ΔG .

Equilibrio chimico
Principi generali: relazioni termodinamiche. Influenza delle variabili esterne. Equilibri eterogenei.

Equilibri ionici in soluzione acquosa
Calcolo di pH in sistemi monoprotici, poliprotici e in miscele.

Equilibrio acido-base
Calcolo di pH in sistemi monoprotici, poliprotici e in miscele.

Equilibri eterogenei in soluzione
Solubilità e prodotto di solubilità. Partecipazione e dissoluzione. Equilibri multipli in presenza di specie poco solubili. Costanti di formazione e dissociazione di ioni di ioni complessi.

Elettrochimica
Leggi di Farady. Potenziali normali di riduzione e f.e.m. della pila. Rendimento elettrochimico. Processi elettrolitici.

Esercitazioni pratiche
Strettamente connesse alle esercitazioni numeriche, comportano l'acquisizione di fondamentali tecniche sperimentali e l'applicazione in esperimenti di laboratorio, di argomenti del corso di Chimica Generale. In particolare è prevista la sintesi e caratterizzazione di composti inorganici di interesse industriale.

Testi consigliati
M. Freni, A. Sacco, Stechiometria, Ed. Ambrosiana; L. Rosenberg, Chimica Generale, Collana Schaumann, Ed. Etas Libri.

3A. CHIMICA ANALITICA (F12003)
PROF. ANTONIO ARANEO

3B. LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA A (F12003)
PROF. ANTONIO ARANEO

I corsi di Chimica Analitica e Laboratorio di Chimica Analitica sono strettamente collegati tra loro e trattano l'analisi chimica qualitativa e quantitativa.

Programma di Chimica analitica qualitativa
1) Generalità sull'analisi qualitativa. 2) Le soluzioni. 3) La solubilità dei composti. 4) La precipitazione. 5) Le soluzioni tampone. 6) I gruppi analitici. 7) La precipitazione. 8) La solubilità dei composti al variare dell'acidità. 9) Reazioni analitiche dei cationi alcalini e alcalino-terrosi. 10) I precipitati colloidali. 11) La precipitazione degli idrossidi e dei solfuri. 12) Gli idrossidi anfoteri. 13) Reazioni degli elementi del gruppo analitico dell'alluminio. 14) Le reazioni di ossidoriduzione. 15) Le reazioni di dismutazione. 16) Reazioni degli elementi del gruppo analitico dello zinco. 17) I composti di coordinazione nell'analisi qualitativa. 18) Solfossidi e solfoanidridi. 19) Reazioni degli elementi del gruppo analitico dell'arsenico. 20) Reazioni degli elementi del gruppo analitico del mercurio. 21) I cianocomplessi. 22) I reattivi organici. 23) Reazioni analitiche degli elementi meno comuni.

Programma di Chimica analitica quantitativa
1) Generalità sull'analisi quantitativa. 2) L'analisi gravimetrica. 3) Acidime-

tria e alcalimetria. 4) Le curve di titolazione. 5) Ossidimetria. 6) Permanganometria. 7) Iodometria. 8) Bicomatometria. 9) Precipitimetria. 10) Complessometria. 11) Le curve di titolazione complessometriche. 12) Indicatori metallocromici. 13) Esercitazioni numeriche.

Laboratorio di chimica analitica

Il laboratorio di chimica analitica comprende 10 esercitazioni di analisi qualitativa e 5 esercitazioni di analisi quantitativa. Le esercitazioni durano circa 4 ore ciascuna.

Programma delle esercitazioni di analisi qualitativa (10 esercitazioni)

1) Reazioni dei cationi alcalini. 2) Cloruri bromuri e ioduri. 3) Ricerca dei cationi alcalico-terrosi. 4) Ricerca analitica di ferro alluminio cromo. 5) Zinco cobalto nichel manganese. 6) Fosfati, ossalati, fluoruri, borati. 7) Arsenico, antimonio, stagno mercurio. 8) Piombo, bismuto, rame, cadmio, argento nitriti e nitriti. 9) Solfati, solfuri, tiosolfati. 10) Analisi completa.

Programma delle esercitazioni di analisi quantitativa (5 esercitazioni)

1) Analisi acidimetrica. 2) Analisi alcalimetrica. 3) Analisi permanganometrica. 4) Analisi precipitimetria. 5) Analisi complessometrica.

4. FISICA GENERALE (1° corso) (F12004)

PROF. GIORGIO SPINOLO

Misure fisiche

Grandezze fisiche. Unità di misura e campioni. Sistemi di unità e di misura. Calcolo dimensionale. Calcolo vettoriale e le principali operazioni

Cinematica

Moto di un punto materiale, legge oraria, traiettoria, velocità accelerazione, posizione. Studio del moto uniformemente accelerato del moto circolare e del moto armonico. Grandezze lineari e rotatorie.

Dinamica

Concetto di massa e di forza. Le tre leggi di Newton, unità di massa e di forza. Misura di masse e di forze. Forze centripete e reazioni centrifughe. Forze di attrito. Il pendolo semplice. Centro di massa. Quantità di moto. Forze impulsive e impulso. Urti e loro classificazione. Conservazione della quantità di moto. Lavoro ed energia. Teorema dell'energia cinetica. Energia potenziale elastica e di gravità. Legge di Hooke. Principio di conservazione dell'energia meccanica e sua estensione al caso di forze dissipative. Potenza. Equilibrio di un punto materiale. Baricentro. Corpi rigidi. Momento di una forza. Momento angolare e sua conservazione. Equazioni cardinali della dinamica dei corpi rigidi. Momento d'inerzia.

Fluidi

Concetto di fluido perfetto (attrito interno, comprimibilità). Pressione e principio di isotropia, di Pascal, di Stevino e di Archimede. Misura della pressione, esperimento di Torricelli. Regime stazionario e principio di Bernoulli con relative applicazioni. Legge di Torricelli. Regime microvorticoso e leggi di Poiseuille.

Terminologia

Principio zero della termodinamica, concetto di calore e temperatura. Dilatazione termica. Scale empiriche di temperatura. Relazione fondamentale della termodinamica. Calore specifico e capacità termica. Propagazione del calore e conducibilità termica. Cambiamenti di stato fisico dei corpi. Punto triplo dell'acqua.

Teoria cinetica dei gas

Modello di gas perfetto e legge di Joule-Clausius. Energia interna di un gas perfetto, principio di equipartizione dell'energia.

Primo principio della termodinamica

Equilibrio termodinamico. Reversibilità. Lavoro termodinamico. Primo principio. Equivalenza calore-lavoro. Espansione libera di Joule. Calori specifici dei gas perfetti. Il primo principio per i gas perfetti.

Secondo principio della termodinamica

Trasformazione di calore in lavoro: macchine termiche e rendimento. Il ciclo di Carnot. Enunciato di Clausius e di Kelvin. Macchine frigorifere e loro rendimento. Scala termodinamica delle temperature. Termometro a gas perfetto. Teorema di Carnot.

Entropia

Disuguaglianza di Clausius e il concetto di entropia. Variazioni di entropia di vari sistemi termodinamici. Rappresentazione nel piano di Gibbs. Entropia, lavoro, disordine, probabilità.

Libri consigliati

R. Resnick, D. Halliday, Ed. Ambrosiana, Milano; M. Alonso, E.J. Finn, Addison-Wesley, Elementi di fisica, Ed. Bilingue.

5. ISTITUZIONI DI MATEMATICHE (2° corso) (F12005)

PROF. ALBERTO ALESINA

Il corso costituisce il naturale proseguimento del precedente, presentando come primo argomento le equazioni differenziali, importante applicazione dei concetti centrali studiati nel primo semestre e importantissimo strumento analitico per la formulazione di modelli matematici di fenomeni di varia natura.

Prosegue poi con una panoramica di algebra lineare per finire con l'estensione al caso di più variabili dei concetti fondamentali di calcolo differenziale e integrale studiati nel primo corso, estensioni utili per la formalizzazione di concetti fisici di particolare importanza quali quelli di lavoro, di campo di forze etc...

In particolare gli argomenti trattati sono:

- equazioni differenziali, concetti generali, teorema di esistenza e unicità;
- equazioni differenziali lineari del primo ordine, a variabili separabili, lineari di ordine superiore a coefficienti costanti;
- sistemi lineari, matrici, metodo di Gauss;
- calcolo vettoriale dal punto di vista geometrico e sua algebrizzazione, gli spazi \mathbb{R}^n ;
- matrici e operatori lineari, determinanti; geometria analitica nello spazio, rette e piani;
- funzioni di più variabili: derivate parziali e direzionali, differenziale, gradiente, Jacobiana, derivate di funzioni composte;
- massimi e minimi liberi e condizionati, metodo di Lagrange; funzioni implicite, inversione locale di funzioni vettoriali;
- integrali doppi, cambiamenti di variabili, coordinate polari;
- curve parametriche e integrali curvilinei; differenziale d'arco;
- integrali di linea di forme differenziali, differenziali esatti, potenziali, campi conservativi, equazioni ai differenziali esatti;
- teorema di Green.

Testo:

M. Bertsch, Istituzioni di Matematiche, Boringhieri.

Altri testi:

Apostol, Calcolo, voll. 2 e 3, Boringhieri

Avantaggiati, Istituzioni di Matematica, C.E.A.

G. Fano, Istituzioni di Matematiche II, Pitagora.

6A. FISICA GENERALE (2° corso) (F12006)

PROF.SSA LINA ZUFFI

Campo elettrostatico

Coordinate cartesiane, sferiche, cilindriche.

Il campo elettrostatico. Legge di Coulomb. Campo e potenziale elettrostatico.

Teorema di Gauss.

Linee di forza.

Dipolo elettrico e suo campo.

Induzione totale, esperienze e applicazioni.

Campo dato da uno strato semplice e doppio di carica.

Campo di una sfera carica.

Campo alla superficie di un conduttore. Proprietà delle punte.

Condensatori piani, sferici, cilindrici. Condensatori in serie in parallelo.

Energia immagazzinata in un condensatore. Energia di un campo elettrostatico.

I dielettrici. Dipoli indotti. Dipoli permanenti.

Polarizzazione elettrica e induzione elettrica.

Generalizzazione delle leggi elettrostatiche ai dielettrici omogenei.

Elettromagnetismo

Intensità di corrente. Densità di corrente.

Legge di Ohm e sua generalizzazione.

Forza elettromotrice.

Resistenze in serie e in parallelo.

Leggi di Kirchhoff.

Influenza della temperatura sulla resistenza. Superconduttività.

Effetti termici, chimici e magnetici delle correnti.

Trasformazione dell'energia elettrica in calore. Legge di Joule.

Il vettore induzione magnetica B .

Campo magnetico generato da una corrente.

Leggi di Laplace.

Legge di Biot e Savart.

Campo al centro di una spira percorsa da corrente.

Forza tra due elementi di filo percorsi da corrente.

Non conservatività del vettore B . Legge di circuitazione di Ampère e le sue applicazioni.

Magneti naturali. Analogia tra il campo di una spira e di un dipolo.

Introduzione del mezzo nelle definizioni di B e H .

Permeabilità e suscettività magnetica.

Corpi dia, para e ferromagnetici. Ciclo di isteresi.

Campo B e H in un solenoide in presenza di un mezzo polarizzabile.

Dipendenza dal mezzo delle forze tra magneti, tra correnti e tra correnti e magneti.

Variazione di flusso di induzione concatenato con un circuito.

Induzione elettromagnetica.

Forza elettromotrice di induzione. Legge di Faraday. Sua forma differenziale.

Esperienze elementari di autoinduzione. Definizione di induttanza e sua misura. Correnti di Foucault e loro conseguenze.

Chiusura ed apertura di un circuito con induttanza.

Energia del campo magnetico.

Mutua induzione. Cenni alla teoria del trasformatore.

Generazione di correnti alternate.

Valori efficaci e potenza di una corrente alternata. Corrente de Wattata.

Circuito con resistenza e induttanza, resistenza e capacità, resistenza induttanza e capacità.

Impedenza e reattanza.

Oscillazioni smorzate e forzate. Analogia meccanica.
Misura di correnti continue e alternate.
Equazioni di Maxwell.
Correnti di conduzione e di spostamento. Vettore di Poynting.
Soluzione delle equazioni di Maxwell per onde polarizzate piane in un dielettrico omogeneo.
Generalità sulle onde elettromagnetiche.
Teoria elettromagnetica della luce.
Formula di Larmor.
Cenni di teoria elettronica dei metalli. Effetto Volta. Catena metallica. Effetto Seebeck e termoelettrico. Coppie termoelettriche. Effetto termionico e fotoelettrico.
Moto di una particella carica in un campo elettrico e magnetico. Forza di Lorentz. Effetto Hall.
Determinazione della carica elementare. Esperienza di Millikan.
Determinazione del rapporto e/m dell'elettrone.

Ottica

Descrizione delle varie radiazioni elettromagnetiche. loro sorgenti e rilevatori. Il laser.
Leggi dell'ottica geometrica. Riflessione e rifrazione.
Velocità di propagazione. Indice di rifrazione assoluto e relativo.
Angolo limite.
Cammino ottico. Principio di Fermat.
Prisma. Angolo di deviazione minima. Dispersione.
Specchi sferici.
Lenti sottili. Formula dei punti coniugati. Def. di diotria.
Interferenza luminosa. Esperienza di Young.
Teoria elementare dell'interferenza.
Diffrazione. Principio di Huygens-Fresnel. Sue applicazioni.
Diffrazione da una fenditura. Reticolo di diffrazione.
Polarizzazione della luce. Legge di Malus.
Polarizzazione a Nicol.
Polarizzazione rettilinea circolare ed ellittica.
Rotazione del piano di polarizzazione. Polarimetri.
Birifrangenza.
Cenni di ottica dei raggi X. Polarizzazione. Legge di Bragg.

Cenni di struttura della Materia

Atomo e nucleo. Livelli quantici. Atomo di Bohr.
Radioattività α , β , γ
Energia di legame. Isotopi. Fissione e fusione.

Unità di misura

Durante il corso si farà uso principalmente del Sistema Internazionale di unità (SI), ma è indispensabile la conoscenza dei sistemi (C.G.S.) es, (C.G.S.) em, e di Gauss.

Libri di testo consigliati

E. Analdi, R. Bizzarri, G. Pizzella, Fisica generale - Elettromagnetismo - Relatività Ottica, Zanichelli Editore; M. Alonso, E.J. Finn, Elementi di Fisica per l'Università. Vol. II, Addison Wesley Pub. Company.
D. Halliday, R. Resnick, K.S. Krane, "Fisica", volume 2°, 4ª edizione - Casa Editrice Ambrosiana

6B. LABORATORIO DI FISICA GENERALE (F12006) **PROF.SSA ELENA MERONI**

Il corso si articola in un ciclo di lezioni sulla teoria degli errori e su concetti ed elementi di fisica necessari per la comprensione e il corretto svolgimento delle prove di laboratorio, ed in una successiva serie di esercitazioni di laboratorio, in cui gli studenti svolgono semplici esperimenti di meccanica, elettromagnetismo e ottica.

Analisi degli errori:

Le misure sperimentali, errori: errore sistematico, errore casuale. Presentazione dei risultati e utilizzazione degli errori: numero di cifre significative, errore relativo.

I dati: distribuzioni discrete, continue, istogrammi; frequenze relative, normalizzazione.

Valor medio, valore più probabile, mediana, varianza.

Miglior stima del valor medio e della deviazione standard. errore sul valor medio.

Propagazione degli errori: errore probabile ed errore massimo possibile, propagazione degli errori di variabili indipendenti e no. Covarianza.

Distribuzione binomiale, applicazioni e proprietà, valor medio e deviazione standard; verifica di ipotesi.

Distribuzione di Gauss, applicazioni e proprietà, valor medio e deviazione standard; livelli di confidenza; integrale della distribuzione; giustificazione della media come miglior stima: principio di massima verosimiglianza; approssimazione gaussiana della distribuzione binomiale, modello binomiale per l'errore casuale.

Distribuzione di Poisson, applicazioni e proprietà, valor medio e deviazione standard; approssimazione gaussiana.

Rigetto dei dati, criterio di Chauvenet.

Combinazione di risultati di esperimenti diversi: compatibilità, media pesata: giustificazione con minimo errore e massima verosimiglianza.

Metodo dei minimi quadrati: accordo fra dati e una retta o altre funzioni. Coefficiente di correlazione lineare. Il test del X^2 per una distribuzione. X^2 ridotto e gradi di libertà, livello di confidenza per l'accordo fra dati e la distribuzione attesa.

Teoria della verifica delle ipotesi. Verifica di ipotesi sulla media di una variabile casuale normale, confronto fra le varianze e fra le medie di due variabili casuali normali.

Meccanica dei fluidi:

Dinamica dei fluidi viscosi. Metodi di misura della viscosità.

Calorimetria:

Calore e sua trasmissione. Misure del calore specifico di solidi.

Correnti continue:

Leggi di Kirchoff delle maglie e dei nodi. Misure di intensità di corrente: galvanometro. Principi di funzionamento del galvanometro a bobina mobile: taratura di un galvanometro di Deprez d'Arsonval.

Misure di capacità: leggi di scarica e carica dei condensatori. Taratura di un galvanometro balistico e misura della scarica e carica di un condensatore mediante galvanometro balistico.

Elettrolisi:

Leggi di Faraday. Voltmetro. Misure di conducibilità elettrica di un liquido.

Correnti alternate:

Circuiti RC.

Ottica:

Ottica geometrica: metodi di misura dell'indice di rifrazione di un mezzo. Proprietà delle lenti sottili. Metodi per la misura della distanza focale di una lente convergente o divergente.

Interferenza e diffrazione. Laser e lampade ad incandescenza.

Elenco delle esperienze di laboratorio:

Calorimetro - Misure di viscosità - Voltmetro - Conducibilità di un liquido - Galvanometro - Galvanometro Balistico - Circuiti a corrente alternata - Lenti sottili: focometria - Prisma di dispersione - Misure di interferenza e diffrazione - Reticolo di diffrazione.

7. CALCOLO NUMERICO E PROGRAMMAZIONE (F12007)

PROF. FRANCO CAZZANICA

Il programma consta di tre parti distinte, ma interdipendenti fra di loro.

1) Laboratorio di Calcolo

Cenni di programmazione strutturata in FORTRAN. Uso del pacchetto applicativo Matlab.

2) Analisi Numerica

Nozioni introduttive sugli errori. Tipi di errore. Stima e maggiorazione. Mal condizionamento ed instabilità.

Sistemi Lineari. Calcolo di autovalori ed autovettori. Metodi diretti e metodi iterativi.

Soluzioni di equazioni. Metodi iterativi.

Approssimazione di funzioni. Cenni alle funzioni spline.

Integrazione numerica. Soluzioni approssimate di un problema di Cauchy. Metodi ad un passo e a più passi. Cenni sulle equazioni differenziali di ordine superiore al primo. Cenni ai sistemi di equazioni differenziali e alle equazioni differenziali alle derivate parziali.

3) Analisi dei dati sperimentali e approssimazione

Il metodo dei minimi quadrati e approssimazione.

Il metodo dei minimi quadrati. Trasformate e serie di Fourier. Trasformate di Fourier discrete. Cenni alla trasformata rapida di Fourier.

8A. CHIMICA ORGANICA (1° corso)

PROF. MAURO CINQUINI

1. Principi generali - Idrocarburi

Orbitali

Atomici e orbitali molecolari. Legami covalenti. Stati di risonanza: Ibridazione sp³, sp² e sp degli orbitali del carbonio (riepilogo dei concetti già noti).

Alcani

Il concetto di omologia. Nomenclatura IUPAC. Nomi di uso. Proprietà fisiche.

Energia di legame

Energia di dissociazione.

Analisi conformazionale

Stereoisomeria

Enantiomeria e diastereoisomeria. Polarimetria. Nomenclatura di molecole chirali. Notazione di Fisher e di Cahn-Ingold-Prelog. Le regole di sequenza. Forme racemiche (conglomerati, racemati, soluzioni solide). Risoluzione di racemi, reazioni stereospecifiche e stereoselettive.

Alcheni

Nomenclatura. Isomeria e geometria e sua determinazione. Regole di sequenza e notazione configurazionali (isomeri Z e E).

Alleli (dieni coniugati)

Dieni coniugati

Il concetto di risonanza. Regole e considerazioni sulla risonanza. Determinazione sperimentale dell'energia di risonanza.

Alchini

Nomenclatura. Acidità.

Idrocarburi aromatici

Confronto con le proprietà chimiche degli alcheni. Il concetto di aromaticità.

Cinetica e meccanismi di reazione in chimica organica

Caratteri distintivi e classificazione delle reazioni organiche. Significato di reattivo e di substrato. Ordine e molecolarità di una reazione. Controllo cinetico e controllo termodinamico. Intermedi e stati di transizione.

Intermedi di reazione

Ioni carbonio, carbanioni, carbeni, radicali.

Trasmissione intramolecolare di cariche elettriche

Effetti induttivi e coniugativi. Iperconiugazione.

Reattività chimica degli alcani

Ossidazione: sintesi di idroperossidi. Alogenazione: meccanismo; reattività di alcani primari, secondari e terziari. Nitrazione e solfanazione.

Sintesi degli alcani

Idrogenazione di olefine; riduzione di alogenuri alchilici e di composti carbonilici, sintesi di Wurtz e di Corey-House.

Reattività degli alcheni

Idrogenazione catalitica. Addizioni elettrofile: meccanismo, stereochimica e orientazione, regola di Markownikoff; trasposizioni. Addizioni di Al_2Cl_6 , HAlCl_2 , H_2SO_4 , H_2O , CH_3COOH . Alogenazione alilica. Idroborazione. Ozonizzazione, ossidrilazione, e epossidazione di alcheni. Ciclopropanazione.

Sintesi degli alcheni

Fonti industriali. Deidroalogenazione e dealogenazione di alogeno alcani; disidratazione; prolisi di esteri, xantogenati, Nossidi, sali di ammonio e solfosidi, sintesi di Wittig e metodi vari di sintesi partire da chetoni e aldeidi; riduzione alchini.

Reattività chimica degli alchini

Reagibilità verso reattivi elettrofilici, nucleofili e radicalici; acidità; idrogenazione catalitica; idrogenazione selettive (cat. di Lindlar, Na e NH_3 liq.) e loro aspetto stereochimico, addizione di alogen, idracidi alogenici, acqua, alcoli e mercaptani, borani. Isomerizzazione.

Sintesi degli alchini

Dealogenazione di alogenuri alchilici e di alogenoetileni; alchilazione di 1-alchini.

Dieni coniugati

Sintesi. Proprietà chimiche: 1, 2- e 1, 4 addizioni, 1, 4- ciclobaddizioni (sintesi dieniche e loro stereochimica).

Aleni

Sintesi, interconversione ad acetileni.

II. Derivati funzionali degli idrocarburi alifatici

Alogeno-derivati

Proprietà fisiche, termini principali. Considerazioni generali sulle proprietà chimiche.

Reazioni di sostituzione nucleofila alifatica e di eliminazione. Meccanismi $\text{S}_{\text{N}}2$, $\text{S}_{\text{N}}1$. Stereochimica. Effetti strutturali e del solvente. Eteri corona e criptanti (cenni). Catalisi per trasferimento di fase. Trasposizioni. Partecipazione del gruppo vicino.

Meccanismi $\text{E}_{1\text{c}}$, E_2 , $\text{E}_{1\text{CB}}$. Orientamento e reattività (regole di Saytzeff e di Hoffmann). Stereochimica. Confronto eliminazione-sostituzione. Eliminazioni intramolecolari.

Sintesi: alogenazione di alcani, alcheni e alcoli; scambio di alogeni (r. di Finkelstein).

Composti organo-metallici

Natura del legame carbonio elemento. Proprietà fisiche e reattività.

I reattivi di Grignard: sintesi, struttura e comportamento chimico. Sodio- e litio-alchili.

Zinco e cadmio-alchili.

Sintesi e reattività di cuprati.

Alcoli

Proprietà fisiche. Legami a idrogeno.

Proprietà chimiche: acidità e basicità; formazione di eteri (r. di Williamson); estereificazione; formazione di alogenuri alchilici (meccanismo e stereochimica delle reazioni con idracidi e con alogenuri di fosforo e di zolfo); disidratazione, ossidazione ad aldeidi, acidi carbossilici.

Metodi generali di sintesi: con reattivi di Grignard; idratazione e idroborazione di alcheni; idrogenazione catalitica e riduzione con idruri metallici dei derivati carbonilici; riduzione di Meerwein-Ponndorf-Verley; idrolisi di esteri; glicolici da alcheni; condensazione aldolica; sintesi di Reformatsky.

Eteri

Proprietà fisiche.

Proprietà chimiche: basicità; sali di ossonio; scissione acida; formazione di perossidi.

Sintesi: processi industriali, sintesi di Williamson, addizioni di alcoli agli alcheni. Ossirani (sintesi e proprietà).

Aldeidi e chetoni

Nomenclatura. Proprietà fisiche.

Proprietà chimiche: polarità e polarizzazione del legame C = O; tautomeria cheto-enolica; ossidazione di aldeidi ad acidi carbossilici (Reattivi di Tollens e di Fehling); ossidazione di chetoni; riduzione ad alcool; riduzione a pinacoli; riduzione a idrocarburi; addizione di acqua, addizione di alcoli, glicoli e tioli; addizione di acido cianidrico e condensazione acilonica; addizione di bisolfito; addizione di ammoniaca, ammine, idrossilammina, idrazina, ecc. (ossime e loro isomeria, trasposizione di Beckmann, enammine); conversione a dialogeno-derivati; addizione di composti organo-metallici; addizione di ilidi di fosfonio (r. di Wittig), di solfonio e di osso-solfonio; reazione di Darzens; addizione di acetileni; α -alogenazione; condensazione aldolica, crotonica, aldolica mista e reazioni analoghe (Perkin-Claisen, Doebner-Knoevenagel).

Carbonili mascherati

Inversione di reattività

Sintesi delle aldeidi: ossidazione e deidrogenazione di alcoli primari (CrO_3 , MnO_2 , r. di Oppenauer); scissione ossidativa dei glicoli; ozonolisi di olefine; riduzione di cloruri acilici; riduzione di nitrili e di amidi, sintesi da ortoformati alchilici e reattivi di Grignard.

Sintesi dei chetoni: ossidazione e deidrogenazione di alcoli secondari; ozonolisi di olefine; scissione di β -cheto-esteri; reazione dei reattivi di Grignard con i nitrili; reazione di cadmio-alchili con i cloruri acilici; trasposizione pinacolonica di 1,2-glicoli; idratazione di alchini.

Acidi carbossilici

Nomenclatura.

Proprietà chimiche: acidità e basicità; conversione ed esteri, cloruri, ammidi, anidridi; riduzione ed alcoli; α -alogenazione (r. di Hell-Volhard-Zelinsky); decarbossilazione.

Sintesi: idrolisi di nitrili, esteri, cloruri acilici e ammidi, carbonatazione di derivati organo-metallici; sintesi acetacetica e malonica; ossidazione di alcoli, aldeidi e alcheni; r. aloformio; r. di Bayer-Williger.

Alogenuri acilici, anidridi e ammidi

Sintesi e proprietà.

Esteri

Proprietà fisiche.

Proprietà chimiche: idrolisi acida e alcalina, transesterificazione, reazione con derivati organo-metallici, riduzione, condensazione di Claisen e Dieckman.

Sintesi: da acidi carbossilici e alcoli, da acidi carbossilici e diazometano, dai cloruri e dalle anidridi degli acidi, per transesterificazione.

Ammine

Proprietà fisiche e spettroscopiche.

Proprietà chimiche: basicità e acidità; alchilazione, acilazione; reazioni con acido nitroso (diazo-composti alifatici); ossidazione (N-ossidi); conversione a

carbilammine; basi di Mannich; eliminazioni da composti quaternari (elim. di Hofmann e di Cope).

Sintesi: sintesi di Gabriel; riduzione di nitrocomposti, ossime, nitrili, ammidi ecc.; amminazione riduttiva di derivati carbonilici; demolizione di Hofmann, Curtius, Schmidt; trasposizione di Beckmann delle ossime.

immine, enammine

Sintesi e proprietà.

Nitro-composti

Proprietà chimiche e fisiche. Sintesi. Tautomeria.

Ossime

Sintesi e proprietà.

Nitrili

Sintesi e proprietà.

Testi consigliati e di consultazione

K.P.C. Vollhardt, Chimica Organica, Ed. Zanichelli, Bologna, 1990.
S. Ege, Chimica Organica, Ed. Sorbona, Milano 1994.

8B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (1° corso) A e B(F12008) PROF.SSA GIOVANNA SFERANZA - DR. LUIGI PANZA

Lezioni teoriche

A Principi generali

- Problemi di sicurezza nel laboratorio di chimica organica.
- Introduzione alle seguenti tecniche sperimentali: cristallizzazione, estrazione con solvente, distillazione semplice e frazionata nel pieno e nel vuoto, cromatografia su strato sottile e su colonna.
- Problemi sperimentali collegati alle seguenti reazioni: ossidazioni, riduzioni, reazioni di condensazione, reazioni di Grignard.

B Cenni a particolari classi di composti naturali

- Amminoacidi - Peptidi - Proteine: Generalità, applicazioni, nomenclatura, stereochimica e proprietà acido-base degli amminoacidi. Sintesi classiche, produzione industriale, risoluzione ottica, sintesi asimmetrica degli amminoacidi. Reattività chimica degli amminoacidi, formazione dei peptidi mediante reazioni classiche ed in fase solida, peptidi naturali, cenni sulla struttura delle proteine.
- Carboidrati: Monosaccaridi: classificazione, nomenclatura, rappresentazioni steriche, struttura e proprietà. Oligo- e polisaccaridi: principali strutture.

- Grassi - saponi: Generalità dei grassi naturali, grassi alimentari. Saponi e detergenti sintetici.
- Terpeni: Classificazione. Monoterpeni. Olii essenziali. Triterpeni. Steroidi naturali. Gomme naturali.

Esercitazioni di laboratorio

1. Esecuzione individuale da parte dello studente delle operazioni fondamentali del laboratorio di chimica organica quali: determinazione del punto di fusione, cristallizzazione, estrazione acido-base, distillazione semplice e frazionata nel pieno e nel vuoto, cromatografia su strato scottile, cromatografia su colonna.
2. Esecuzione da parte dello studente di alcune delle più comuni reazioni della chimica organica (riduzioni e ossidazioni di gruppi funzionali, sostituzioni nucleofile, condensazioni crotoniche e di Claisen, esterificazione).

Testi consigliati

D. Pasto, C. Johnson, M. Miller, Experiments and Techniques in Organic Chemistry, Prentice Hall, 1992.
 J. S. Nimitz, Experiments in Organic Chemistry, Prentice Hall, 1991.
 B.S. Firniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchell, Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry, 5th ed., Longman Scientific & Technical, 1989.

9. CHIMICA FISICA (1° corso) (F12009)

PROF. GIORGIO FIORI

Principi e applicazioni della teoria quantistica

Origini della teoria quantistica. Equazione di Schrödinger. Principi quantomeccanici. Moto traslatorio. Moto vibrazionale. Moto rotazionale.

Struttura atomica e molecolare

Struttura degli atomi idrogenoidi. Struttura degli atomi polielettronici. Gli spettri degli atomi complessi. Teoria del legame di valenza. Teoria dell'orbitale molecolare. Orbitali molecolari per sistemi poliatomici. Classificazione della simmetria delle molecole.

Spettroscopia molecolare

Caratteristiche generali. Spettri rotazionali. Vibrazioni delle molecole biatomiche. Vibrazioni delle molecole poliatomiche. Transizioni elettroniche. Stati elettronicamente eccitati. Spettroscopia fotoelettronica. La risonanza magnetica nucleare (NMR). Tecniche ad impulsi in NMR. La risonanza di spin elettronico.

Tecniche di diffrazione

Strutture cristalline. Diffrazione dei raggi X. Diffrazione di neutroni e elettroni.

Proprietà elettriche e magnetiche delle molecole

Momenti dipolari. Indice di rifrazione. Forze intermolecolari. Momento magnetico permanente. Momenti magnetici indotti.

Tesio consigliato

P.W. Atkins. Physical Chemistry. Oxford University Press. V Edizione; Oxford 1994.

10A. CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE (F12010)

PROF. MICHELE GULLOTTI

Metodi Elettrochimici

Aspetti generali dei metodi elettrochimici.

- a) Potenzimetria: Equazione di Nernst. Elettrodi di riferimento e misura. Elettrodi ionoselettivi. Titolazioni potenziometriche. Strumentazione.
- b) Conduttimetria: Teoria. Titolazioni conduttimetriche. Strumentazione.
- c) Polarografia e Voltammetria ciclica: Introduzione e basi teoriche. Metodi polarografici quali e quantitativi. Strumentazione.

Metodi Spettroscopici

Introduzione. Applicazione della teoria quantistica alla spettroscopia. Strumentazione.

- a) Spettroscopia Atomica e di Emissione: Principi e teoria. Processi di atomizzazione. Sorgenti di radiazione. Applicazioni analitiche quali e quantitative.
- b) Spettroscopia di assorbimento W-VIS: Assorbimento molecolare della radiazione. Spettri elettronici. Effetto della struttura sull'assorbimento. Regole di selezione. Intensità delle transizioni elettroniche. Studio di cromofori. Applicazioni spettrofotometriche. Apparecchiature e strumenti. Analisi quantitativa.
- c) Spettroscopia Infrarossa e Raman: Teoria e fondamenti. Legami molecolari e struttura molecolare. Spettri vibrazionali. Regole di selezione e intensità delle transizioni vibrazionali. Sistemi di campionamento. Strumentazione e analisi quantitativa. Interpretazione degli spettri infrarossi.
- d) Fluorescenza e Fosforescenza: Teoria. Strumentazione. Applicazioni.
- e) Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare (NMR): Proprietà magnetiche dei nuclei. Interpretazione classica e quantomeccanica della risonanza magnetica nucleare. Strumentazione. Spostamento chimico. Dipendenza dal tempo dei fenomeni NMR. Accoppiamento spin-spin. Applicazioni analitiche. Interpretazione degli spettri NMR di molecole organiche.
- f) Spettroscopia di Risonanza di Spin Elettronico (ESR): Introduzione. Condizioni di risonanza. Equilibrio termico e rilassamento di spin. Strumentazione. Applicazioni analitiche.

Spettrometria

Introduzione. Aspetti teorici. Il principio fisico del metodo. Strumentazione. Relazione tra struttura molecolare e frammentazione. Applicazioni analitiche.

Interpretazione di spettri di massa.

Cromatografia

Classificazione dei metodi cromatografici. Tecniche di separazione.

- a) Cromatografia liquido-solido: Tecniche di assorbimento. Cromatografia su colonna. Scambiatori ionici inorganici, organici e polimerici. Proprietà degli scambiatori. Applicazioni.
- b) Cromatografia liquido-liquido: Teoria della ripartizione. Cromatografia su colonna, su carta, su strato sottile. Cromatografia liquida sotto pressione HPLC. Applicazioni analitiche della cromatografia HPLC. Applicazioni analitiche della cromatografia HPLC.
- c) Gas-Cromatografia: Introduzione. Aspetti di equilibrio e meccanicistici. Termodinamica e cinetica della gas-cromatografia. Strumentazione. Rivelatori. Analisi quali e quantitative.

Testi consigliati

H.H. Bauer, G.D. Christin, J.E. O'Reilly, *Analisi strumentale*, Ed. Piccin; R. Ugo, *Analisi chimica Strumentale*, Ed. CEA; H.F. Willard, L.L. Merritt Jr., J.A. Dean, F.A. Settle Jr., *Instrumental Methods of Analysis*, Ed. International Thomson Organization; H.A. Strobel, W.R. Heineman, *Chemical Instrumentation: A Systematic Approach*, Textbook of Quantitative Chemical Analysis, Longman U.K.

10B. LABORATORIO DI CHIMICA ANALITICA STRUMENTALE A e B (F12010) PROF. MICHELE GULLOTTI

Metodologie Elettroanalitiche

- 1) Titolazione potenziometrica acido-base forte.
- 2) Titolazione potenziometrica di una miscela di acidi (forte e debole) con base forte.
- 3) Titolazione potenziometrica di ossido riduzione.
- 4) Titolazione potenziometrica di precipitazione.
- 5) Titolazione conduttimetrica di un acido debolissimo con base forte.
- 6) Determinazione polarografica quantitativa di un metallo in soluzione.

Metodologie spettroscopiche

- 1) Determinazione per assorbimento atomico di tracce di metalli in soluzione.
- 2) Applicazione della legge di Lambert-Beer ad una miscela di due componenti in soluzione.
- 3) Determinazione spettrofotometrica del pKa di un indicatore.
- 4) Determinazione quantitativa di una miscela di xileni per infrarosso.
- 5) Registrazione ed interpretazione di spettri NMR.
- 6) Registrazione ed interpretazione di spettri di massa.

Cromatografia

- 1) Determinazione e separazione di una miscela per HPLC.
- 2) Determinazione gas-cromatografica di una miscela di solventi.

11. CHIMICA BIOLOGICA (F12011)

DR.SSA RENATA ZIPPEL

Introduzione

Scopo e campi di studi della biochimica. La cellula come unità fondamentale dei processi chimici negli organismi viventi. Bioelementi e biomolecole. Ruolo dell'acqua nei processi biologici.

Aspetti termodinamici dei processi biologici

Composti ad alto contenuto energetico. ATP ed composti ad alto potenziale di trasferimento di gruppo.

Acidi nucleici

Struttura dei diversi tipi di DNA e livelli di organizzazione strutturale. I diversi tipi di RNA

Proteine

Livelli di organizzazione strutturale delle proteine; struttura primaria, secondaria terziaria e quaternaria. Fattori determinanti la struttura secondaria e terziaria delle proteine. Evoluzione e finzione delle proteine. Alcuni esempi di proteine: collagene, mioglobina, emoglobina, immunoglobuline.

Membrane biologiche

Struttura e funzione. Cenni sul trasporto di membrana.

Enzimi

Struttura e classificazione degli enzimi. Coenzimi e cofattori. Cinetica enzimatica. Inibizione, enzimatica. Regolazione dell'attività enzimatica: allosteria e modificazioni covalenti. Sistemi di controllo dell'induzione e degradazione degli enzimi. Esempi di proteine catalitiche: serinproteasi, triosoisomerasi, ribozimi anticorpi catalitici.

Metabolismo

Aspetti generali e metodi di studio

Metabolismo dei carboidrati

Glicolisi e fermentazione alcolica. Regolazione della glicolisi. Processi ossidativi: ossidazione del piruvato, ciclo dell'acido citrico -vie anaplerotiche, ciclo del glicolato. Metabolismo dei pentosi fosfati. Gluconeogenesi. Sintesi e degradazione del glicogeno. Cicli futili. Regolazione ormonale, della glicolisi e del metabolismo del glicogeno.

Ossidazioni biologiche

Catena respiratoria: trasporto degli elettroni e fosforilazione ossidativa. L'ossigeno quale substrato di altre reazioni metaboliche.

Metabolismo dei lipidi

Ossidazione degli acidi grassi. Metabolismo dei corpi chetonici. Biosintesi degli acidi grassi. Regolazione del metabolismo degli acidi grassi. Cenni sul metabolismo del colesterolo e dei fosfolipidi.

Metabolismo degli ammino acidi

Deaminazione degli ammino acidi e ciclo dell'urea. Aspetti della biosintesi degli ammino acidi.

Integrazione e controllo dei processi metabolici

Regolazione ormonale del metabolismo energetico, risposte agli stress metabolici.

Flusso dell'informazione

Processi di replicazione del DNA. Processi di trascrizione: sintesi dell'rRNA messaggero. Meccanismi di regolazione della trascrizione. Sintesi dell'rRNA e tRNA.

Sintesi delle proteine

Il codice genetico. Il processo di traduzione. Meccanismi di inibizione e regolazione del processo di traduzione. Modificazioni post-traduzionali.

Testi consigliati

Mathews, K.E. Van Holde, *Biochimica*, 1990 Casa editrice Ambrosiana, Milano.

Lehninger A. Nelson D.L. Cox M.M. *Principi di Biochimica*, 1993 Zanichelli, Bologna

D.Voet J.G.Voet, *Biochimica*, 1993 Zanichelli, Bologna.

12A. CHIMICA FISICA (2° corso) (F12012)

PROF. PAOLO CARNITI

Primo e secondo principio della termodinamica

Sistemi termodinamici. Variabili termodinamiche. Temperatura. Lavoro. Energia interna e primo principio della termodinamica. Calore. Formulazione del primo principio per un processo infinitesimo. Processi naturali e reversibili. Secondo principio della termodinamica. Entropia. Equazione fondamentale per un sistema chiuso. Processi spontanei come processi di mescolamento. Interpretazione dell'entropia a livello molecolare.

Funzioni ausiliarie e condizioni di equilibrio

Le funzioni I, A e G. Proprietà dell'entalpia. Proprietà dell'energia libera di Helmholtz. Proprietà dell'energia libera di Gibbs. Equazioni fondamentali per un sistema chiuso in funzione di H, A e G. Potenziale chimico. Criteri di equi-

librio in funzione di proprietà estensive. Criteri di equilibrio in funzione di proprietà intensive. Relazioni matematiche fra le varie funzioni di stato. Grandezze termodinamiche misurabili. Calcolo delle variazioni delle funzioni termodinamiche entro intervalli finiti di temperatura e di pressione. Grandezze molari e grandezze parziali molari. Calcolo delle grandezze parziali molari da dati sperimentali.

Termodinamica dei gas

Gas perfetto. Miscela gassosa perfetta. Gas reali. Equazioni di stato per i gas reali. Equazioni di Van der Waals. Equazione dei viriali. Principio degli stati corrispondenti. Fattore di comprimibilità. Effetto Joule-Thomson. Fugacità di un gas reale puro. Fugacità in una miscela di gas reali. Regola di Lewis e Randall.

Equilibrio di reazione in fase gassosa

Stechiometria delle reazioni chimiche. Costante di equilibrio per una reazione in fase gassosa. Dipendenza della costante di equilibrio dalla temperatura. Energie Libere ed entalpie di formazione dagli elementi. Determinazione delle entalpie di formazione. Calori di combustione. Numero delle reazioni indipendenti. Condizioni di equilibrio per più reazioni indipendenti.

Regola delle fasi

La regola delle fasi per componenti che non reagiscono. La regola delle fasi per componenti che reagiscono. Vincoli addizionali. Diagrammi di stato. Esempi di applicazione della regola delle fasi.

Equilibri di fase nei sistemi a un componente

Equazione di fase nei sistemi a un componente. Integrazioni dell'equazione di Clausius-Clapeyron. Effetto di un secondo gas sulla tensione di vapore di un liquido o di un solido.

Proprietà generali delle soluzioni e equazioni di Gibbs-Duhem

Equazione di Gibbs-Duhem. Relazioni fra pressione e temperatura. Relazione tra tensione di vapore parziale e composizione. Curve empiriche di tensione di vapore parziale per soluzioni binarie. Equazione di Gibbs-Duhem in relazione alle leggi di Raoult e di Henry.

Soluzioni ideali

Definizione di soluzione ideale. Leggi di Raoult e di Henry. Fase vapore imperfetta. Proprietà di mescolamento delle soluzioni ideali. Dipendenza degli equilibri liquido-vapore della temperatura e della pressione. Legge di Nernst. Equilibrio fra una soluzione ideale e un solido puro. Abbassamento crioscopico e innalzamento ebullioscopico. Solubilità ideale dei gas e dei solidi nei liquidi.

Soluzioni non ideali

Coefficienti di attività. Convenzioni per i coefficienti di attività nella scala delle frazioni molari. Il coefficiente di attività in relazione alle leggi di Raoult e

di Henry. Uso delle scale delle molalità e della molarità. Convenzione per i coefficienti di attività nella scala della molalità. Effetto della temperatura e della pressione sui coefficienti di attività. Determinazione dei coefficienti di attività. L'equazione di Gibbs-Duhem per i coefficienti di attività. Funzioni d'eccesso. Equazioni di Van Laar, di Margules, di Redlich e Kister, di Wohl. Energia libera di eccesso e miscibilità parziale.

Equilibri di reazione in soluzione

Energia libera di formazione in soluzione. Costanti di equilibrio in soluzione. Loro dipendenza della temperatura e della pressione. Rapporto tra le costanti di equilibrio in fase gassosa e in soluzione.

Terzo principio della termodinamica

Formulazione del terzo principio. Verifiche e applicazioni.

Risoluzione di problemi di termodinamica

Testi di consultazione

K. Denbigh, I principi dell'equilibrio chimico, Casa Editrice Ambrosiana, Milano 1971; J.M. Prausnitz, R.N. Lichtenthaler, E. Gomes de Azevedo, Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase Equilibria, II ed., Prentice-Hall, Englewood Cliffs, 1986; R.C. Reid, J.M. Prausnitz, B.E. Poling, The Properties of Gases and Liquids, IV ed., McGraw-Hill, New York, 1988.

12B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA (F12012) PROF. PIERLUIGI BELTRAME - DR.SSA ELENA SELLI

Il corso avrà carattere sperimentale e sarà essenzialmente dedicato ai seguenti argomenti di cinetica chimica:
Velocità di reazione. Equazione cinetica. Costante di velocità. Ordine di reazione parziale o globale. Ordine apparente di reazione. Ordine e molecolarità di reazione. Equazioni cinetiche integrate: reazioni dirette del primo ordine, reazioni dirette del secondo ordine del tipo $2A \rightarrow P$, $A \rightarrow B \rightarrow P$ ($A^\circ = B^\circ$), $A + B \rightarrow P$ ($A^\circ = B^\circ$), $aA + bB \rightarrow P$, reazioni dirette di ordine 0, 1/2, n.
Equazioni cinetiche integrate in funzione del grado di avanzamento della reazione. Tempo di dimezzamento.
Studi cinetici mediante misure di grandezze proporzionali alla concentrazione. Determinazione dell'ordine di reazione. Reazioni parallele. Reazioni opposte. Reazioni consecutive. Ipotesi dello stato intermedio stazionario.
Reazioni continue: reattore continuo tubolare, reattore a completo mescolamento. Tempo di residenza.
Dipendenza della costante di velocità di reazione dalla temperatura.
Equazione di Arrhenius. Fattore preesponenziale ed energia di attivazione.

Teoria delle collisioni.

Equazione di Eyring. Entropia, entalpia ed energia libera di attivazione. Teoria dello stato di transizione.

Catalisi omogenea. Catalisi acido-basica. Cenni di catalisi eterogenea.

Catalisi enzimatica: campi ottimali di attività enzimatica, equazione di Michaelis-Menten, K_m , V_{max} , derivazione dell'equazione di Michaelis-Menten secondo Briggs e Haldane, metodo di Lineweaver-Burk per la determinazione dei parametri K_m e V_{max} , inibizione da substrato, inibizione da prodotti (competitiva, non competitiva e anticompensiva).

Esperimenti pratici

Ossidazione di composti carbonilici ed equilibri chetoenolici (spettrofotometria).

Idrolisi di esteri in ambiente alcalino (conduttimetria) ed acido (titolazione diretta).

Testi di consultazione

P.W. Atkins, Physical Chemistry, Oxford University Press, Oxford, 1986; G.M. Barrow, Chimica fisica, Zanichelli, Bologna, 1976; J.W. Moore, Chimica fisica, Piccin, Padova, 1979; J.W. Moore, R.G. Pearson, Kinetics and Mechanism, Wiley, New York, 1981; K.J. Laidler, P.S. Bunting, The Chemical Kinetics of Enzyme Action, Oxford University Press, Oxford, 1973.

13A. CHIMICA ORGANICA (2° corso) (F12013) PROF. STEFANO MAIORANA

Sistemi aromatici carbociclici

1. Considerazioni generali sui composti aromatici
2. Proprietà chimico-fisiche dei sistemi aromatici
3. Elementi della teoria degli orbitali molecolari
4. Significati dell'energia di risonanza
5. Aromaticità dei sistemi non benzenoidi. Regola di Huckel

Reazioni dei sistemi benzenoidi

1. Sostituzioni elettrofile
2. Sostituzioni nucleofile
3. Sostituzioni elettrofile e nucleofile sull'anello del naftalene
4. Sostituzioni radicaliche
5. Correlazioni quantitative tra struttura e reattività

Areni

1. Proprietà fisiche, fonti industriali
2. Metodi di ottenimento e comportamento chimico

Alogeno derivati

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Alogenuri arilici di particolare interesse

Alogenuri arilalifaici

1. Comportamento chimico e metodi di preparazione

Nitroderivati aromatici

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Nitroderivati aromatici di particolare interesse

Ammine aromatiche

1. Proprietà fisiche, basicità e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Ammine aromatiche di particolare interesse
4. Ammine arilalifaiche

Diazocomposti aromatici, sali di diazonio e loro derivati

1. Metodi di ottenimento dei sali di diazonio
2. Strutturali dei sali di diazonio
3. Comportamento chimico dei sali di diazonio
4. Reazione di arilazione
5. Riduzione

Derivati aromatici con funzioni nitroso-, idrossilammino-, idrazo-, azo-, azosi

Fenoli

1. Proprietà fisiche, acidità e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Fenoli di particolare interesse

Aldeidi aromatiche

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Aldeidi aromatiche di particolare interesse

Chetoni aromatici

1. Proprietà fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Chetoni aromatici di particolare interesse

Acidi arilcarbossilici

1. Acidi arilcarbossilici
2. Acidi arilalifatici

Chinoni

1. Proprietà chimico-fisiche e comportamento chimico
2. Metodi di preparazione
3. Chinoni di particolare interesse

Derivati organici solforati: acidi arisolfonici, acidi solfonici, acidi solfenici, solfuri, solfossidi e solfoni, ticfenoli

Parte eterociclica

Generalità, classificazioni, nomenclatura

Eteroaromaticità

1. Estensione di concetto di aromaticità agli eterocicli
2. Densità elettronica e ordine di legame
3. Densità di carica e ordine di legame

Basicità, acidità e tautomeria nei sistemi eterociclici azotati

1. Sistemi eterociclici con carenza elettronica
2. Sistemi eterociclici con eccedenza elettronica

Comportamento chimico e reattività nei sistemi eterociclici

1. Sostituzioni elettrofile
2. Sostituzioni nucleofile
3. Reazioni specifiche di gruppi funzionali nella serie eterociclica

Considerazioni generali sul modo di formazione dei sistemi eterociclici

Reazioni di apertura dagli anelli eterociclici

Azine: piridina e benzoderivati. Piridina N-ossido, Diazine

- Sintesi
- Reattività e selettività nei riguardi di reagenti elettrofilici e nucleofili
- Eventuale reattività specifica nei gruppi funzionali (metile, ammino, mercapto, ossidrilico, alogeno, ecc.)

Anelli eterociclici a 5 atomi contenenti un eteroatomo

- Pirrolo e benzoderivati. Furano e benzoderivati
- Tiofene e tionaftene

Anelli eterociclici contenenti due eteroatomi

- Sintesi
- Reattività e selettività nei riguardi di reagenti elettrofilici e nucleofili
- Eventuale reattività specifica nei gruppi funzionali (metile, ammino, mercapto, ossidrilico, alogeno, ecc.)

Imidazolo, Pirazolo, Isossazolo, Tiazolo e benzotiazolo

- Sintesi
- Reattività e selettività nei riguardi di reagenti elettrofili e nucleofili
- Eventuale reattività specifica nei gruppi funzionali (metile, ammino, mercapto, ossidrilico, alogeno, ecc.)

Testi consigliati

J. March, *Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure*, ed. McGraw-Hill Book Company; Karizky, Lagowski, *Principi di Chimica Eterociclica*, ed. Ambrosiana; A. Liberles, *Introduction to Molecular-Orbital Theory*, ed. Holt, Rinehart and Winston, Inc.; K.P.V. Vollhardt, *Chimica Organica*, ed Zanichelli, Bologna 1990.

13B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA (2° corso) (F12013) PROF.SSA EMANUELA LICANDRO

Il corso è semestrale e si articola in lezioni teoriche ed esercitazioni di laboratorio (75 ore).

Lezioni teoriche

Verranno ripresi ed approfonditi concetti e reazioni trattati nel corso di Chimica Organica (2° corso), con particolare riguardo a reazioni che saranno oggetto di esercitazioni di laboratorio.

L'impostazione del corso privilegerà gli aspetti sintetici della chimica dei composti aromatici ed eterociclici. La scelta degli esperimenti e condizioni di reazione verrà fatta tenendo anche in considerazione i problemi di tossicità ed inquinamento correlati ai prodotti usati.

Esercitazioni di laboratorio

Esecuzione individuale di sintesi a uno stadio o a più stadi con caratterizzazione anche spettroscopica del prodotto finale.

- Sostituzione elettrofila aromatica: acilazione di Friedel-Crafts, nitratura
- Ossidazione della catena laterale di alchilbenzeni
- Sintesi di cloruro di un acido carbossilico aromatico e suo utilizzo nella preparazione di un'ammina di interesse biologico
- Riduzione enzimatica di un'aldeide aromatica
- Risoluzione di un composto negli antipodi ottici attraverso la separazione dei sali diastereoisomerici
- Sostituzione nucleofila aromatica
- Reazioni dei sali di diazonio di ammine aromatiche: sintesi del metilarancio
- Sintesi dei composti eterociclici: sintesi di Hantzsch di piridine e diidropiridine (composti ad attività calcio-antagonista ed antiipertensiva); sintesi di un anello chinolinico di interesse farmacologico.

Testi consigliati

J.S. Nimitz, *Experiments in Organic Chemistry*, Prentice-Hall, 1991; B.S. Firniss, A.J. Hannaford, P.W.G. Smith, A.R. Tatchel, *Vogel's Textbook of Practical Organic Chemistry*, 5^a ed. Logman Scientific & Technical, 1989.

14. CHIMICA FISICA INDUSTRIALE (F12014)

PROF. LUCIO FORNI

a) Fenomeni di trasporto e applicazioni

Fenomeni di trasporto

Trasporto molecolare e diffusione. Forze intermolecolari. Teoria cinetica dei processi di trasporto nei gas. Processi di trasporto nei liquidi.

Trasferimento di quantità di moto

Proprietà fisiche dei fluidi e loro misura. Processi fluenti stazionari. Equazione del bilancio energetico. Equazioni del moto dei fluidi, di continuità, di Navier-Stokes, di Eulero, di Bernoulli. Dissipazione dell'energia. Moto dei fluidi nei condotti, equazione nel bilancio meccanico, analisi dimensionale, resistenza al moto, equazione di Fanning. Moto laminare. Moto turbolento. Misure relative al moto dei fluidi. Ugelli. Moto isoterma di gas viscoso. Moto dei fluidi attraverso masse porose, equazioni di Blake-Kozeny, di Burke-Plummer, di Ergun. Filtrazione. Moto di solidi attraverso fluidi. Classificazione idraulica. Fluidizzazione. Pompe per industria chimica. Compressione dei gas. Compressori.

Trasferimento di calore

Conduzione stazionaria. Conduzione non stazionaria. Trasmissione di calore nei fluidi, coefficienti limitari e loro valutazione. Scambiatori di calore. Evaporazione. evaporatori. Proprietà termodinamiche del vapore d'acqua. Irraggiamento. Trasmissione di energia radiante fra varie superfici, irraggiamento di gas e vapori.

Trasferimento di massa

Diffusione, leggi di Fick. Equazioni di continuità. Diffusione stazionaria. Diffusione non stazionaria. Coefficienti di trasferimento di massa e loro determinazione.

Trasferimento simultaneo di massa e calore. Trasferimento di massa fra due fasi fluide a contatto, teoria del doppio film, della penetrazione, del film-penetrazione. Trasferimento di massa con reazioni chimiche. Trasferimento di massa e calore all'interno di masse solide porose. Psicrometria, misure di umidità. Condizionamento dell'aria. Raffreddamento dell'acqua.

b) Catalisi, aspetti applicativi

Definizioni. Adsorbimento. Cinetica delle reazioni catalitiche. Preparazione e caratterizzazione di un catalizzatore. Regimi di reazione e limitazioni diffusive. Reattori da laboratorio e loro accessori.

Nota

Le lezioni teoriche sono alternate ad esercitazioni numeriche. L'esame di pro-

fitto consiste in uno scritto, costituito da problemi inerenti gli argomenti trattati, seguito da un orale.

Libri consigliati

L. Forni, Fenomeni di trasporto, Cortina, Milano, 1994; L. Forni, Introduzione alla catalisi, Cusi, Milano, 1993; R.B. Bird, W.E. Steward, E.N. Lightfoot, Transport Phenomena, Wiley, London, 1950; C.O. Bennett, J.E. Meyers, Momentum, heat and mass transfer, McGraw-Hill, New York, 1962.

15A. CHIMICA INDUSTRIALE I (F12015) PROF. GIUSEPPE FAITA

- Esame di flow sheet quantificato di un impianto chimico (in alternativa: sintesi ammoniacale, sintesi urea e acido nitrico, produzione acido solforico e acido fosforico)
- Principi di corrosione (corrosione generalizzata, corrosione localizzata, tenso-corrosione)
- Leghe di uso industriale, tipi
- Trattamenti termici delle leghe ferrose
- Materiali di costruzione per fornaci petrolchimiche
- Ciclo vapore negli impianti petrolchimici: trattamento delle acque di alimentazione e materiali di costruzione per caldaie di processo
- Trattamento delle acque di raffreddamento
- Materiali di costruzione per unità di assorbimento di anidride carbonica
- Materiali di costruzione per sezioni fredde
- Metodi di controllo qualità in accettazione e di controllo non distruttivo
- Ispezione degli impianti chimici in esercizio e manutenzione.

15B. LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE I (F12015) PROF. GIUSEPPE DI SILVESTRO

Il programma del corso prevede i seguenti argomenti: metodi termici, ottimizzazione e sicurezza di processi, incidenti in processi industriali ed esempi di processi industriali di polimerizzazione.

Metodi termici

Principi di funzionamento degli strumenti di analisi termica differenziale, termogravimetria, termomeccanica e termooptica; accoppiamento con metodi di analisi cromatografica e spettroscopica.

Applicazioni dei metodi termici

Funzioni termodinamiche delle transizioni di fase osservate; transizioni del I, II e III ordine.

Esempi di applicazioni in chimica organica e farmaceutica

Determinazione dei parametri termici di prodotti puri. Polimorfismo mono ed enantiotropico. Diagrammi di stato tra due componenti; analisi termodinamica dei diagrammi di stato in fase condensata in presenza ed in assenza di addotti cristallini. Proiezione P/T in presenza di componenti volatili. Diagramma di stato di miscele di enantiomeri.

Determinazione della purezza di un prodotto mediante DSC.

Stabilità di prodotti; valutazione della instabilità di prodotti puri e di miscele di reazione. Parametri cinetici da misure calorimetriche.

Esempi di applicazione a materiali polimerici organici.

Cenni sui parametri molecolari delle macromolecole e dei metodi per determinarli. Struttura e microstruttura di un polimero.

Transizione vetrosa e fusione di un polimero; fattori che influenzano i valori delle grandezze misurate. Relazione tra transizione vetrosa e/o fusione di un materiale polimerico e processi di trasformazione del materiale. Stabilità e degradabilità di polimeri.

Ottimizzazione e sicurezza di processi chimici

Uso dei metodi microcalorimetrici (DSC, TGA, EGA, ARC ecc.) e della calorimetria di reazione. Bilancio di materia e di energia nella ottimizzazione del processo e nello studio della sicurezza.

Discussione di incidenti in processi industriali

Vengono scelti e discussi casi di incidenti di processo; la discussione tiene conto del chimismo coinvolto e dei metodi atti alla prevenzione degli incidenti.

Processi Industriali di polimerizzazione

Vengono illustrati alcuni processi di polimerizzazione scegliendo in base al monomero (stirene, olefine, dieni, acrilati ecc.) al chimismo (reazione radicalica, ionica o coordinata) ed alle condizioni di polimerizzazione (massa, soluzione, sospensione, emulsione ecc.).

16A. PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI I (F21016)

PROF. VITTORIO RAGAINI

Introduzione al corso

Gli Impianti Chimici in generale. Impostazione del corso per i Chimici Industriali. Rapporto con corsi affini (Chimica Fisica, Industriale, Processi e Impianti Industriali Chimici II).

Il problema della reperibilità dei dati. Testi consigliati per il corso e per consultazione generale.

Termodinamica applicata

Equazione di Gibbs-Duhem. Criteri per l'equilibrio di sistemi a più fasi e più componenti. Tensione di vapore e calore di evaporazione: equazione relative. Calcolo della fugacità per un gas puro e in miscela. Equilibrio liquido-Vapore (ELV). Criteri di equilibrio in termini di fugacità. variazione dei coefficienti di attività e fugacità con la temperatura. Fugacità di un liquido in equilibrio con un vapore. Relazioni di equilibrio. Tipi di diagrammi per l'ELV: sistemi binari e ternari. Metodi sperimentali per lo studio dell'ELV. Consistenza termodinamica locale e generale. Le funzioni di eccesso. Modelli generali per il calcolo dei coefficienti di attività in fase liquida per soluzioni binarie e a più componenti (Wohl, Wilson, NRTL, UNIFAC). Previsione dell'ELV in condizioni reali per sistemi a più componenti; schemi a blocchi per i programmi automatici di calcolo. Valutazione dei parametri delle equazioni per il calcolo dei coefficienti di attività. Solubilità dei gas nei liquidi. Stabilità di una miscela liquida rispetto allo smiscelamento: curve binodali e spinodali. Termodinamica dell'equilibrio liquido-liquido (ELL). Diagrammi binari e ternari per l'ELL; tie-lines. Correlazione per la determinazione delle rette coniugate (tie-lines) e del plait point.

Assorbimento dei gas

Introduzione. Bilancio materiale di una colonna di assorbimento (CA). Bilancio entalpico di una CA. Condizioni limite di assorbimento: assorbimento e desorbimento (stripping). Altezza del riempimento di una CA. L'unità di trasferimento di massa. Calcolo dei coefficienti di trasferimento di massa per colonna a riempimento. Colonne a piatti per l'assorbimento: calcolo del numero dei piatti. Efficienza dei piatti. Sezione di una colonna a piatti. Condizioni di ingorgo per torri a riempimento.

La distillazione

Introduzione e definizioni. Distillazione continua ad uno stadio (flasch). Distillazione continua a stadi (rettifica). Bilancio materiale e termico di una colonna di rettifica. Calcolo del numero di stadi per una colonna di rettifica per sistemi a due componenti (metodi di Ponchon-Savarit e Mac-Cabe-Thiele; metodi analitici; correlazioni empiriche). Rapporto di riflusso, minimo, massimo, ottimo. Calcolo del calore da fornire in caldaia e da sottrarre al condensatore in una colonna di rettifica. Condensazione parziale e totale. Distillazione di sistemi a più componenti: calcolo del numero di stadi per una colonna di rettifica (metodi dei componenti chiave; di Lewis-Matheson; della matrice triagonale). Efficienza dei piatti. Colonne di rettifica e riempimento. Distillazione estrattiva e azeotropica. Distillazione continua. Rettifica discontinua. Distillazione molecolare.

Estrazione liquido-liquido

Introduzione. Predizione dell'equilibrio liquido-liquido e scelta del solvente.

Operazioni estrattive. Cinetica del processo di trasferimento di massa tra le fasi liquide. Estrazione a stadi, metodi di calcolo: a) estrazione con solvente immiscibile (a singolo a più stadi, n equi e in controcorrente); b) estrazione con solvente parzialmente miscibile (a singolo o a più stadi, in equi e controcorrente, a singola o doppia alimentazione). Efficienza degli stadi di estrazione. Estrazione a contatto continuo. Potenza degli agitatori.

16B. LABORATORIO DI PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI (F12016)

PROF. VITTORIO RAGAINI

Termodinamica applicata

Esperienza per ricavare dati di equilibrio liquido-vapore (ELV), valutazione della consistenza termodinamica di questi dati. Riproduzione dei dati di ELV con modelli differenti per quanto riguarda il calcolo dei coefficienti di attività.

Assorbimento/Deassorbimento di gas

Esperienze su colonna con diversi tipi di corpi di riempimento. Calcolo delle efficienze dei diversi tipi di riempimento. Perdite di carico della colonna con diversi riempimenti. Valutazione sperimentale delle condizioni di ingorgo.

Distillazione e Rettifica

Esperienza su miscele binarie e ternarie su colonna a piatti, operanti in diverse condizioni, al fine di valutare l'influenza di vari parametri e situazioni (rapporto di riflusso, condizione termica dell'alimentazione, posizione dell'alimentazione). Bilanci termici su condensatore di testa e sul ribollitore di coda. Valutazione dell'efficienza dei piatti.

Estrazione liquido-liquido (ELL)

Esperienze su estrattore a uno o a più stadi al fine di selezionare il solvente e le condizioni operative migliori per alcune estrazioni con solvente parzialmente o totalmente immiscibile. Interpretazione dei risultati con alcuni modelli per il calcolo dei coefficienti di attività.

17A. CHIMICA INORGANICA (F12017)

PROF. RENATO UGO

- 1) Correlazione tra struttura elettronica degli atomi secondo Slater, variazione dei livelli elettronici e proprietà degli elementi: la Tavola Periodica. Variazione periodica di energia di ionizzazione, affinità elettronica e inflessione dell'elettronegatività. I concetti di elettronegatività e di polarizzabilità. Binding energies e variazione delle energie di coesione e di legame nel sistema periodico.

Distribuzione periodica di metalli, isolanti e semiconduttori, di non metalli a carattere molecolare. Caratteristiche periodiche dei legami elemento-idrogeno, elemento-alogeni e elemento-elemento.

Caratteristiche periodiche dei metalli (elettropositivi, mediamente elettropositivi e infine nobili) e correlazione con elettronegatività dei metalli stessi.

Periodicità nella preparazione degli elementi e nei processi metallurgici.

- 2) Le caratteristiche dei solventi e le teorie generali degli acidi e delle basi. Le caratteristiche e proprietà in acqua degli ossiacidi, superacidi e super-basi in solventi non acquosi. L'interazione acido-base di Lewis e i concetti di acceptor e conor numbers. Acidi e basi soft e hard; gli ioni metallici come centri acidi soft e hard; i solventi donatori come basi soft e hard.
- 3) I principi della chimica di coordinazione: numeri di coordinazione, natura del legame dativo, stereochimica, isomeria e chelazione. Le caratteristiche donatrici e accettrici dei leganti. Le costanti di stabilità e l'effetto chelante. Gli effetti della variazione della sfera di coordinazione sulle proprietà redox degli ioni metallici. Reazioni di sostituzione nei complessi esacoordinati e pianari quadrati, l'effetto trans. I processi di electron-transfer all'interno e all'esterno della sfera di coordinazione. Processi flussionali dei leganti nella sfera di coordinazione.
- 4) La chimica dei metalli alcalini e alcalino-terrosi: aspetti generali e industriali.
- 5) La chimica degli elementi di post-transizione inclusi Boro, Alluminio e i Gas Nobili., aspetti generali e industriali.
- 6) La chimica dei lantanidi e dei transuranici: aspetti generali.
- 7) La chimica degli ossidi, degli idrossidi e degli ossiacidi e degli ossianioni.
- 8) La chimica degli idruri semplici.
- 9) Il legame elemento-elemento e i composti inorganici a catena, a cicli e a grappoli. Esempi di allotropia.
- 10) Cenni alla chimica dei metalli di transizione: caratteristiche metalliche, forze di coesione, potenziali di ionizzazione. I differenti comportamenti generali degli elementi del primo periodo di transizione rispetto al secondo e al terzo (stabilità; stato di ossidazione, proprietà redox, caratteristiche dei metalli). Il passaggio dagli elementi con pochi elettroni d (caratteristiche meno metalliche, comportamento hard degli ioni) agli elementi con molti elettroni d (caratteristiche metalliche, comportamento soft degli ioni). Alti, medi e bassi stati di ossidazione: caratteristiche dei leganti che stabilizzano le tre diverse classi e dei meccanismi elettronici di interazione legante-metallo. Cenni al campo dei leganti e alle proprietà ottiche e magnetiche. Proprietà redox degli elementi del primo periodo di transizione e loro variazione al variare dei leganti. Proprietà redox degli ossiacidi, ossianioni e degli ossidi.

Testi consigliati

F. Chini "Complementi di Chimica Generale e Inorganica", Ed. Clued;
F.A. Cotton, G. Wilkinson, P.L. Gauss "Basic Inorganic Chemistry", 2nd Ed.
J. Wiley..

17B. LABORATORIO DI CHIMICA INORGANICA (F12017) PROF. PIERCARLO FANTUCCI

- 1) Il legame ionico. Strutture dei solidi ionici, energia reticolare, costanti di Madelung, correlazioni empiriche raggio/carica degli ioni e strutture.
- 2) Il legame covalente. Richiami di teoria MO-LCAO; orbitali localizzati (ibridazione); teoria VSEPR e strutture geometriche.
- 3) Il legame chimico nei solidi. Solidi covalenti, isolanti, semiconduttori e metalli.
- 4) Il legame di coordinazione. Strutture elettroniche dei metalli delle transizioni d. Configurazioni elettroniche e stati di valenza. Andamento dei potenziali di ionizzazione. Effetto del campo dei leganti; immissione delle degenerazioni in campi ottaedrici, tetraedrici e pianari quadrati. Struttura elettronica dei leganti; leganti puramente a donatori; leganti s-p. Forza del campo dei leganti. Complessi ad alto e basso spin. Proprietà magnetiche. Gli alogenuri come leganti; leganti all'ossigeno, all'azoto. Fosfine e fosfine sostituite; leganti insaturi al carbonio: CO, C₂H₂, C₂H₄. Esempi e strutture. I carbonili della prima serie di transizione: strutture e reattività.
- 5) Richiami di elettrochimica: ΔG, ΔE, stati di riferimento. La serie elettrochimica. Stabilità degli stati di ossidazione. Pile ed elettrolizzatori. Aspetti cinetici.
- 6) Esercitazioni di laboratorio. Preparazione, caratterizzazione e saggi di reattività di composti di coordinazione di Cr, Mn, Fe e Mo.

18. PROVA DELLA CONOSCENZA DELLA LINGUA INGLESE (F12066)

PROFF. LANDINI, FIOLE, GRASSI, MAZZA, PIZZOTTI, P. MUSSINI

Non si tratta di un corso ma di una prova pratica che si conclude, in caso positivo, con un giudizio (approvato) e non un voto.

Il superamento di questo esame è necessario per poter sostenere alla fine degli studi l'esame di laurea: infatti il Nuovo Ordinamento prevede che per laurearsi lo studente debba aver superato almeno 24 esami e la prova di conoscenza della Lingua Inglese.

18A. CHIMICA INDUSTRIALE II (F12018)
PROF. FERNANDO MONTANARI

1. Situazione attuale dell'industria chimica italiana. Confronto con gli altri paesi industrializzati. Il futuro della chimica
2. Fonti di energia e materie prime per l'industria chimica: carbone, gas naturale, petrolio
3. Estrazione e lavorazione del petrolio. Cracking termico: meccanismo, processi. Vitreaking. Coking. Steamcracking. Produzione di olefine. Hydrocracking. Cracking catalitico (meccanismo, catalizzatori, processi). Reforming catalitico. Alchilazione. Polimerizzazione. Purificazione e desolfurazione degli idrocarburi. Hydrotreating.
4. Gas di sintesi. Produzione di CO e di H₂. Conversione a idrocarburi: processo SASOL Fischer-Tropsch, processo Mobil
5. Unità C1: metanolo, formaldeide, ac. cianidrico
6. Etilene. Propilene. Buteni. Butadiene. Isoprene. Ciclopentadiene. Olefine superiori. Processi di metatesi
7. Acetilene: produzione, applicazioni. Confronto con la chimica dell'etilene
8. Idroformilazione: meccanismo, catalizzatori, processi. Processi di carbonilazione e di carbossilazione
9. Prodotti di ossidazione dell'etilene: ossido di etilene, glicole etilenico, polietilenglicol, glicole carbonato. Dimetil carbonato. Acetaldeide: il processo Wacker-Hochst; acetaldeide da etanolo e da alcani. Acido acetico da acetaldeide e da metanolo. Anidride acetica
10. Etanolo. Isopropanolo. Butanoli. Alcoli superiori. Dioli e polioli. Alogenuri, esteri ed eteri vinilici
11. Intermedi per poliammidi. Ac. adipico esametilendiamina. Altri ac. dicarbossilici e diammine. Caprolattame. Lauril lattame
12. Prodotti di ossidazione del propilene: ossido di propilene, acetone, acidi ed esteri acrilici e metacrilici. Processi di ammoossidazione
13. Sintesi industriali di ammino-acidi
14. Idrocarburi clorurati
15. Idrocarburi aromatici. Produzione da carbone e da petrolio. Processi di dealchilazione, isomerizzazione, disproporzionamento. Benzene. Toluene. Xileni. Naftalene. Antracene
16. Derivati dal benzene. Etil benzene, stirene, cumene, alchil benzeni, cicloesano, fenolo, anidride maleica, diisocianati
17. Derivati degli xileni e del naftalene: anidride ftalica, esteri ftalici, ac. tereftalico
18. Derivati dell'antracene: antrachinone. Produzione di H₂O₂
19. Eterociclici aromatici di importanza industriale: piridine, triazine
20. Fluoro composti organici. Il legame C-F. Metodi di sintesi di fluoro-composti organici. Processi industriali. Fluoroclorocarburi, proprietà, strutture alternative. Poli-tetrafluoroetilene. Perfluoropolietilene. Composti fluorurati biologicamente attivi. Sangue artificiale.

Testi consigliati

K. Weissermel, H.I. Arpe, Industrial Organic Chemistry, 2nd. Ed., VHC, Weinheim, 1993; Id., Chimica Organica Industriale (Traduz. italiana della I ed. tedesca, e aggiornamento ricavato dalla 2a ed. tedesca a cura di C. Botteghi, Piccin ed., Padova, 1981, 1991); J.W. Stadelhofer, Industrial Aromatic Chemistry, Springer-Verlag, Berlino, 1988; K.R. Payne, Chemicals from Coal: New Processes, Wiley, New York, 1987; C. Giavarini, A. Girelli, Tecnologia del Petrolio; Petrolchimica, Ed. Scientifiche Siderea, Roma, 1985, III ed.; L. Beti, M. Calatozzolo, R. Di Bartolo, Processi Petroliferi e Petrolchimici; Processi di alchilazione, Nitrazione Solfonazione, Alogenazione; Processi di carbonilazione, Ossidazione, Idrogenazione, Idratazione, Ed. D'Anna, Messina, Firenze, 1980.

18B. LABORATORIO DI CHIMICA INDUSTRIALE II (F12018)
PROF.SSA RITA ANNUNZIATA

Spettroscopia di Risonanza Magnetica Nucleare e di Spettrometria di Massa: loro impiego pratico per il monitoraggio di processi e per l'analisi di reagenti e di prodotti.

Il corso sarà articolato in 2 parti

1 parte. La spettroscopia di risonanza magnetica nucleare

Principi base della spettroscopia di RMN

Quantizzazione del momento angolare e sua correlazione col momento magnetico. Energia del nucleo in un campo magnetico e popolazione dei livelli energetici. La magnetizzazione macroscopica e le condizioni di risonanza.

Tecniche sperimentali e strumentazione

Descrizione classica dell'esperimento ad impulsi. Tempi di rilassamento. Esperimento di RMN in trasformata di Fourier. Gli spettrometri FT RMN.

Parametri spettrali

Lo spostamento chimico. L'accoppiamento spin-spin. Analisi spettrale e calcolo dei sistemi di spin superiori al primo ordine. Simulazione dello spettro e iterazione.

La RMN e la tavola periodica

Applicazione della RMN a nuclei diversi dall'idrogeno. Parametri spettrali. Esperimenti di doppia risonanza. Correlazione tra costante d'accoppiamento X-H, spostamento chimico ((greco)χ) e struttura chimica.

Esperimenti monodimensionali (1D) con sequenze d'impulsi complesse

SPIN ECHO, SPT, SPI, SEFT, INEPT, DEPT, INADEQUATE (ID). Effetto Overhauser (NOE). Spettroscopia dinamica (DNMR). Reagenti di spostamento.

La spettroscopia bidimensionale (2D)

L'esperimento NMR in due dimensioni. Spettroscopia di correlazione, J-Resolved e di scambio.

Testi consigliati

H. Friebolin, Basic one and two-dimensional NMR spectroscopy, VCH Publishers, New York; A.E. Derome, Modern NMR Techniques for Chemistry Research, Pergamon Press.

II Parte. La spettrometria di massa

Principi del metodo e strumentazione

Sistemi d'introduzione del campione. Le sorgenti. Gli analizzatori. I rivelatori. Il sistema di vuoto. Il registratore. Risoluzione e sensibilità. L'impiego del calcolatore in spettrometri di massa: l'acquisizione dei dati e l'elaborazione degli spettri. Identificazione di spettri per mezzo di biblioteche di spettri di riferimento.

Lo spettro di massa

Lo ione molecolare e principali tipi di ioni. Informazione deducibili da uno spettro di massa: picchi isotopici, massa molecolare.

La frammentazione

Fattori che influenzano la frammentazione degli ioni. Stabilità di uno ione. Tipi di frammenti. Frammentazioni a più centri.

La frammentazione nelle principali classi di sostanze organiche

Sistematica: idrocarburi, alcoli, fenoli, eteri, amine, aldeidi e chetoni, acidi e derivati.

Testi consigliati:

B. Gioia, R. Stradi, E. Rossi, Guida al corso di metodi fisici in chimica organica, Vol. II, Massa; Cusi, P.zza L. Da Vinci 32, Milano; F.W. McLafferty, Interpretation of Mass Spectra, 2^a ed., Benjamin Eds., London.

Sia per la spettroscopia di RMN che per la spettrometria di massa sono previste esercitazioni pratiche volte all'interpretazione di spettri e alla soluzione di problemi strutturali.

19. PROCESSI E IMPIANTI INDUSTRIALI CHIMICI II (F12019)
PROF. PAOLO BELTRAME

Cinetica applicata

Richiami di cinetica chimica. Reazioni a stadi. Catalisi acido-basica. Autocatalisi. Catalisi enzimatica. Catalisi eterogenea.

Adsorbimento fisico e chimico. Modelli cinetici per le reazioni catalitiche. Limitazioni diffusive, efficacia dei catalizzatori.

Reazioni tra gas e solidi non catalitici. Reazioni tra gas e liquidi. Reazioni in sistemi trifasici gas-liquido-solido.

Processi e reattori chimici

Schemi di processo. Simboli e sigle. Schemi di regolazione. Bilanci di massa e di energia.

Reattori discontinui. Reattori semicontinui. Reattori continui tubolari ideali. Reattori continui a completo mescolamento. Conversione e selettività nei diversi reattori. Effetti termici. Reattori continui non-ideali. Distribuzione dei tempi di residenza nei reattori continui. Modelli di reattori continui a mescolamento parziale. Reattori per reazioni gas+liquido. Reattori trifasici. Reattori per reazioni gas+solido.

Programmi di calcolo semplificati per la simulazione di reattori continui e discontinui, termici e catalitici, ideali e non-ideali: esercitazioni al Personal Computer (in gruppi di 3-4 studenti).

Impianto pilota, impianto industriale: passaggi di scala. La sicurezza nei processi chimici.

Testi consigliati

C. Levenspiel, Chemical Reaction Engineering, Wiley, New York, 1972.

L.M. Rose, Chemical Reactor Design in Practice, Elsevier, Amsterdam, 1981.

20A. CHIMICA FISICA DEI MATERIALI (F12020)

PROF. CLAUDIO M. MARI

La termodinamica dei processi irreversibili

- Introduzione (equilibrio dinamico, campi di linearità dei processi di trasporto, il concetto dei componenti)
- La produzione di entropia nei processi irreversibili (produzione di entropia in un sistema adiabatico discontinuo, trasferimento di un solo calore nei solidi, trasferimento di calore e materia nei solidi, trasferimento di calore materia e cariche elettriche nei solidi, produzione di entropia in un sistema adiabatico continuo)
- Le equazioni di flusso (le equazioni di flusso e i coefficienti fenomenologici, le relazioni di Onsager e le equazioni di flusso approssimate per sistemi in stato stazionario)
- Applicazioni (processi di trasporti, effetto Soret e potere termoelettrico nei materiali)

Diagrammi di fase

- Introduzione (tipi di diagrammi di fase)

- b) Sistemi ad un componente
 - c) Sistemi a due componenti (soluzioni ideali, deviazioni dall'idealità, soluzioni sub-regolari, fasi intermedie)
 - d) Sistemi a tre componenti
 - e) Sistemi ternari
- Con particolare riferimento a solidi (materiali metallici, semiconduttori e isolanti)

Proprietà strutturali dei solidi

- a) Stato cristallino e amorfo
- b) Transizioni cristallino-gommosa-vetrosa (con riferimento ai fattori che le influenzano)
- c) Teoria delle dislocazioni (con riferimento a elasticità, plasticità e frattura)
- d) Comportamento dei materiali alle sollecitazioni statiche e dinamiche (rottura duttile e fragile)
- e) Comportamento alle sollecitazioni cicliche (resistenza a fatica)
- f) Trattamento matematico del comportamento viscoso-elastico
- g) Trattamento termodinamico e statistico dell'elasticità della gomma.

20B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA DEI MATERIALI (F12020)

Il corso prevede lo svolgimento di esperienze di laboratorio nel campo della chimica fisica dei solidi. Le lezioni di laboratorio saranno precedute e integrate da lezioni in aula.

Argomenti delle lezioni

Richiami di struttura dei solidi. Richiami di termodinamica. I diagrammi di fase. Difetti nei solidi: analisi termodinamica. Impurezze nei solidi. Ionizzazione di difetti. Proprietà ottiche dei difetti. Fenomeni di trasporto in conduttori ionici ed elettronici. Metodi sperimentali in chimica fisica dello stato solido.

Esperienze di laboratorio

Si prevede lo svolgimento di un'unica esperienza articolata su 15 pomeriggi. Ogni gruppo (3-4 studenti) dovrà individuare, con il supporto del Docente, una strategia di ricerca atta a risolvere uno specifico quesito sul comportamento chimico-fisico di un materiale. Il gruppo dovrà pertanto occuparsi della preparazione, del trattamento e della caratterizzazione del materiale stesso. Le tecniche di caratterizzazione poste a disposizione degli studenti includono le spettroscopie FTIR, UV-vis e ESR, i metodi diffrattometrici e le tecniche di misura di conducibilità elettrica. Le esercitazioni sperimentali saranno eventualmente affiancate da un lavoro di ricerca bibliografica che gli studenti svolgeranno presso la Biblioteca Chimica.

Elenco delle esperienze

1. Analisi dei difetti di punto in TiO_2 : struttura e dipendenza della concentrazione in condizioni di non-equilibrio
2. Mobilità di difetti di punto in zirconia
3. Drogaggio di ossidi di metalli di transizione
4. Processi di trasporto elettronico in ZnO : ionizzazione delle vacanze
5. Effetti di non-stechiometricità sulle proprietà di Fe_3O_4

Gli studenti presenteranno come prova scritta d'esame una tesina comprensiva della attività sperimentale svolta, delle conoscenze acquisite attraverso la letteratura consultata e delle conclusioni ottenute dall'analisi dei dati sperimentali.

21. CHIMICA ORGANICA INDUSTRIALE (F12021) PROF. DARIO LANDINI

Il corso riguarda i grandi capitoli della sintesi organica, visti in chiave industriale. In particolare i processi di sintesi (scelta delle materie prime, dei reattivi, dei solventi, delle condizioni operative e delle operazioni per l'isolamento e la purificazione dei prodotti) vengono trattati dal punto di vista dell'applicazione dell'industriale. Il contenuto del corso è una descrizione dettagliata dei principali processi organici (Processi unitari) che riguardano: nitratozione, amminazione (per riduzione, amminolisi e amminolisi), solfonazione.

Per ognuno di questi processi viene data una descrizione generale delle condizioni operative (reagenti, solventi, temperature, pressioni, ecc.), mentre per alcune delle sintesi industriali più significative vengono discussi in dettaglio i "flow-sheets".

In tutte le operazioni viene dato un particolare rilievo ai problemi relativi alla sicurezza e all'igiene ambientale dei vari processi.

Sono organizzate visite a industrie chimiche.

Il corso comprende una parte A, introduttiva "Il processo chimico", una parte B più applicativa "Processi unitari", e una parte C "Analisi economica di un processo chimico". Quest'ultima parte viene tenuta da un professore a contratto.

A. Il processo chimico

- 1) Lo sviluppo di processo. Ricerca di laboratorio e di impianto pilota
- 2) La documentazione di processo. Il know-how. Il disegno di processo. L'ingegneria di base e di dettaglio
- 3) I diagrammi di flusso. I diagrammi a blocchi. Il flow-sheet di processo
- 4) Il reperimento di informazioni. La letteratura tecnica
- 5) Brevetazione. L'analisi di un brevetto (cenni)
- 6) Processi omogenei ed eterogenei
- 7) Processi continui e discontinui
- 8) Legame fra la continuità dell'operazione e la produttività
- 9) Scelta del reattore
- 10) Reattori a letto fluido e a letto fisso

B Processi Unitari (P.U.)

- 1) Aspetti generali di un P.U.
- 2) Nitrazione: aspetti generali. Agenti nitranti industriali. Nitrazione di idrocarburi aromatici: aspetti cinetici e termodinamici. Nitrazione di paraffine in fase vapore e in fase liquido. Nitrazioni di alcoli, dioli e polioli, N-nitroderivati d'interesse industriale. Nitratori industriali per processi continui e discontinui.
Processi industriali di mono e polinitrazione di: benzene, toluene, clorobenzene, naftalene.
Processi industriali di nitrazione radicalica in fase vapore del propano: produzione e us. del nitrometano, nitroetano e nitropropani
- 3) Amminazione
 - a) Amminazione riduttiva: aspetti generali. Riduzione di nitrocomposti organici con metalli (Fe, Sn, Zn) in ambiente acido e con H₂ e catalizzatori di idrogenazione: produzione industriale dell'anilina, parafenilendiammina, toluendiammina e 2-amminopolioli. Riduzioni di nitrocomposti organici con metalli in ambiente alcalino: produzioni industriali di idrossilammine, azo- e idrazobenzeni. Riduzione selettiva di nitrocomposti organici con solfuri alcalini: produzione industriale di nitroammine, amminoazobenzeni.
 - b) Amminazione per ammonolisi e amminolisi: aspetti generali. Agenti amminanti industriali. Cenni sulla cinetica e la termodinamica dell'amminolisi. Ammonolisi e amminolisi per sostituzione a addizione. Ammonolisi a amminolisi di alcoli. Idroammonolisi o amminazione riduttiva di alcoli, aldeidi, chetoni ed acidi carbossilici. Ammonoossidazione di idrocarburi saturi ed insaturi. Reattori industriali di ammonolisi ed amminolisi. Esempi di processi industriali per la produzione di ammine aromatiche ed alifatiche.
- 4) Solfonazione e solfatazione: aspetti generali. Agenti solfonati e solfatanti industriali. Clorosolfonazione, solfoclorurazione, solfoossidazione. Solfonazione di olefine. Solfonazione di idrocarburi aromatici. Solfatazione di alcoli. Solfatazione e bisolfatazione di olefine e del legno. Solfonatori industriali per processi discontinui e continui. Solfonatori a film. Esempi di processi industriali per la produzione di acidi arilsolfonici (acido benzen-solfonico, acido 1- e 2-naftalensolfonico), acidi alcan- alchen- e idrossil-cansolfonici

C. Corso integrativo di "Analisi Economica di un Processo Chimico" (Prof. G. Pregaglia)

- 1) Obiettivi economici e non economici di una ricerca
- 2) Valutazione economica dei processi
- 3) Classificazione e struttura dei costi. Fonti di informazione dei prezzi. Elementi di costo variabili e fissi
- 4) Il consumo delle materie prime. I consumi energetici. La manodopera. La manutenzione. I costi generali
- 5) Il capitale fisso e il capitale circolante
- 6) L'investimento per costruire l'impianto. Economia a scala

- 7) L'utilizzazione economica delle strutture produttive. Break-even e margine di contribuzione
- 8) Il valore del denaro nel tempo. Interessi e fattori di sconto
- 9) Ammortamento. La vita utile dell'impianto. Ammortamento a quote fisse e a quote decrescenti
- 10) Il flusso di cassa
- 11) Parametri di valutazione economica di un progetto. Il ritorno sull'investimento. Pay-back time. Il flusso di cassa scontato (DCF). Il valore attuale del progetto
- 12) Incertezza delle valutazioni economiche

Testi consigliati

Fath, Industrial Chemistry, John Wiley, 1975; Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, III, ed. 1981/82, IV ed. 1992; Mc Ketta, Encyclopedia of Chemical Processing and Design, M. Dekker, 1979; Ullmann's, Encyclopedia of Industrial Chemistry, VCH Verlagsgesellschaft MBH, 1985; G.F. Pregaglia: Analisi economica dei processi, Clued. Altro materiale fornito durante le lezioni.

22A. CHIMICA DELLE FERMENTAZIONI E MICROBIOLOGIA INDUSTRIALE (F12022) (mutuato da Chimica) PROF.SSA BIANCA MARIA RANZI

Biologia dei microorganismi industriali

Cenni di struttura e morfologia dei microorganismi industriali
Gruppi microbici di interesse industriale
Metabolismo microbico primario e secondario e sua regolazione
Miglioramento genetico dei microrganismi di interesse industriale
Conservazione dei ceppi industriali

Sistemi di fermentazione

Batch, coltura continua, fed-batch.
Cellule ed enzimi immobilizzati
Bioreattore: monitoraggio, controllo.
Separazione e purificazione dei prodotti ottenuti.

Fermentazioni anaerobiche: biosintesi e tecnologia

Etanolo.
Acido lattico.
Acetone - butanolo.
Acido propionico.
Fermentazione acido mista.

Fermentazioni aerobiche: biosintesi e produzione industriale

Acidi organici: acido citrico, acido acetico.
Aminoacidi: acido glutammico. Vitamine: vitamina C, riboflavina e vitamina B₁₂.

Antibiotici: penicillina, tetraciclina.
Biotrasformazioni.
Produzione di biomasse.
Produzione ed applicazione di biopolimeri.
Prodotti da DNA ricombinante.

Testi

Stainer "Il mondo dei microrganismi" Zanichelli
Lehninger "Principi di Biochimica", Zanichelli
Doelle "Bacterial metabolism", Academic Press.
Rainbow, Rose "Biochemistry of industrial microorganism", Academic Press
Cruegher "Biotechnology" Science Tech. Inc.
Wiseman "Principles of biotechnology", Surrey Un. Press
Bu'Lock "Basic Biotechnology", Accad. Press
Murooke "Recombinant microbes for industrial and agricultural applications".
Marcel Dekker Inc.

Il corso comprende anche esercitazioni su alcuni argomenti trattati.

22B. LABORATORIO DI CHIMICA DELLE FERMENTAZIONI E MICROBIOLOGIA INDUSTRIALE (F12022) PROF.SSA BIANCA MARIA RANZI

Lezioni teoriche

Cinetiche di crescita nei diversi sistemi di fermentazione.
Produzione in fermentazione continua e discontinua.
Tecnologie di fermentazione: sterilizzazione, aereazione, agitazione.
Biopolimeri: produzione e applicazioni.

Esercitazioni in laboratorio

Microorganismi industriali: procarioti, eucarioti: morfologia e crescita.
Isolamento, riconoscimento e caratterizzazione di una specie microbica.
Cinetica di crescita di un microrganismo produttore.
Ingegneria genetica per migliorare la produzione.
Cinetica di produzione di un composto con un microrganismo selvatico e con un microrganismo ingegnerizzato.
Produzione e riconoscimento di un antibiotico.
Biotrasformazione.
Fermentazione in fed-batch di un lievito ricombinante.
Da impianto di laboratorio ad impianto su grande scala: la realtà industriale.

23A. ELETTROCHIMICA PROF. SERGIO TRASATTI

Introduzione al corso

Definizione di elettrochimica. Impatto tecnologico. Industrie e lavorazioni elettrolitiche. Generatori elettrochimici, applicazioni elettrochimiche in altri campi. Pila di Volta. Relazione tra scoperta e commercializzazione. Prospettive future dell'elettrochimica. Competizione delle auto elettriche col petrolio. Fonti rinnovabili di energia. Economia basata sull'idrogeno come combustibile. Scienza e applicazioni della scienza.

Energia di una particella in una fase

Vari tipi di potenziale. Potenziale elettrostatico. Potenziale di superficie. Parametri degli elettroni nei metalli. Struttura elettronica dei metalli. Potenziale di superficie dei metalli. Superfici policristalline. Potenziale chimico.

Stato standard

Attività. Coefficienti di attività. Potenziale chimico di un elettrolita. Attività ionica media. Coefficienti di attività in scale diverse di concentrazione. Teoria di Debye-Hückel. Legge limite. Descrizione del modello. Spessore dell'atmosfera ionica. Interazioni a corto raggio. Teoria dell'idratazione. Coefficienti di attività di elettroliti misti. Associazione ionica in soluzione. Polielettroliti.

Equilibrio tra fasi

Sale poco solubile. Caso del metallo/acqua. Equilibrio metallo/ione metallico. Equazione di Nernst. Misura di Δf . Elettrodi di riferimento. Elettrodi di I e II specie. Catena galvanica aperta. Componenti di Δf . Significato del potenziale misurato. ΔE come differenza di energia elettronica. ΔE come differenza di ΔG per la reazione di cella. Derivazione termodinamica di $\Delta G = -nF\Delta E$.

Trasformazioni reversibili

Confronto fra sistema chimico e sistema elettrochimico. Sistema elettrochimico reversibile. Reazioni parziali e totali. Misura di ΔG , ΔS , ΔE e coefficienti di attività. Ciclo di Born-Haber. Potenziale assoluto. Scala dei potenziali. Scala redox. Elettrodi iono-selettivi, pH, pHmetro. Altri tipi di elettrodi iono-selettivi. Potenzimetri per analisi. Potenziale formale.

Leggi di Faraday

Rendimenti di corrente, equivalente elettrochimico.

Conducibilità delle soluzioni

Conducibilità specifica, conducibilità equivalente. Misura di conducibilità. Costante di cella. Caratteristiche di cella. Dipendenza della conducibilità della concentrazione. Numeri di trasporto. Metodo di Hittorf. Moto di uno ione. Raggio di Sokes. Effetti Falkenhagen e Wien. Effetto degli ultrasuoni. Effetto della T e P. Applicazioni della conducibilità.

Diffusione

1^a Legge di Fick, 2^a Legge di Fick. Relazione tra diffusione e migrazione. Equazione di Planck-Einstein. Origine del potenziale di diffusione. Potenziale interliquido. Concetti fondamentali. Equazione di Henderson. Ponti salini. Il caso del KCl saturo. Celle con trasporto. Determinazione dei numeri di trasporto. Potenziale Donnan. Membrane ione-selettive. Elettrodo a vetro.

Interfasi polarizzabili e non polarizzabili

Definizione di interfase polarizzabile. Circuiti equivalenti. Eccesso superficiale. Definizione di adsorbimento. Equazione di adsorbimento di Gibbs. Equazione elettrocapillare. Eccesso superficiale relativo. Curva elettrocapillare. Potenziale di carica zero. Capacità differenziale. Relazioni termodinamiche. Ottenimento dell'equazione elettrocapillare. Misura degli eccessi superficiali. Teoria di Gouy-Chapman. Confronto dai sperimentali con teoria. Adsorbimento specifico. Modello di Stern. Formule della teoria di Gouy-Chapman. Modello di Grahame. Condensatori in serie. Il potenziale di carica zero: da misura di capacità e con l'elettrodo a getto di Hg. Diagramma di Parsons e Zobel. Isoterme di adsorbimento. Test delle isoterme. Adsorbimento ionico e non ionico. Misure di capacità. Effetto del campo elettrico sull'adsorbimento. Relazione tra potenziale di carica zero e parametri strutturali dell'interfase. Componenti del potenziale di carica zero. Idrofilicità dei metalli. Cristalli singoli e policristalli. Interfaccia solido/ionico soluzione. Punto di carica zero. Titolazioni potenziometriche. Colloidi. Potenziale zeta. Punto isoelettrico. Fenomeni elettrocinetici.

Cinetica elettrochimica

Curve dell'energia potenziale prima dell'equilibrio. Sistema dell'equilibrio. Termini chimici e termini elettrici. Equazioni cinetiche. Corrente di scambio. Determinazione del coefficiente di trasferimento (greco). Significato di (greco). Resistenza di reazione. Retta di Tafel. Estrapolazione cella corrente di scambio. Confronto con la resistenza di reazione. Sovratensione di concentrazione e ohmica. Origine della caduta ohmica non compensata.

Effetto dello stato di carica dell'elettrodo sulla cinetica

Adsorbimento specifico. Ordine di reazione a potenziale e a sovratensione costante. Energia di attivazione a potenziale e a sovratensione costante. Effetto dello stato di carica dell'elettrodo. Effetto dell'adsorbimento specifico di specie ioniche e neutre.

Meccanismi a più stadi

Numero stechiometrico. Determinazione del numero stechiometrici. Meccanismi della reazione di sviluppo di idrogeno. Relazione tra pendenza della retta di Tafel e meccanismo di reazione. Retta di Tafel a due pendenze. Effetto del grado di copertura della superficie elettrodica con intermedi di reazione. Stadio chimico come cineticamente determinante. Equazione cinetica generalizzata. Principi di elettrocatalisi. Effetti primari e secondari del materiale elettrodico. Curve a "vulcano".

Tecniche sperimentali per lo studio dei fenomeni elettrochimici

Curve potenziostatiche e galvanostatiche. Curve potenziodinamiche. Voltammetria ciclica. Esempio del platino. Step di corrente (cronopotenziometria). Correzione delle cadute ohmiche non compensate. Step di potenziale (cronocoulometria).

Erci per la flessibilità coordinativa. Esempi di catalisi omogenea e di reattività dei complessi.

23B. LABORATORIO DI ELETTROCHIMICA (F12023)

PROF. SERGIO TRASATTI

Lezioni in Aula

Problemi numerici sui principali capitoli del Corso di Elettrochimica: conducibilità elettrica, stechiometria elettrochimica, trasporto di materia, termodinamica dei sistemi elettrochimici, applicazioni.

Esercitazioni di laboratorio

Saranno eseguite esercitazioni di uno-due giorni ciascuna, due esercitazioni a settimana per un totale di quattro/cinque settimane: Elettrodi di riferimento. Misura di potenziale di cella. Termodinamica di celle elettrochimiche. ΔG , ΔS e ΔH . Potenziale standard. Coefficienti di attività. Voltammetria ciclica. Carica superficiale, determinazione dell'area superficiale reale. Voltammetria in presenza di sostanze in soluzione. Deposizione di metalli (UPD), adsorbimento di ioni, elettrocatalisi organica. Corrente di scambio. Resistenza di reazione. Coefficiente di trasferimento. Cinetica di reazioni anodiche e catodiche. Elettrocatalisi inorganica. Retta di Tafel. Correzione della caduta ohmica.

L'esame consisterà in una prova scritta sugli argomenti svolti nel corso (problemi e domande relative alle esperienze). Seguirà l'esame orale (congiunto) del Corso di Elettrochimica.

24A. CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE (F12024)

PROF. PAOLO FERRUTI

Introduzione

Nozioni fondamentali. Criteri statistici in chimica macromolecolare. Polimeri lineari, ramificati, reticolati. Omopolimeri e copolimeri. Peso molecolare e grado di polimerizzazione. Diversi tipi di medie nella determinazione dei pesi molecolari. Indice di polidispersità. Nozioni preliminari sulla sintesi di macromolecole. Policondensazione. Poliaddizione di monomeri vinilici e dienici. Polimerizzazione con apertura di anello e con isomerizzazione.

Struttura dei polimeri

Richiami di stereochimica. Analisi configurazionale di composti a catena con due o più atomi asimmetrici. Analisi conformazionale di molecole lineari e ramificate con più di cinque atomi di carbonio. Trattazione quantitativa

dell'analisi conformazionale (metodo di Westheimer).

Proprietà in soluzione e misura del peso molecolare

Aspetti fenomenologici della dissoluzione dei polimeri. Parametri di solubilità. Cenni sulla termodinamica delle soluzioni macromolecolari. Teoria di Flory-Huggins, temperatura θ . Osmometria e altri metodi colligativi per la misura del peso molecolare medio naturale.

Determinazione del peso molecolare medio ponderale mediante diffusione della luce: caso della particella puntiforme e della particella estesa, diagramma di Zimm. Cenni sull'ultra centrifugazione.

Viscosimetria: aspetti sperimentali e teorici. Teoria di Flory-Fox. Dimensioni non perturbate: relazioni tra proprietà idrodinamiche e conformazionali delle molecole. Calcolo del rapporto caratteristico. Frazionamento dei polimeri. Tecniche GPC e HPLC.

Proprietà di massa dei polimeri

Morfologia di polimeri cristallini, orientamento dei cristallini sotto tiro. Temperatura di fusione (t_f), storia termica dei polimeri. Stato vetroso, temperatura di transizione vetrosa (t_g). Dipendenza di t_f e t_g dalla struttura dei polimeri, modifica di dette temperature.

Proprietà meccaniche dei polimeri

Curve sforzo-allungamento di polimeri amorfi (sopra e sotto t_g) e di polimeri cristallini. Cenni sul comportamento elastico delle gomme. Viscoelasticità: rilassamento e scorrimento. Modifica delle proprietà meccaniche: uso di cariche, materiali composti.

Sintesi e reazioni di macromolecole

Policondensazione: principali tipi di manometri e di reazioni. Cinetica di policondensazione. Distribuzione e regolazione dei pesi molecolari. Policondensati lineari e reticolari e loro importanza industriale. Punto di gel. Considerazione termodinamiche sulle poliaddizioni.

Polimerizzazione radicaliche: studio cinetico, regolazione del peso molecolare. Aspetti tecnici della polimerizzazione radicalica, processi in massa, in sospensione in soluzione e in emulsione. Polimeri di importanza industriale.

Polimerizzazione anioniche e cationiche. Polimeri viventi, copolimeri a blocchi. Polimerizzazione icliche stereospecifiche stereospecifiche.

Polimerizzazione Ziegler-Natta. Meccanismo e stereospecificità, catalizzatori eterogenei ed omogenei. Prodotti di interesse industriale: polietilene ad alta densità, polipropilene, copolimeri, terpolimeri; polibutadiene, poliisoprene e polipentenamero.

Copolimerizzazione, rapporti di reattività, diagrammi F1-f1. Distribuzione delle sequenze di unità monomeriche. Previsione dei rapporti di reattività. Schema Q-e. Reazioni dei polimeri. Degradazione. Stabilizzazione.

Tecnologia dei materiali polimerici

Impiego dei materiali polimerici e tecnologia della loro lavorazione. Fibre.

Gomme. Vulcanizzazione. Importanza industriale dei materiali polimerici. Problemi di approvvigionamento e di produzione delle materie prime, degli intermedi e degli additivi.

Biopolimeri

Aspetti macromolecolari delle sostanze naturali. Prodotti idrocarburici (gomma naturale). Polisaccaridi (amido e cellulosa). Proteine. Acidi nucleici, struttura primaria, secondaria e terziaria.

Testi consigliati

AA.VV., Scienze e tecnologia delle macromolecole, Pacini Editore, Pisa, 1983; AA.VV., Lezioni tenute ai Convegni-Scuola dell'Associazione Italiana di Scienze e tecnologia delle macromolecole, 1979-1983.

24B. LABORATORIO DI CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE (F12024)

Premessa

Lo studente alla fine del corso dovrà avere gli elementi fondamentali per la sintesi, per lo studio spettroscopico, per la determinazione del contenuto in unità monomeriche, delle proprietà in soluzione ed allo stato solido, per la determinazione delle masse molecolari e della loro distribuzione di polimeri ottenuti mediante differenti metodi di polimerizzazione. Nello studio della copolimerizzazione oltre al contenuto in unità monomeriche saranno importanti i metodi di determinazione dei parametri di reattività dai dati di composizione e di microstruttura. Il corso è complementare a Chimica macromolecolare. Gli esperimenti didattici, in mancanza del laboratorio ad essi addetto, saranno fatti nei laboratori di ricerca del docente presso il dipartimento di chimica organica ed industriale e saranno organizzati in accordo con il numero di studenti.

Programma

Tecniche di sintesi in ambiente inerte ed anidro. Purificazione di solvente e monomero a grado adeguato per la polimerizzazione radicalica di stirene e metilmetacrilato in soluzione. Determinazione delle masse molecolari mediante viscosimetria e cromatografia per esclusione sterica (SEC). Determinazione della costante di trasferimento nella polimerizzazione radicalica; parametri di reattività nella copolimerizzazione di acrilati ottenuti per group transfer polymerization. Polimerizzazione anionica dello stirene e misura della dispersione delle masse molecolari; confronto con i valori ottenuti per via radicalica. Polimerizzazione interfacciale ed idrolitica per l'ottenimento di poliammidi e poliesteri. Polimerizzazione cationica del p-metossi stirene. Studio della microstruttura del polipropilene e di polibutadieni da esperimenti ^{13}C NMR; valutazione statistica del processo di controllo della microstruttura. Valutazione dei parametri termici di polimeri da misure DSC.

25A. CHIMICA ORGANICA APPLICATA (F12025)
PROF. STEFANO MAIORANA

Si prendono in esame classi di prodotti biologicamente attivi di grande importanza pratica e commerciale per ciascuna classe vengono date notizie sul meccanismo di azione, sui metodi di valutazione dell'attività biologica in vitro ed in vivo con notizie riguardanti le correlazioni struttura-attività. Vengono descritte le più comuni vie di accesso (fermentazione, sintesi) facendo emergere le problematiche connesse.

Particolare rilievo viene dato ai criteri che indirizzano, a livello industriale, le scelte riguardanti la ricerca e sviluppo di nuovi prodotti oltre ad illustrare l'iter di sviluppo di un nuovo farmaco compresi i problemi brevettuali e di sicurezza delle reazioni e dei prodotti.

Si tengono inoltre alcune lezioni sulla ricerca bibliografica, manuale e on-line. Esperti dell'industria, di cui un professore a contratto, contribuiranno con lezioni su argomenti specifici allo svolgimento del corso.

Durante il corso potranno anche tenersi esercitazioni di vario tipo (ricerca bibliografica, progettazione di sintesi di prodotti industriali ecc.)

1) *Anti-Infiammatori non steroidei*

Derivati dell'acido benzoico
Derivati degli acidi arilacetici
Derivati degli acidi α -arilpropionici
Derivati oxicarn

2) *Derivati con attività antibatterica*

A) Antibiotici β -lattamici:
Penicilline e penicilline semisintetiche
Cefalosporine e Cefalosporine semisintetiche
Penam e derivati
Tienamicina
Nocardicine
Monobattami

B) Antibiotici macrolidici
Eritromicina: sviluppo del processo biotecnologico di produzione.

C) Antibiotici vari (cenni)
Macrolidi
Amminglicosidi
Tetracicline
Lincomicine
Polipeptidi
Altri

D) Nuovi antibatterici di sintesi: derivati chinolonici

Chinoloni di I generazione
Chinoloni di II generazione

3) *Legislazione brevettuale*

Viene definita la proprietà industriale, l'oggetto del brevetto, la prassi brevettuale con cenni alla legislazione brevettuale in Italia e nel mondo e con particolare riferimento alle classi di farmaci prese in esame. Tappe dello sviluppo di un nuovo farmaco.

4) *Fitofarmaci*

Caratteristiche generali, classificazione, cenni su meccanismi di azione. Vengono esaminati in particolare i principi attivi in relazione al loro utilizzo ed ai metodi di sintesi.

Fungicidi
Insetticidi
Erbicidi

5) *Ricerca bibliografica*

Metodi per il reperimento dell'informazione chimica. Fondamenti di organizzazione delle principali collezioni scientifiche.

Agli studenti viene fornito materiale didattico sotto forma di fotocopie dei lucidi discussi a lezione.

25B. LABORATORIO DI CHIMICA ORGANICA APPLICATA (F12025)

PROF.SSA EMANUELA LICANDRO

Parte prima (svolta nelle lezioni del mattino)

Veranno insegnati i principi base della ricerca bibliografica, la logica della catalogazione di tutta la letteratura scientifica, la definizione di letteratura primaria e letteratura secondaria, una rassegna delle riviste più significative e utili per il chimico organico. Inoltre si illustreranno i diversi metodi di ricerca bibliografica sulle due principali fonti della letteratura secondaria "Chemical Abstract" e "Beilstein".

Si illustrerà l'utilizzo di databases specificamente elaborati ed organizzati per rendere agevole e mirata la ricerca di molecole, reazioni e dati associati ad esse. Si organizzeranno quindi esercitazioni pratiche di ricerca bibliografica.

Parte seconda (svolta in laboratorio nel pomeriggio)

Esercitazioni in laboratorio a banco singolo, si effettuerà la sintesi, a più stadi di una molecola ad attività biologica, la scelta dei reagenti e delle condizioni di reazione (solvente, temperatura, pressione, atmosfera inerte), nonché

dell'isolamento dei prodotti, verrà fatta conto della fattibilità della sintesi stessa su scala industriale.

Parte terza

Verrà illustrato il funzionamento di un impianto pilota ed effettuata una esercitazione pratica di gruppo sullo stesso.

26A. CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI (F12026) (mutuato da Chimica) PROF. PAOLO MANITTO

Metabolismo primario e Secondario. Ruoli biologici delle sostanze naturali. La ricerca attuale in campo delle sostanze naturali: aspetti pratici, sintetici e biosintetici.

Isolamento e delucidazione strutturale di metaboliti secondari. Metodi di indagine negli studi di biosintesi: uso degli isotopi. Reazioni enzimatiche. Ruolo dei coenzimi. Ossidoreduttasi. Le principali classi di metaboliti secondari e loro rilevanza pratica. Produzioni industriali: estrazione, semi-sintesi, sintesi:

- Polichetidi: naftaleni, antranoidei, xantoni, depsidi, depsidoni, antibiotici, macrolidici.
- Terpeni: regola isoprenica strutturale, monoterpenoidi, sesquiterpenoidi; diterpenoidi, triterpenoidi, carotenoidi.
- Steroidi: colesterolo, ormoni sessuali.
- Metaboli dell'acido scichimico: amminoacidi aromatici, acido gallico e tannini, acidi cinnamici, fenilpropanoidi, cumarine, allil- e propenifenoli, lignani, lignire.
- Flavonoidi: antocianine, tannini non idrolizzabili.

Testi consigliati

J. Mann, Secondary Metabolism, Clarendon Press, Oxford, 1987; R.H. Thomson, The Chemistry of Natural Products, Blackie, London, 1985; P. Manitto, Biosynthesis of Natural Products, Ellis Horwood, Chichester, 1981; P. Manitto, Fondamenti di Stereochimica per lo Studio delle Sostanze Naturali, Clued, 1981; R.B. Herbert, The Biosynthesis of Secondary Metabolites, Chapman and Hall, London, 1981.

26B. LABORATORIO DI CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI (F12026) PROF.SSA GIOVANNA SPERANZA

Il corso, attraverso una serie di 10-12 esperimenti, intende fornire allo studente l'esperienza di base per l'isolamento e la caratterizzazione di sostanze natu-

rali di varia origine e struttura chimica.

In particolare verranno utilizzate le principali tecniche di separazione e purificazione, di controllo analitico cromatografico, e di analisi strutturale. Verranno eseguite anche semplici trasformazioni chimiche per la soluzione di particolari problemi strutturali, ad esempio correlazioni steriche.

Testi consigliati

Raphael Ikan, Natural Products. A Laboratory Guide, 2nd ed., Academic Press, 1991.

27A. CHIMICA FISICA DELLA CATALISI (F12027) PROF. LUCIO FORNI

Funzione del catalizzatore:

Definizione della catalisi. Struttura delle particelle di catalizzazione. Stadi della reazione catalitica. Adsorbimento. Diffusione. Diagnosi della funzione del catalizzatore.

Struttura del catalizzatore:

Architettura del catalizzatore: che cosa contiene e perché. Polifunzionalità. Equilibrio tra i componenti: miglior compromesso.

Sviluppo del processo catalitico:

Requisiti del processo. Definizione del problema e degli obiettivi. Ricerca del catalizzatore. Progetto del catalizzatore. Prove sul catalizzatore. Prove in impianto pilota. Progetto del processo.

I materiali catalitici

Tipi di materiali catalitici. Metalli. Semiconduttori. Isolanti. Solidi acidi.

Progetto del catalizzatore:

Componenti attivi, supporti, promotori. Ossidi binari. Tecniche di preparazione: partecipazione, impregnazione, spray-drying. Catalizzatori speciali. Produzione industriale dei catalizzatori. Formatura. Resistenza meccanica. Responsabilità legali.

Caratterizzazione del catalizzatore:

Proprietà di massa. Proprietà delle particelle. Proprietà superficiali. Attività.

Disattivazione del catalizzatore:

Effetto della deattivazione. Cause della deattivazione. Veleni. Avvelenamento reversibile e irreversibile.

27B. LABORATORIO DI CHIMICA FISICA DELLA CATALISI (F12027)

PROF. PIERLUIGI BELTRAME

Il corso avrà carattere sperimentale e sarà principalmente dedicato alla catalisi eterogenea ed alle superfici catalitiche.

Il corso comprenderà la preparazione di un catalizzatore (una zeolite ZSM-5), la sua caratterizzazione, il testing con una reazione sonda (l'isomerizzazione di o-xilene) ed il suo impiego in un processo continuo di interesse industriale (la conversione di metanolo in idrocarburi).

Per la caratterizzazione del catalizzatore verranno esaminate le più importanti tecniche attualmente impiegate per tale scopo, spettroscopiche, termiche e di adsorbimento. Del catalizzatore si misureranno l'area superficiale secondo il metodo BET ed il volume dei pori, calcolandone il raggio medio, e si determinerà l'acidità secondo il metodo TPD.

Nell'impiego del catalizzatore si valuteranno la sua attività e la sua selettività, se ne misurerà la disattivazione nel corso del processo e si procederà alla sua rigenerazione.

28. CHIMICA FISICA DEI MATERIALI (F12028)

(vedi programma 20A)

29. CHIMICA DELLE FERMENTAZIONI E MICROBIOLOGIA INDUSTRIALE (F12048)

(vedi programma 48 di Chimica)

30. CHIMICA DELLE SOSTANZE ORGANICHE NATURALI (F12042)

(vedi programma 42 di Chimica)

31. ELETTROCHIMICA (F12031)

(vedi programma 23A)

32. CHIMICA DELLE MACROMOLECOLE (F12032)

(vedi programma 24A)

33. CHIMICA ORGANICA APPLICATA (F12033)

(vedi programma 25A)

34. CHIMICA FISICA DELLA CATALISI (F12034)

(vedi programma 27A)

35. SCIENZA DEI METALLI

PROF. SERGIO TRASATTI

Introduzione

Tipi di solidi. Curve dell'energia. Solidi ionici. Solidi molecolari. Forze di dispersione. Solidi covalenti e metallici.

Concetti di meccanica quantistica

Esperienze fondamentali. Natura dualistica della materia. Heisenberg. Schrodinger. Funzione d'onda. Metodo LCAO. Molecola idrogeno.

Teoria dell'elettrone libero

Modello di Sommerfeld. Quantizzazione. Livello Fermi. Densità degli stati. Lavoro di estrazione elettronica. Potenziali di elettroni in una fase. La superficie. Effetto orientazione cristallografica. Potenziale di contatto. Statistica di Fermi-Dirac. Calore specifico elettronico.

Teoria delle bande

Zone di Brillouin. Sovrapposizione. Densità degli stati. Teoria del legame di valenza. Massa effettiva dell'elettrone.

Conducibilità elettrica

Interazione elettrone-fotone. Numero effettivo elettroni liberi. Classi di conduttori. Semiconduttori estrinseci ed intrinseci. Buche elettroniche. Calcolo portatori di carica. Effetto T su livello Fermi. Contatto semiconduttore-metallo. Curvatura delle bande. Stati superficiali. Polarizzazione. Effetto rettificante.

Cristalli ionici

Struttura elettronica. Difetti. Centri di colore. Stechiometrici e non stechiometrici. Descrizione con la teoria delle bande.

Magnetismo

Classi di sostanze magnetiche. Energia di scambio e di promozione elettronica. Interpretazione. Teoria dei domini. Teorie empiriche.

Diffusione

Entropia di mescolamento. Termodinamica di formazione di vacanze. Meccanismi di diffusione. Equazioni di Fick. Effetto Kirkendall. Equazioni di Darken. Autodiffusione. Trattazione teorica coefficienti di diffusione.

Proprietà termiche

Calore specifico reticolare. Calore specifico elettronico. Conducibilità termica. Meccanismi. Dipendenza della conducibilità termica della T.

Leghe

Definizioni. Tipi di leghe. Descrizione generale. Teoria elettronica. Termodinamica. Energia libera e composizione. Diagrammi di stato. Relazioni con

i diagrammi di energia libera. Diagrammi a miscibilità totale, con eutettico e peritettico. Variazioni della solubilità allo stato solido con la T.

Testi consigliati per la consultazione:

A.J. Dekker, *Solid State Physics*, Mac Millan.

C. Kittel, *Introduction to Solid State Physics*, Wiley.

R.E. Reed-Hill, *Physical Metallurgy Principles*, Van Nostrand.

A.H. Cottrell, *Scienza dei Metalli*, Trad. Spinedi, Paron, Bologna.

36. NON ATTIVATO

37. SINTESI E TECNICHE SPECIALI ORGANICHE (F12027) PROF. DARIO LANDINI

Il corso si suddivide in due parti: una parte A nella quale viene trattato il problema della scelta del mezzo ottimale dove realizzare reazioni di interesse nel campo della sintesi organica industriale, e una parte B nella quale vengono presentate in modo sistematico e approfondito alcune tecniche sperimentali innovative per la realizzazione di sintesi organiche su scala di laboratorio, ma soprattutto su scala industriale.

Il mezzo di reazione

Interazioni soluto-solvente. Classificazione dei solventi, loro proprietà e tossicità. Parametri di polarità. Effetti solvente sulla posizione di equilibrio chimici in fase omogenea (cenni). Effetti solventi sulla velocità delle reazioni chimiche in fase omogenea, confronto con la fase gas. Il solvente quale mezzo di reazione. Solventi industriali: esempi significativi di utilizzo, recupero e riciclo di solventi in processi di grande interesse industriale.

Tecniche speciali organiche

- 1) Catalisi per trasferimento di fase (CTF)
 - a) Principi generali
Ripartizione di anioni e di coppie ioniche fra una fase acquosa e una fase organica mutuamente immiscibili. Meccanismo della CTF in presenza di sali quaternari. Meccanismo della CTF in presenza di base acquose concentrate. Estrazione di coppie ioniche in mezzo organico non polare. Trasferimento di fase solido-liquido e liquido-gas. Altri catalizzatori di CTF: eteri corona, criptani, polipodandi, ecc.
 - b) Catalizzatori di CTF immobilizzati su matrice polimerica (catalisi trifase) (CTF-CT)
Principi generali e meccanismo
Sali quaternari, eteri corona, criptanti e polipodandi. Reattori di CTF-

CT a letto fluido e a letto fisso

- c) Sintesi e stabilità dei catalizzatori
 - d) Applicazioni della CTF alla sintesi organica industriale
Sostituzioni nucleofile alifatiche: meccanismo SN_2 , stereochimica, sintesi di solfuri, eteri, alogenoderivati, ecc. Sostituzioni nucleofile aromatiche. Alchilazioni, formazione e reattività di carbanioni. Eliminazioni. (greco)-Eliminazioni: formazione e reattività di carbeni. Altre reazioni promosse da basi: isomerizzazioni, scambi H/D, Darzens, condensazioni aciloiniche, Witting, Witting-Horner, ecc. Reazioni con idracidi. Ossidazioni e riduzioni. Sintesi asimmetriche. Sintesi organo-metallica. Sintesi di polimeri. Sintesi di prodotti farmaceutici. Altre applicazioni industriali della CTF
- 2) Ultrasuoni nella sintesi organica
 - a) Aspetti generali della "sonochemistry" (SC). Importanza della SC. Origine dell'effetto degli ultrasuoni, reattori della SC
 - b) Applicazione della SC alla sintesi organica
Reazioni in fase omogenea acquosa e non acquosa. Reazioni in fase eterogenea in sistemi liquido-liquido, solido-liquido. Esempi di applicazioni industriali della SC

Testi consigliati

C Reichardt, *Solvents and solvent effects in organic chemistry*, CVCH Verlagsgesellschaft, 1988.

F. Montanari, D. Landini, F. Rolla, *Phase-Transfer Catalyzed Reactions*, in "Top. Curr. Chem.", 101, 149, 1982.

E.V. Dehmlow, S.S. Dehmlow, *Phase Transfer Catalysis*, Verlag Chemie, 3a ed., 1993.

T.J. Mason, *Practical sonochemistry. User's guide to a applications in chemistry and chemical engineering*, Ellis Horwood Limited, 1991.

38. CHIMICA ORGANICA III (F12038) PROF. GIANCARLO JOMMI

Chimica dei composti aliciclici

Nomenclatura, analisi configurazionale e conformazionale di composti aliciclici: anelli a 3, 4, 5, 6 atomi, anelli medi e grandi, sistemi di anelli condensati ed a ponte. Relazioni tra struttura e reattività: reazioni trans-anulari. Sintesi di composti aliciclici: reazioni peculiari di funzionalizzazione. Composti aliciclici di interesse industriale.

Gruppi protettivi

Protezione dei gruppi funzionanti. Protezione dell'ossidrilico, del carbonile, del carbossilico e del gruppo amminico. Protezione di acidi fosforici e fosfonici.

Amminoacidi, peptidi, proteine

Nomenclatura, applicazioni, stereochimica e proprietà di amminoacidi. Sintesi, produzione industriale, risoluzione ottica, sintesi enantio e diastereoselettiva di amminoacidi. Reattività chimica degli amminoacidi. Sintesi di peptidi; sintesi in fase solida. Peptidi naturali. Cenni sulla struttura e sulle proprietà delle proteine.

Zuccheri e polisaccaridi

Nomenclatura, struttura e stereochimica dei principali monosaccaridi. Il legame glicosidico. Glicosidi, di- e poli-saccaridi. Zuccheri e polisaccaridi di interesse industriale.

Acidi nucleici

Sintesi e proprietà chimiche e fisiche di citosina, uracile, adenina, guanina, timina. Sintesi e proprietà di nucleotidi. Cenni sulla struttura e le proprietà del DNA e del RNA (acido desossiribonucleico ed acido ribonucleico).

Introduzione alla strategia di sintesi

Trasformazione di gruppi funzionali. Reazioni di allungamento ed accorciamento di catene. Percezione di legami strategici. Cenni sulla progettazione della sintesi mediante calcolatore.

Esempi di sintesi di prodotti di interesse industriale con confronti tra la progettazione al calcolatore ed il processo utilizzato.

39. CHIMICA METALLORGANICA (F12039)

PROF.SSA MADDALENA PIZZOTTI

Il corso intende fornire gli strumenti indispensabili per una piena comprensione dei diversi processi in cui i metalli risultano attivi (sintesi stechiometriche, cicli catalitici, specie ad attività bio- e/o farmacologica, composti modello, ecc.), valutando i contenuti e gli obiettivi dell'orientamento in cui si inserisce questo corso, nonché le attuali prospettive delle produzioni industriali, un accento particolare verrà dato alle interazioni metallo carbonio e quindi alla reattività al carbonio in molecole organiche. Verranno considerati anche semplici casi di iterazione metallo-idrogeno, metallo-azoto e metallo-ossigeno.

- 1) Generalità sul legame metallo-carbonio. Stabilità termodinamica e cinetica
- 2) Litio, Magnesio e Alluminio alchili
- 3) Silicio, Boro, Stagno e Piombo
- 4) Il legame metallo-carbonio nei metalli di transizione. Cenni alla teoria degli orbitali molecolari. Complessi (greco) e (greco)
- 5) Tipi di leganti: (greco) donatori, (greco) donatori e (greco) conatori
- 6) Regola dei 18 elettroni e sue eccezioni
- 7) Metallo-idruri
- 8) Complessi con olefine, dieni e acetilenici

- 9) Metallo-carbonili
- 10) Metallo-ciclopentadienili. Complessi a sandwich. Complesso con areni
- 12) Complessi allilici. Complesso carbenici e nitrenici
- 13) Complessi con il diossigeno. Perossido, superossido e osso composti
- 14) Legame metallo-metallo. Clusters di metalli di transizione
- 15) Reazioni di scambio di leganti
- 16) Somme ossidative ed eliminazioni riduttive
- 17) Reazioni di inserzione-migrazione e di trasferimento elettronico
- 18) Ruolo dei complessi nella catalisi omogenea

40. CHIMICA DEI PROCESSI BIOTECNOLOGICI (F11040)

PROF. UMBERTO VALCAVI

Il corso contiene

- Nozioni di carattere chimico, industriale ed economico, come integrazione del corso di "Chimica delle Fermentazioni e Microbiologia Industriale".
- Nozioni sull'uso di enzimi in processi industriali.

Separazione e purificazione dei prodotti ottenuti mediante fermentazione

Vengono descritti i procedimenti e gli schemi impiantistici per estrarre, separare, purificare alcune classi di composti, prodotti industrialmente mediante fermentazione:

- Penicillina G (mediante estrazione con solventi)
- Cefalosporina C (mediante colonne di resine a scambio ionico)
- Tetraciclina (mediante precipitazione diretta)
- Eritromicina
- Acido Clavulcanico
- Rifamicina
- Adriamicina
- Vitamina E₁₂
- Steroidi cortisonici
- Separazione di alcuni prodotti ottenuti con le tecnologie del DNA-ricombinante (ingegneria genetica)

Nozioni di carattere economico-industriale

- Quando può essere più conveniente una produzione per via chimica o per via fermentativa oppure per via mista semisintetica.
- Nozioni di carattere economico sulle fermentazione ed estrazione: tempi di fermentazione, tipo di estrazione, produttività, ecc.
- Produzioni, consumi e fatturati nel modo dei principali antibiotici ottenuti per fermentazione, evoluzione negli ultimi anni e previsioni future.
- Fatturati dei principali prodotti ottenuti con le tecniche del DNA-ricombinante e previsioni future.
- Fatturati e bilanci nell'ultimo anno di alcune delle principali aziende internazionali impegnate nelle tecniche del DNA-ricombinante (ingegneria genetica).

Utilizzo di enzimi in processi industriali

- Enzimi grezzi, puri, supportati
- Uso di enzimi in solventi organici
- Produzione industriale del fruttosio
- Produzione industriale di acido acrilico (per resine poliacriliche)
- Produzione industriale di nicotimammide (vitamina PP)
- Produzione industriale di acido ascorbico (vitamina C)
- Produzioni industriali di amminoacidi
- Produzione di aspartame (dolcificante artificiale)
- Produzioni industriali delle penicilline semi-sintetiche
- Produzioni industriali delle cefalosporine semi-sintetiche
- Produzioni di ormoni steroidei

Processi fermentativi per la depurazione delle acque di processo

- Processi di leaching
- Farmacocinetica di farmaci
- Metabolismo di farmaci
- Alcune semplici nozioni di tecnica farmaceutica
- Come nasce e si sviluppa una ricerca in campo farmaceutico
- Situazione attuale e previsioni future dell'industria chimica e farmaceutica italiana e mondiale e problemi derivanti dai costi delle ricerche nell'industria.

41. MISURE ELETTRICHE (F12041)

PROF.SSA SANDRA RONDININI

Il Corso verte sugli aspetti metrologici ed applicativi dell'elettrochimica nel campo dei sistemi per il monitoraggio ed il controllo di grandezze fisiche e chimiche in fluidi naturali ed industriali.

Il Corso viene così articolato:

- Strumenti di misura di grandezze elettriche in c.c.
 - Strumenti analogici
 - Strumenti digitali
- Strumenti di misura di grandezze elettriche in c.a.
 - Misure di resistenza con metodi a ponte
- Misure di grandezze elettriche applicate a sistemi elettrochimici:
 - Misure di impedenza
 - Potenziometro
 - Elettrometro
- Applicazioni analitiche delle misure di f.e.m.
 - Elettrodi indicatori
 - Elettrodi ione- e chemio-selettivi
 - Elettrodi di riferimento
- Misure di temperatura
 - Generalità
 - Termoresistenze

Termocoppie

Firometri a radiazione

- Controllo di processo

Generalità. Evoluzione delle strutture di regolazione. Dinamica del processo.

Ciclo feedback e Regolatori ON-OFF, Flottanti, PID.

Logiche di regolazione feedforward, cascata, rapporto, adattiva.

Durante il corso vengono eseguite esercitazioni numeriche e dimostrazioni pratiche di uso di strumenti. Presso il CTU sono inoltre a disposizione 3 videocassette su "Basic Process Control", "Advanced Process Control" e "Digital Process Control" in lingua inglese, con trascrizione del testo disponibile presso la prof. Sandra Rondinini.

42. CORROSIONE E PROTEZIONE DEI MATERIALI METALLICI (F12042)

PROF. FRANCESCO MAZZA

Parte I

Generalità

Definizioni. Velocità di corrosione. Andamento della corrosione nel tempo. Significato tecnico ed economico della corrosione.

Parte II

Corrosione in ambiente acquoso

Generalità. Natura elettrochimica dei fenomeni di corrosione. Forme di corrosione. Termodinamica dei processi di corrosione. Processi anodici e catodici. Diagrammi potenziale-pH. Cinetica dei processi di corrosione. Riduzione catodica dell'ossigeno. Evoluzione d'idrogeno. Processi catodici di depolarizzazione. Passività. Dissoluzione delle leghe. Teoria dei potenziali misti. Teoria degli elementi galvanici in corto circuito. Misura sperimentale del potenziale anodico, catodico e di corrosione. Misura della velocità di corrosione con metodi elettrochimici. Resistenza di polarizzazione. Processi controllanti. Protezione catodica ed anodica. Dipendenza dei fenomeni di corrosione dal tempo. Polarizzazione chimica, di concentrazione. Intervento di strati filmanti. Fattori termodinamici e cinetici di localizzazione della corrosione umida. Fattori che influenzano la velocità di corrosione umida, temperatura, pressione, turbolenza, fattori geometrici.

Parte III

Morfologia della corrosione in presenza di acqua condensata e condizioni tipiche di corrosione

Corrosione per contatto, per vaiolatura, intestiziale, per fatica, sotto sforzo, per sfregamento, intergranulare. Danneggiamento di idrogeno. Corrosione delle strutture interrato. Corrosione biologica. Corrosione marina. Corrosione atmosferica. Corrosione per correnti disperse. Corrosione nelle acque naturali ed industriali. Corrosione in ambienti organici.

Parte IV

Metodi di protezione

Metodi di protezione che interessano l'ambiente, inibitori anodici, catodici, di adsorbimento, da imballaggio, in fase vapore, metodi di protezione con strati ricoprenti, protezione passiva, protezione mista. Strati di convenzione, ossidazione, anodica, fosfatizzazione. Strati depositati a caldo. Strati depositati per via galvanica. Imperfezioni nei ricoprimenti metallici. Tecniche di protezione catodica.

Parte V

Corrosione ad alta temperatura

Generalità. Aspetti termodinamici e cinetici. Teoria di Wagner. Conduttori ionici ed elettronici. Semiconduttori. Fattori di velocità. Corrosione secca delle leghe. Ossidazione interna. Corrosione da sali fusi.

Parte VI

Metodi di studio della corrosione

Generalità. Indagini diagnostiche. Prove di corrosione. Determinazione ed espressione dei risultati delle prove di corrosione. Prove fondamentali di laboratorio. Prove di controllo e di collaudo. Prove di servizio. Rischio. Affidabilità. Informazione. Tecniche di ispezione e prove non distruttive. Dati di corrosione per le scelte di progetto e di manutenzione correttiva. Scelte di progetto e di manutenzione correttiva. Sistemi esperti. Riviste specializzate e fondamenti bibliografici. Abstracts.

Testi consigliati

G. Bianchi, F. Mazza, Corrosione e protezione dei metalli, Ed. Masson s.p.a., Milano, 1989.

43. NON ATTIVATO

44. CHIMICA INORGANICA (DEI MATERIALI) (F12044) PROF. MICHELE ROSSI

- Ossidi metallici e non metallici. Acidità e basicità, metodi di preparazione, caratterizzazione e applicazioni. Preparazioni di polveri in laboratorio.

- Metalli nobili. Proprietà generali, metodi di preparazione e usi. Catalizzatori a base di metalli nobili. Preparazioni di laboratorio.
- Le modificazioni allotropiche del carbonio. Carboni attivi. Metodi di modificazioni delle superfici.
- Le terre rare. Struttura elettronica. Minerali. Metodi di estrazione e separazione. Usi.

45. NON ATTIVATO

46. NON ATTIVATO

47. NON ATTIVATO

48. SINTESI E TECNICHE SPECIALI INORGANICHE (F12048) PROF. GUIDO BANDITELLI

Proposta di programma

Metodi di sintesi e tecniche di utilizzo di composti inorganici di "ampia" produzione industriale: reattivi; Intermedi; Additivi; Prodotti.
Composti di coordinazione in catalisi: principali metodi di sintesi di complessi clonali; esempi di applicazioni industriali; sviluppo e modifica di catalizzatori in relazione al prodotto
Tecniche di impiego di catalizzatori: eterogeneizzazione, ancoraggio, dispersione, etc.
Recupero di metalli pregiati
Sintesi per vaporizzazione
Esercitazioni di laboratorio: sintesi, purificazione, caratterizzazione ed eventuale utilizzo di composti inorganici.

49. CINETICA CHIMICA E DINAMICA MOLECOLARE (F12049) PROF. PAOLO CARNITI

Introduzione

Richiami dei concetti fondamentali di cinetica chimica svolti in altri corsi.

Teorie cinetiche

Teoria delle collisioni. Teoria dello stato di transizione.

Catalisi

Catalisi omogenea. Meccanismi catalitici. Catalisi acido-basica generale e specifica. Relazione di Bronsted.

Catalisi enzimatica

Meccanismo di Mechealis-Menten. Reazioni con due intermedi e reazioni reversibili. Inibizione da substrato. meccanismi di inibizione. Reazioni con due substrati. Effetto del pH. Effetto della temperatura.

Modelli matematici in cinetica chimica

Impostazione del modello. Metodi di integrazione numerica. Metodi di ottimizzazione. Significatività dei parametri ottimizzanti. Discriminazione tra modelli possibili.

Testi di consultazione

J.W. Moore, R.G. Pearson, Kinetic and Mechanism, J. Wiley, New York, 1981.
K.J. Laidler, P.S. Bunting, The Chemical Kinetics of Enzyme Action, Oxford University Press, Oxford, 1973.

50. BIOCHIMICA INDUSTRIALE (F12050)

PROF. MARCO VANONI

Il corso di Biochimica Industriale intende approfondire argomenti e problematiche attuali, relative all'applicazione delle tecniche e delle metodologie biochimiche ad applicazioni industriali. Verranno esaminate in dettaglio due aree principali: le bioconversioni enzimatiche e l'utilizzo di macromolecole informative nel riconoscimento molecolare, con particolare enfasi sulle possibilità di ingegnerizzazione razionale delle macromolecole.

Bioconversioni

Problematiche generali relative all'utilizzo di enzimi - tanto in soluzione che immobilizzati. Gli anticorpi catalitici. Esame di alcuni processi industriali. Identificazione di potenziali passi limitanti. Applicazioni di alcuni classi di enzimi (lipasi, proteasi, carboidrolasi) nell'industria chimica, farmaceutica, manifatturiera ed alimentare. Cenni di scaling-up.

Ingegneria proteica

Richiami dei principali sistemi di espressione. Richiami di mutagenesi sito-specifica, randomizzata e localizzata. Scelta del sistema di espressione. Produzione di proteine chimeriche e loro uso nello studio di domini funzionali, interazioni proteina/proteina e come ausilio nella purificazioni. Mutagenesi razionale in assenza di informazioni strutturali: alanine scanning delle interfacce proteiche. Screening funzionali in vivo. Sistemi per l'espressione di varianti proteiche: proteine di fusione esposte su fagi filamentosi, clonaggio di anticorpi da librerie, two-hybrid system. Design de novo di molecole proteiche: betabelline e proteine a struttura ripetitiva.

Sonde molecolari

Sonde ad acidi nucleici: principi ed applicazioni. Sonde nonradioattive. Anticorpi monoclonali: preparazione, caratterizzazione e problematiche inerenti all'allestimento di un kit diagnostico. Diagnostica in vivo: gli immunoconiugati, tecniche di sintesi ed applicazioni. Principali di drug targeting: immunotossine e ligandotossine. Anticorpi catalitici.

Biosensori

Generalità. Design di un biosensore. La scelta del detector biologico: enzimi o anticorpi. Biosensori e difesa dell'ambiente.

51. ELETTRICITÀ INDUSTRIALE (F12051)

PROF.SSA SANDRA RONDININI

Introduzione

L'industria elettrochimica: sviluppi e prospettive.

Valutazioni di processo

Costi. Parametri di merito. Parametri dei reattori elettrochimici.

Principi di disegno di cella

Processi elettrolitici: trasporto di materia, distribuzione di corrente, connessione di celle. Tipologia dei reattori elettrochimici: processi continui e discontinui, PFR, CSTR, elettrodi convenzionali e tridimensionali.

Processi elettrochimici di interesse industriale

Estrazione e raffinazione di metalli. Trattamenti superficiali di metalli: elettrodeposizione, anodizzazione, verniciatura. Lavorazione di metalli: electroforming, electromachining, electroetching.

Processi elettrolitici inorganici.

Elettrosintesi organiche.

Trattamento delle acque e protezione ambientale: elettrodialisi, recupero e rigenerazione di reagenti, altri processi di separazione.

Pile e batterie primarie e secondarie

52. METALLURGIA FISICA (F12052)

PROF. ENRICO SIVIERI (DISATTIVATO 1995-96)

53. FOTOCHIMICA (F12053)

DR.SSA ELENA SELLI

Introduzione

Reazioni termiche e fotochimiche. La natura della luce. Stati elettronici di molecole poliatomiche.

Produzione e proprietà di stati eccitati

Assorbimento di luce. Tempi di vita, proprietà geometriche e acido-base di stati eccitati. Energie degli stati eccitati, effetto del sovravente.

Cammini di decadimento di stati eccitati

Rilassamento vibrazionale, transizioni radiative e non radiative. Cinetica di spegnimento di stati eccitati, eccimeri e ecciplessi. Cinetica e meccanismi di reazioni fotochimiche.

Tecniche sperimentali

Sorgenti di luce convenzionali, attinometria. Lasers. Spettroscopia di luminescenza. Tecniche pulsate: laser flash photolysis, radiolisi a impulsi, luminescenza risolta nel tempo.

Processi fotochimici in natura

Fotosintesi. Processo visivo. Reazioni fotochimiche nell'atmosfera e inquinamento dell'aria.

Fotochimica di polimeri

Meccanismi di fotopolimerizzazione e fotoreticolazione. Fotoiniziatori. Fotoinnesto di monomeri per la modifica superficiale di polimeri. Stabilità di polimeri alla luce. Caratterizzazione di polimeri mediante tecniche allo stato eccitato.

Fotocatalisi

Processi fotoelettrochimici su semiconduttori, aspetti termodinamici e cinetici. La fotocatalisi nella conversione di energia solare e nella degradazione di inquinanti.

Altre applicazioni

Fotocromismo. Sintesi fotochimiche. Il processo fotografico.

54. METALLURGIA (F12054)
PROF. ENRICO SIVIERI

La metallurgia di processo:

materie prime, trattamenti preliminari, pirometallurgia, idrometallurgia, elettrometallurgia, colata dei metalli e solidificazione.

Cenni di fisica dei metalli:

il legame nei metalli, reticoli cristallini e metodi per il loro studio, imperfezioni reticolari, metalli e leghe allo stato liquido, solidificazione, meccanismi di rafforzamento.

Diagrammi di stato delle leghe metalliche:

la fase vapore, la fase liquida, le fasi solide, trasformazioni di fase, regole ge-

nerali per l'interpretazione dei diagrammi di stato, diagramma ferrocobalto, raffreddamenti in condizioni di non-equilibrio.

Trattamenti termici:

generalità sui trattamenti termici, punti critici, esperienza di Bain, curve anisotermiche, temprabilità degli acciai, strutture metallografiche degli acciai, trattamenti termici di interesse applicativo, trattamenti termici non tradizionali.

Metodi di studio e controllo dei metalli:

caratteristiche meccaniche prove di resistenza a trazione, a compressione, a flessione, a scorrimento a caldo, di durezza, di resistenza all'urto, a fatica; microscopia ottica, elettronica, analisi EDS-WDS, analisi delle superfici, controlli non distruttivi.

Proprietà del ferro ed influenza di eteroatomi:

gli acciai, acciai da costruzione, per utensili, inossidabili, per usi particolari, superleghe, le ghise.

Metalli e leghe non ferrose:

leghe leggere, leghe di alluminio, di magnesio, di titanio; leghe resistenti alla corrosione, leghe di nichel, di cromo, di molibdeno; leghe per scambio termico, leghe di rame, leghe per usi particolari.

Metallurgia delle polveri:

metodi di produzione e controllo, operazioni di pressatura, trattamenti termici, caratteristiche meccaniche dei sinterizzati.

CONSIGLIO DEL CORSO DI LAUREA IN CHIMICA INDUSTRIALE

PRESIDENTE

Prof. Vittorio Ragaini - Dipartimento di chimica fisica e electrochimica sez. A
- Via Golgi, 19

SEGRETERIA DEL C.C.L.

Sig. Orazio Maccarone - Via Venezian, 21
Orario 10-12 dal lunedì al venerdì
Informazioni
Orario delle lezioni
Domanda di entrata tesi
Varie

RAPPRESENTANTI DEGLI STUDENTI NEL C.C.L.

De Filippis Mario
Parolin Marco

COMMISSIONE PIANI DI STUDIO E TRASFERIMENTI

Prof. Sergio Trasatti - Dip. di chim. fis. ed elettr. Sez. B
Prof. Lucio Forni - Dip. di chim. fis. ed elettr. Sez. A
Prof.ssa Rita Annunziata - Dip. di Chim. Org. e Ind.

COMMISSIONE PER LA TESI DI LAUREA

Prof. Francesco Mazza (presidente) - Dip. Chim. fis. ed elettr. Sez. B
Prof. Piercarlo Fantucci - Dip. Chim. inorg. e metallorganica
Prof. Stefano Maiorana - Dip. Chimica organica e industriale

ISCRITTI A CHIMICA INDUSTRIALE PER L'A.A. 1994-1995 (al 9.3.1995)

Anno di Corso	I	II	III	IV	V	F.C.
	189	138	192	63	19	64

Totale Iscritti 807

* Dati riferiti agli iscritti al Corso di Laurea di Nuovo Ordinamento

**INDIRIZZI DEI DIPARTIMENTI E DEGLI ISTITUTI
SEDI DEI DOCENTI DEI CORSI DI LAUREA IN CHIMICA
E IN CHIMICA INDUSTRIALE**

Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettrochimica (CFE)
Sezione A Via Golgi, 19
Sezione B Via Venezian, 21

Dipartimento di Chimica Inorganica, Metallorganica e Analitica (CIMA)
Via Venezian, 21

Dipartimento di Chimica Organica e Industriale (COI)
Via Venezian, 21

Dipartimento di Fisiologia e Biochimica Generali (BioDip)
Via Celoria, 26

Dipartimento di Matematica (MAT)
Via Saldini, 50

Dipartimento di Scienze Fisiche (FIS)
Via Celoria, 16

**Dipartimento di Scienze della Terra, Sezione di Mineralogia, Petrografia
e Geochimica (DST)**
Via Botticelli, 23

Dipartimento di Chimica Strutturale e Stereochimica Inorganica (CSSI)
Via Venezian, 21

ELENCO DEGLI ARGOMENTI DI TESI DISPONIBILI

Presso gli Istituti e Dipartimenti Chimici di via Venezian, 21.

Avvertenze

Gli argomenti di Tesi qui riportati si intendono adatti per studenti di Chimica Industriale a meno che non sia chiaramente espressa l' idoneità per studenti dell'uno o dell'altro Corso di Laurea sopra nominati. Gli argomenti di Tesi qui riportati sono quelli pervenuti a questa Segreteria e hanno valore di prima informazione.

LA SEGRETERIA DIDATTICA

DIP. CHIMICA STRUTTURALE E STEREOCHIMICA INORGANICA

Le tesi di laurea presso l'Istituto si svolgono nei seguenti settori di ricerca.

*a) Studio strutturale di composto organometallici e a grappolo metallico.
Relazione tra struttura e proprietà chimico-fisiche*

Le ricerche strutturali, mediante diffrattometria a raggi X su cristallo singolo, riguardano numerose classi di composti e di coordinazione ed organometallici sia mononucleari che polinucleari o a grappolo metallico. Vengono studiati composti carbonilici a grappolo, con elevato numero di atomi di metalli del Gruppo VIII, Co, Rh, Ir, Ni e Pt. Questi sono composti modello per lo studio di superficie e di cristalli metallici e della loro interazione con piccole molecole organiche. Altri campi di indagine riguardano i grappoli a metalli misti e quelli contenenti eteroatomi interstiziali (C, N, P, ecc.). Un attivo settore è rappresentato dallo studio strutturale di idruro-carbonili a grappolo di renio e le interazioni di questi con vari substrati organici.

*b) Ultrastruttura di ciglia e flagelli mediante elaborazione di immagini EM.
Metodologie per la ricostruzione delle immagini. Tomografia EM e ricostruzione tridimensionale.*

Il settore di ricerca biocristallografico riguarda la costruzione delle strutture ciliari in una vasta classe di organismi e tipi cellulari. Il laboratorio si occupa sia del lavoro di ricostruzione di immagini ottenute al microscopio elettronico, sia dello sviluppo di metodologie originali. In particolare, vengono attualmente sviluppati metodi di ricostruzione 3D a partire da immagini 2D (tomografia).

c) Scienza dei materiali. Studio strutturale dei materiali mediante diffrazione di polveri.

Vengono studiati con luce di sincrotrone ossidi e solfuri policristallini d'interesse tecnologico (conduttori protonici, semi- e superconduttori). Inoltre vengono messi a punto la strumentazione e gli algoritmi di analisi. È prevista l'estensione delle procedure sperimentali e computazionali a materiali metallorganici utilizzando diffrattometri a polveri convenzionali.

d) Microscopia non convenzionali ad effetto tunnel (STM) e a forza atomica (AFM).

Settore di ricerca intrapreso recentemente. Vengono studiati depositi superficiali I) di complessi e di composti metallorganici; II) di idrocarburi ad alto peso molecolare; III) di ossidi e idrossidi di metalli di transizione e IV) di proteine quali actina e tubulina, in presenza di sostanze interferenti con la loro polimerizzazione. Verranno inoltre studiati cristalli organometallici per correlare i difetti e la periodicità superficiale a fenomeni di geminazione e disordine.

e) *Caratterizzazione cristallografica, strutturale ed analitica di minerali di terre rare e di uranio.*

La caratterizzazione strutturale mediante diffrazione di raggi X, accoppiata a determinazione analitiche con microsonda elettronica vengono utilizzate per stabilire la cristallografica di alcuni gruppi di minerali contenenti lantaninidi ed uranio.

f) *Razionalizzazione della stereochimica e della energetica di sistemi organometallici mediante l'uso integrato di Grafica Computazionale, Meccanica Molecolare ed Extended Hueckel.*

Vengono sviluppati pacchetti di grafica molecolare per PC e modelli originali di Meccanica Molecolare per cluster carbonilici. Sono studiati cluster icosaedrici e cubo-ottaedrici al fine di chiarire il ruolo di atomi interstiziali. È previsto lo studio di strutture periodiche mediante il calcolo dell'energia reticolare con potenziali empirici atomo-atomo e con metodi tight-binding.

DIPARTIMENTO DI CHIMICA INORGANICA E METALLORGANICA

<i>Proponente</i>	<i>Argonento N°</i>
Prof.ssa ANGOLETTA	1
Prof. ARANEO	2-13
Dr. ARDIZZOIA	14
Dr.ssa BANDINI	3
Prof. BANDITELLI	3
Prof.ssa BERINGHELLI	10
Prof. CARIATI	4
Prof. CASELLA	5
Prof. CENINI	6-7
Prof. CERIOTTI	8
Prof. CESAROTTI	9
Dott. CROTTI	6
Prof. D'ALFONSO	10
Dr. DELLA PERGOLA	8-19
Prof. DOSSI	20-22-23
Prof. FANTUCCI	11
Prof.ssa FRENI	12
Dr. FUMAGALLI	19
Prof. FUSI	20-22
Prof. GARLASCHELLI	8-15-19
Prof. GIUSTO	2-13
Prof. GULLOTTI	5
Prof. LA MONICA	14
Prof.ssa M.C. MALATESTA	15
Prof. MARTINENGO	19
Prof.ssa MORAZZONI	16
Prof. PACCHIONI	11
Prof. PASINI	17
Prof. PIZZOTTI	6-21
Prof.ssa PORTA	7
Dr.ssa PRATI	18
Dr. PSARO	20-21
Dr. F. RAGAINI	6
Prof. ROSSI	18
Prof. SARTORELLI	15
Dr. TOLLARI	6-7
Prof. R. UGO	20-21-23
Prof. G.M. ZANDERIGHI	21-22-23

1. PROF.SSA ANGOLETTA MARIA

Argomenti di tesi:

- 1) Composti di acetilene di Iridio con acetilene composti.
- 2) Reattività degli idruri dei metalli di transizione con DiAzoacetato di Etile.

Note: Solo per Chimici.

2. PROF. ARENEO ANTONIO, PROF. GIUSTO DOMENICO

Argomento di tesi:

- 1) Recupero di metalli da fanghi industriali. Ricerche sulla depurazione di scarichi industriali.

3. PROF. BANDITELLI GUIDO, DR.SSA BANDINI ANNA LAURA

Argomenti di tesi:

- 1) Nuovi complessi di metalli del gruppo del platino con idrogeno: idruri di e trimetallici. Sintesi, studio di processi dinamici in soluzione e reattività.
- 2) Sintesi e caratterizzazione di complessi con fosfine mono e bidentate con particolari caratteristiche di asimmetria e loro potenzialità in catalisi.
- 3) Complessi di metalli del gruppo del platino con nuovi leganti ibridi al fosforo e all'azoto; caratterizzazione in soluzione, allo stato solido e in fase vapore.
- 4) Impiego della spettrometria di massa nello studio di composti di coordinazione; relazione tra la reattività di composti in vapore e in fase condensata.

4. PROF. CARIATI FRANCESCO

Argomenti di tesi:

- 1) Studio spettroscopico delle proprietà di nuovi materiali inorganici mediante IR, Raman, EPR, UV-visibile e Mössbauer.
- 2) Applicazione di tecniche spettroscopiche e analitiche nello studio di agenti inquinanti dell'atmosfera e delle acque.
- 3) Applicazione di tecniche spettroscopiche analitiche nel campo della conservazione e recupero di monumenti ed opere d'arte.
- 4) Studio spettroscopico di equilibri in soluzione di complessi di metalli di transizione.

5. PROF. CASELLA LUIGI, PROF. MICHELE GULLOTTI

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi di modelli di metallo-proteine e metallo-enzimi.

- 2) Catalisi ossidativa biomimetica; attivazione dell'ossigeno e di altre specie ossigenate.
- 3) Reattività di residui di aminoacidi Coordinati a ioni metallici: sistemi modello per la vitamina B6.
- 4) Caratterizzazione e attività di metallo-proteine naturali contenenti Cu e Fe.

6. PROF. CENINI SERGIO, PROF.SSA PIZZOTTI MADDALENA, DR. CORRADO CROTTI, DR. FABIO RAGAINI, DR. STEFANO TOLLARI

Argomenti di tesi:

Composti organometallici nella sintesi organica:

- 1) Sintesi e reattività di composti organometallici con legami multipli metallo-legante organico.
- 2) Sintesi di isocianati, carbammati, uree e derivati eterociclici da nitro e nitroso derivati catalizzate da composti organometallici di metalli di transizione.
- 3) Formazione del legame carbonio-azoto per somma di ammine ad olefine catalizzata da composti organometallici di metalli di transizione.
- 4) Reazioni di trasferimento di residui nitrenici su idrocarburi insaturi catalizzate da metallo-porfirine.
- 5) Reazioni di metallazione e di funzionalizzazione di derivati eterociclici.

7. PROF. CENINI SERGIO, PROF.SSA PORTA FRANCESCA, DR. STEFANO TOLLARI

Argomenti di tesi:

- 1) Chimica organometallica: ossidazioni stechiometriche e catalitiche di composti organici con complessi di metalli di transizione.
- 2) Preparazione di micro particelle metalliche: reattività e catalisi su substrati organici.
- 3) Nuovi materiali: preparazione di particelle colloidali di ossidi misti a base di metalli di transizione e terre rare.

8. PROF. CERIOTTI ALESSANDRO, DR. DELLA PERGOLA ROBERTO, PROF. GARLASCHELLI LUIGI

Argomenti di tesi:

Composti polinucleari metallici, stabilizzati da leganti carbonilici

- 1) Sintesi di clusters metallo-carbonilici omoelementari ed eterometallici di elementi dell'VIII gruppo.

- 2) Reattività dello scheletro metallico e dei gruppi leganti nei clusters metallo-carbonilici.
- 3) Reazione di piccole molecole organiche con clusters metallo-carbonilici attivati chimicamente o termicamente.
- 4) Attivazione del monossido di carbonio e funzionalizzazione di substrati organici mediante l'uso di clusters metallo-carbonilici.
- 5) Impiego di clusters e/o composti mononucleari metallo-carbonilici in catalisi omogenea.

Note: Le tesi prevedono l'impiego di apparecchiature atte alla manipolazione in atmosfera inerte nel periodo di tesi lo studente acquista familiarità con le principali tecniche di analisi spettroscopica finalizzata alla caratterizzazione strutturale di composti metallorganici (I.R., N.M.R. multinucleare, massa, microscopia elettronica).

9. PROF. CESAROTTI EDOARDO

Argomenti di tesi:

- 1) Chimica organometallica: sintesi, caratterizzazione e reattività di complessi metalli di transizione chirali al centro metallico.
- 2) Chimica organometallica: sintesi e caratterizzazione di nuovi materiali con proprietà mesomorfe; preparazione e studio delle proprietà di cristalli liquidi chirali, in particolare di cristalli liquidi ferroelectrici
- 3) Catalisi omogenea e sintesi di "fine chemicals": sintesi di prodotti ad attività biologica (PAF, α - e β -bloccanti, ipocolesterolemici, zuccheri) tramite riduzioni stereocontrollate o creazione di stereocentri per formazione di legami C-C catalizzate da complessi di metalli di transizione con leganti chirali.

10. PROF. D'ALFONSO GIUSEPPE, PROF.SSA BERINGHELLI TIZIANA

Argomenti di tesi:

- 1) Studio della reattività ed indagine sui meccanismi di reazione in composti organometallici mono e polinucleari.
- 2) Preparazione di nuovi catalizzatori a partire da cluster omo ed eterometallici eterogeneizzati su supporti inorganici.
- 3) Studio delle proprietà strutturali e dinamiche di composti organometallici tramite spettroscopia NMR.

La parte di laboratorio, che generalmente comporta l'apprendimento di tecniche analitiche e/o preparative quali la cromatografia su strato sottile, la gascromatografia, la spettrofotometria ad infrarosso, la conduttimetria, l'interpretazione di spettri NMR 1D, potrà anche essere affiancata, a seconda degli interessi dello studente, con una parte di elaborazione numerica dei risultati al computer (modelli cinetici) o con l'apprendimento di tecniche avanzate di spettroscopia NMR.

11. PROF. FANTUCCI PIERCARLO, PROF. PACCHIONI GIANFRANCO

Argomenti di tesi:

- 1) Indagine teorica sulla struttura e sulle proprietà elettroniche di clusters metallo-carbonilici (per Chimici).
- 2) Studio teorico dell'interazione tra superfici di ossidi e clusters supportati.
- 3) Relazione tra struttura elettronica, proprietà e reattività in complessi inorganici.

Note: Le tesi proposte consistono nell'utilizzo di programmi di calcolo quantomeccanico e sono consigliabili a studenti interessati all'uso del computer in chimica

12. PROF.SSA FRENI MARIA

Argomento di tesi:

- 1) Comportamento dell'acido ascorbico con complessi di rame e zirconio (solo per Chimici).

13. PROF. GIUSTO DOMENICO, PROF. ARANEO ANTONIO

Argomenti di tesi:

- 1) Ricerche per recupero di metalli da fanghi industriali e soluzioni: individuazione di processi chimici e chimico fisici per la separazione ed il recupero.
- 2) Ricerche sull'innoquizzazione dei fanghi derivanti dai processi di depurazione industriale.
- 3) Analisi di cicli produttivi finalizzate alla individuazione delle migliori tecnologie per la minimizzazione degli impatti di talune lavorazioni sull'ambiente di lavoro ed esteri.
- 4) Definizione quali-quantitative delle tipologie di rifiuti derivanti dalle lavorazioni industriali.

Note: Le ricerche suddette si prefiggono:

- la verifica scientifica dei metodi individuali;
- la verifica tecnica al fine di definire la loro fattibilità attraverso costi-benefici.

14. PROF. LA MONICA GIROLAMO, DR. ARDIZZOIA G. ATTILIO

Argomenti di tesi:

- 1) Attivazione e funzionalizzazione del biossido di carbonio mediante reazioni assistite dal centro metallico: formazione di legami C-C e C-N.

- 2) Attivazione dell'ossigeno molecolare ed ossidazione di substrati organici per mezzo di reazioni assistite da complessi metallici.

**15. PROF.SSA MALATESTA MARIA CARLOTTA,
PROF. GARLASCHELLI LUIGI,
PROF. SARTORELLI UGO**

Argomenti di tesi:

Reazione degli alogeni-carbonili dei metalli del VIII gruppo con acetileni di-sostituiti.

- 1) Sintesi e reattività di anelli pentaatomici insaturi contenenti Pt come intermedi di processi catalitici.
- 2) Studio del meccanismo di inserzione del triplo legame acetilenico nel legame metallo-alogeno e/o metallo-carbonio.

Note: Verranno utilizzate per lo studio delle reazioni e per la caratterizzazione dei complessi isolati: la spettroscopia I.R., la spettrometria N.M.R. multinucleare (¹³C, ³¹P, ¹⁹⁵Pt) e la spettrometria di massa.

16. PROF.SSA MORAZZONI FRANCA

Argomenti di tesi:

- 1) *Reattività e difetti di superficie in sensori ambientali*

È oggetto di indagine la reattività superficiale di sensori elettrochimici e di sensori a semiconduttore, impiegabili nella rivelazione di gas tossici (CO, NO_x).

Lo studio spettroscopico è volto ad individuare i difetti delle superfici elettrodeiche e dei film sottili responsabili delle modificazioni elettriche dal materiale esposto ai gas; la caratterizzazione elettrica, in collaborazione con i lab. dei Prof. Mari e Pizzini, studierà il meccanismo di traduzione della reattività chimica superficiale in segnale elettrico, allo scopo di mettere a punto alcuni prototipi di dispositivo.

Tesi adatta a chimici industriali degli indirizzi inorganico, chimico fisico, elettrochimico e analitico.

- 2) *Monitoraggio clinico di terapie antitumorali chimiche e radianti*

Sono oggetto di indagine schemi non convenzionali per la somministrazione di chemioterapici antineoplastici contenenti metalli, secondo protocolli di infusione continua, accoppiata a radioterapia. Attraverso il monitoraggio del farmaco e dei suoi metaboliti nel plasma dei pazienti si cerca di minimizzare la quantità di chemioterapico somministrato e di ottimizzare la temporizzazione del trattamento radioterapico. In collaborazione con l'Istituto dei Tumori, che arruolerà i pazienti, verrà monitorato anche lo stato di avanzamento della terapia mediante tecniche di tomografia convenzionale a raggi X, nonché messo a punto, in collaborazione con il Dott. Narducci (Dip. Chimica Fisica), un tomografo ad impedenza.

17. PROF. PASINI ALESSANDRO

Argomenti di tesi:

- 1) *Composti di coordinazione ad attività antitumorale.*

- a) Sintesi di complessi di platino e di altri minerali con potenziale attività antitumorale.
- b) Studio della reattività di tali complessi con biomolecole quali nucleosidi, nucleotidi, DNA e loro modelli semplici; Finalità: Comprensione delle relazioni attività struttura indispensabili per poter progettare complessi ad elevata attività farmacologica e bassa tossicità.

- 2) *Reattività di substrati organici in presenza di complessi metallici in elevato stato di ossidazione.*

Ossidazione, riduzioni, solvolisi, ecc., di substrati come olefine, nitrili, ammine promossi da complessi di metalli in stato di ossidazione relativamente elevato.

Finalità: Comprensione degli aspetti red ox della interazione metallo substrato, finalizzata sia alla catalisi che alla reazione in condizioni stechiometriche.

**18. PROF. ROSSI MICHELE,
DR.SSA PRATI LAURA**

Argomenti di tesi:

- 1) Preparazione e test di valutazione di catalizzatori eterogenei per reazione di applicazione industriale.
- 2) Metodologie catalitiche per la trasformazione ed il recupero di residui tossici e nocivi.
- 3) Attivazione dell'ossigeno molecolare sulla superficie del rame. Studio di reazione di ossidazione, ossigenazione ed ossidrilazione di molecole organiche.

**19. PROF. MARTINENGO SECONDO,
DR. FUMAGALLI ALESSANDRO,
PROF. GARLASCHELLI LUIGI**

Argomenti di tesi:

Composti organometallici nella sintesi

- 1) Sintesi e caratterizzazione di carbonili polinucleari (a "cluster") omoo eterometallici dei metalli di transizione, con o senza eteroatomi interstiziali.
- 2) Reazione dell'ossido di carbonio catalizzata da carbonil-anioni dei metalli dell'ottavo gruppo.

3) Sintesi dei clusters ad alta nucleolarità e studio delle loro relazioni con le fasi dello stato solido.

Note: Durante il periodo di tesi lo studente apprenderà sia le tecniche di sintesi e di manipolazione in atmosfera inerte di composti sensibili all'aria, che quelle atte alla loro caratterizzazione, come la spettroscopia IR. ed N.M.R. multinucleare. Il terzo argomento di tesi dovrebbe essere svolto in collaborazione con un docente dell'Istituto di Chimica Strumentistica Inorganica, e prevede l'acquisizione di tecniche di diffrattometria di polveri.

**20. PROF. UGO RENATO,
DR. PSARO RINALDO,
PROF. DOSSI CARLO,
PROF. FUSI ACHILLE**

Argomenti di tesi:

- Catalisi eterogenea con clusters carbonilici metallici supportati su ossidi.
- Metodologie innovative di preparazione di catalizzatori metallici su ossidi, zeoliti e altri materiali.

**21. PROF. ZANDERIGHI GIAN MARIA,
DR. PSARO RINALDO,
PROF. UGO RENATO,
PROF. PIZZOTTI MADDALENA**

Argomenti di tesi:

- Chimica organometallica di superficie di clusters carbonilici supportati su ossidi inorganici.
- Sintesi e caratterizzazione di complessi carbonilici con gruppo idrossilico o silanolico come composti modello di specie organometalliche di superficie.
- Composti organometallici e complessi porfirinici come materiali con proprietà ottiche non lineari.

**22. PROF. DOSSI CARLO,
PROF. ZANDERIGHI GIAN MARIA,
PROF. FUSI ACHILLE**

Argomenti di tesi:

- Metodologie analitiche strumentali avanzate applicate alla caratterizzazione analitica di catalizzatori metallici.
- Tecnologie avanzate di recupero e riciclo di metalli preziosi a partire da materiali esausti.

**23. DR. PSARO RINALDO,
PROF. UGO RENATO,
PROF. ZANDERIGHI GIAN MARIA,
PROF. DOSSI CARLO**

Argomenti di tesi:

- 1) Abbattimento di NO_x con catalizzatori eterogenei.
- 2) Separazione e recupero di metalli nobili da soluzioni mediante carbonilazione (per es. da catalizzatori esausti).

DIPARTIMENTO DI CHIMICA FISICA ED ELETTROCHIMICA

<i>Proponente</i>	<i>Argomento N°</i>
Prof.ssa ARDIZZONE	1
Dr. BARZAGHI	11
Prof. BELLOBONO	2
Prof. BELTRAME Paolo	3
Prof. BELTRAME PierLuigi	4-27
Dr.ssa C.L. BIANCHI	21
Dr. CARLI	21
Prof. CARNITI	5
Dr.ssa CASTELLI	4-27
Prof. CATTI	6
Prof. DESTRO	7-11
Prof. FIORI	8
Dr. FOIS	11
Prof. FORMARO	9
Prof. FORNI	10
Prof. GAMBA	11
Prof. GAVEZZOTTI	12
Dr. GIANNANTONIO	21
Dr.ssa GERVASINI	21
Prof. LONGHI	13
Prof. MARI	14
Prof. MAZZA	15
Prof. MOROSI	11-16
Prof. MUSSINI	17
Dr.ssa P.R. MUSSINI	17-22
Dr. NARDUCCI	20 bis
Prof. OLIVA	18-28
Prof.ssa PAGLIA	27
Prof. PITEA	19
Prof. PIZZINI	20
Prof. RAGAINI	21
Prof.ssa RONDININI	22
Dr.ssa SELLI	2-28
Prof. SIVIERI	23
Prof. TANTARDINI	24
Dr. TODESCHINI	25
Prof. TRASATTI	26

1. PROF.SSA ARDIZZONE SILVIA

Argomenti di tesi:

- 1) Preparazione e caratterizzazione (massiva, superficiale ed interfase) di ossidi in condizioni di elevata suddivisione. Ottanimento di precursori di materiali ceramici avanzati.
- 2) Termodinamica e cinetica de.l'assorbimento di tensioattivi e coloranti su ossidi in sospensione (in collaborazione con la Prof.ssa G. Gabrielli dell'Università di Firenze). Ricaduta su processi di: stabilità di sospensioni colloidali, flottazione di minerali e recupero assistito del petrolio.
- 3) Studio della modellistica relativa ad interfasi elettrificate e simulazione numerica dell'andamento dei parametri rilevanti del sistema.

2. PROF. BELLOBONO IGNAZIO RENATO, DR.SSA SELLI ELENA

Argomenti di tesi:

1) *Chimica fisica ambientale*

- 1a) Interazione di microinquinanti di origine antropica e industriale (radionuclidi o metalli pesanti) con materiali organici ed inorganici dei suoli e delle acque (in collaborazione con Institute of Environment, JTC/EC Ispra (Va)) e modelli matematici relativi.
- 1b) Modelli matematici e cinetici relativi a produzione di microinquinanti nei processi di combustione (SO_x , NO_x ...).
- 1c) Metodologie innovative di denitrificazione e desolfurazione dei fumi di combustione di centrali termoelettriche mediante processi a membrana.
- 1d) Interazione fra rappresentazione teorica e approccio sperimentale nella formulazione di modelli matematici per la valutazione di problematiche ambientali.
- 1e) Degradazione fotocatalizzata di acque contenenti microinquinanti organici (cloroorganici) (studi cinetici in impianto pilota).

2) *Fotochimica in soluzione e fotochimica in polimeri*

- 2a) Studi cinetici sulla fotochimica in soluzione di composti aromatici azometinici.
- 2b) Studi cinetici del fotoinnesto e della fotopolimerizzazione di monomeri acrilici ed alilici polifunzionali mediante tecniche ERP, ENDOR, ESCA (compresi studi applicati alla salvaguardia dei beni culturali).
- 2c) Influenza dei sistemi fotocatalitici nei processi di cui in 2b).

3) *Membrane fotosintetiche; separazione e reazione ad alta selettività*

- 3a) Proprietà termodinamiche e cinetiche di membrane fotosintetiche immobilizzanti sorbenti, reagenti, catalizzatori, biocatalizzatori.
- 3b) Reattori piloti nei processi a membrana (depurazione di microinquinanti in fase liquida e gassosa, potabilizzazione di acque).

- 3c) Reattori biotecnologici a membrane fotoinnestate immobilizzanti biocatalizzatori.
- 3d) Messa a punto di nuovi kits diagnostici da utilizzare per l'esecuzione di tests di base in immunematologia (in collaborazione con Centro Trasfusionale e di Immunologia dei Trapianti, Ospedale Policlinico).
- 3e) Progettazione e realizzazione di filtri ad azione immunospecifica per la rimozione di contaminanti biologici dal sangue (in collaborazione con Centro Trasfusionale e di Immunologia dei Trapianti, Ospedale Policlinico).

- 4) Metodiche radiochimiche e radioanalitiche per la determinazione di purezza di radiofarmaci e materiali per uso biomedico prodotti in ciclotrone, nonché per la separazione selettiva di radionuclidi nel fuel reprocessing (in collaborazione con laboratorio ciclotrone e laboratorio radiochimica del dipartimento di Fisica).

3. PROF. BELTRAME PAOLO

Argomento di tesi:

- 1) Studio di alchilazioneioni in fase gas/solido, su catalizzatori zeolitici.

Note: Tesi adatte per studenti del C.L. in Chimica Industriale.

4. PROF. BELTRAME PIER LUIGI, DR.SSA CASTELLI ANTONELLA

Argomenti di tesi:

- 1) Studio cinetico dell'idrolisi di polisaccaridi naturali.
- 2) Studio cinetico della degradazione termica e catalitica di polimeri sintetici.
- 3) Studio della degradazione termica della materia organica contenuta nei sedimenti per la messa a punto di modelli cinetici di formazione del petrolio.

5. PROF. CARNITI PAOLO

Argomenti di tesi:

- 1) Cinetica dell'idrolisi acida di polisaccaridi naturali con catalizzatori acidi solidi.
- 2) Cinetica della conversione catalitica dei carboidrati.
- 3) Cinetica della degradazione termica e catalitica di polimeri sintetici.

Note: Gli argomenti di tesi si inquadrano nelle problematiche dello sfruttamento di fonti energetiche rinnovabili e del recupero di materiali di scarto.

6. PROF. CATTI MICHELE

Argomenti di tesi:

- 1) Modelli quantistici e semiclassici per il calcolo di proprietà strutturali, vibrazionali ed elettroniche di solidi cristallini ideali e difettivi.
- 2) Preparazione (sintesi ad alta temperatura) e caratterizzazione chimico-fisica (raggi X, analisi termiche) di ossidi misti con proprietà di conduttori ionici e superconduttori ad alta temperatura critica.

7. PROF. DESTRO RICCARDO

Argomenti di tesi:

- 1) Determinazione di proprietà elettrostatiche (densità elettronica, potenziale elettrostatico, gradiente di campo elettrico) in cristalli molecolari da misure di diffrazione di raggi X.
- 2) Studio della dipendenza della temperatura (nel campo 15-300 K) di fenomeni dinamici in solidi cristallini (equilibri conformazionali, trasferimento di protoni, trasformazione di fase).

8. PROF. FIORI GIORGIO

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi organica per via elettrochimica (solo per Chimici Industriali).

9. PROF. FORMARO LEONARDO

Argomenti di tesi:

- 1) Studio di processi di formazione di ossidi monodispersi per precipitazione da soluzioni acquose (materiali colloidali per impiego come pigmenti, materiali ceramici, catalizzatori e ausiliari).
- 2) Studio del comportamento dei materiali dal punto precedente in sospensioni acquose (proprietà acido-base, adsorbimento e scambio ionico). Trattazione modellistica di tali sistemi.
- 3) Studio del comportamento di film sottili di ossidi (da preparazione chimiche o elettrochimiche) in soluzioni acquose o in fase gas come elettrodi catalitici o indicatori.

10. PROF. FORNI LUCIO

Argomenti di tesi:

Gli argomenti di tesi di laurea riguardano la Catalisi Eterogenea, essenzialmente gas-solido, nei suoi vari aspetti, con particolare riferimento alla applicazione a processi di interesse industriale. Pertanto lo studente può applicarsi

a: preparazione, caratterizzazione, ottimizzazione della composizione del catalizzatore; studio cinetico della reazione catalitica, allo scopo di determinare la dipendenza del comportamento del catalizzatore, in termini di attività, selettività e durata nel tempo, dai parametri di reazione, come temperatura, pressione, concentrazione dei reagenti, ecc., con ricerca della eventuale presenza di effetti diffusionali; studio del meccanismo della reazione catalitica di interesse. I catalizzatori presentemente allo studio sono: a) zeoliti, eventualmente additivate, da impiegarsi per reazione di catalisi acido-base; b) miscele di ossidi di metalli di transizione, da impiegarsi per la sintesi di prodotti o intermedi della chimica fine, ovvero di decontaminazione di gas di scarico civili o industriali, da inquinanti come CC , NO_x , HC .

Un particolare argomento di ricerca riguarda infine lo studio del desorbimento-diffusione di molecole sonda in catalizzatori zeolitici.

- 1) Studio del disinquinamento di effluenti gassosi mediante processi catalizzati da ossidi metallici.
- 2) Deidrogenazione catalitica della Etil-Piridina.
- 3) Disidratazione catalitica di 2 - (2-Idrossital) Piridina

**11. PROF. GAMBA ALDO,
PROF. MOROSI GABRIELE,
DR. BARZAGHI MARIO,
DR. FOIS ETTORE**

Argomenti di tesi:

- 1) Proprietà termodinamiche di liquidi e soluzione mediante metodi statistici.
- 2) Studio di proprietà strutturali e dinamiche di zeoliti naturali e artificiali mediante la dinamica molecolare.
- 3) Applicazione delle spettroscopie ESR ed ENDOR allo studio del meccanismo di reazioni organiche e della struttura e proprietà dinamiche di radicali in soluzione.
- 4) Studio teorico e sperimentale del chemical shift di eteroatomi (in collaborazione con il prof. G. Pagani).

Note: Gli argomenti 1 e 2 sono di natura teorica, il 3 è sperimentale, il 4 è teorico/sperimentale.

12. PROF. GAVEZZOTTI ANGELO

Argomento di tesi:

- 1) Struttura e proprietà di solidi e cristalli organici molecolari.

Note: Per studenti di Chimica, Chimica Industriale, Fisica, CTF.

13. PROF. PAOLO LONGHI

Argomenti di tesi:

- 1) Termodinamica di, e processi di trasporto in, soluzioni elettrolitiche in solventi acquosi, non acquosi e misti.
- 2) Elettrodi ionoselettivi.
- 3) Trattamento elettrochimico di reflui.

14. PROF. MARI CLAUDIOMARIA

Argomenti di tesi:

- 1) Studio e caratterizzazione delle proprietà elettriche e strutturali di elettrodi solidi protonici.
- 2) Studio delle proprietà elettriche di super conduttori ad elevata temperatura.
- 3) Studio e realizzazione di dispositivi elettrochimici allo stato solido per la determinazione dell'attività di specie gassose (Cl_2 , NO_x , CO_2 , H_2S , SO_x , H_2).

15. PROF. MAZZA FRANCESCO

Argomenti di tesi:

- 1) Tensocorrosione ed infragilimento da idrogeno di leghe per scambio termico.
- 2) Monitoraggio dei processi di corrosione.
- 3) Comportamento alla corrosione di acciai inossidabili di nuova generazione.
- 4) Processi di innesco e sviluppo della corrosione localizzata.

16. PROF. MOROSI GABRIELE

Argomenti di tesi:

- 1) Sviluppi del metodo Monte Carlo Quantistico.
- 2) Simulazione Monte Carlo di coppie ioniche.
- 3) Calcolo parallelo in chimica: sviluppo di software parallelo.

**17. PROF. MUSSINI TORQUATO,
DR.SSA MUSSINI PATRIZIA**

Argomenti di tesi:

- 1) Equilibri in soluzioni non acquose o miste.
- 2) Elettrodi di misura e di riferimento non convenzionali.
- 3) Membrane e sensori ionoselettivi e chemioselettivi.
- 4) Standards pH-metrici e p ionometrici in solventi non acquosi o misti.
- 5) Solvatazione ionica e processi di trasporto.

18. PROF. OLIVA CESARE

Argomenti di tesi:

- 1) Caratterizzazione di difetti puntiformi in SiO₂ cristallino ed amorfo con tecniche EPR/ENDOR.
- 2) Studi di suscettività, di risonanza di spin elettronico e di spettroscopia ENDOR su cluster carbonilici molecolari, modelli di superfici metalliche (in collaborazione con Prof. F. Morazzoni) (solo per Chimici).

Note: Lo studio è finalizzato alla conoscenza dei difetti che hanno un ruolo nelle proprietà di trasporto elettrico delle strutture MOS (metallo-ossido-semiconduttore) e di assorbimento ottico nelle fibre ottiche. (In collaborazione con il Dipartimento di Fisica e nell'ambito delle tematiche della Scuola di Specializzazione in Scienza e Tecnologia dei Materiali).

19. PROF. PITEA DEMETRIO

Argomenti di tesi:

- 1) Studio delle relazioni tra la struttura molecolare e l'attività biologica mediante metodi teorici di modellistica molecolare e metodi sperimentali.
- 2) Sviluppo di sistemi esperti per la modellistica chimica.
- 3) Studio della reattività nelle reazioni di Diels-Adler e nelle 1,3-dipolari.
- 4) Studio dei meccanismi di formazione/distruzione di microinquinanti organoclorurati nelle reazioni di pirolisi/combustione di singoli composti o materiali (su scala di laboratorio) e nei processi di combustione (su scala pilota e industriale).
- 5) Valutazione di impatto ambientale di processi industriali.

20. PROF. PIZZINI SERGIO

Argomenti di tesi:

- 1) Semiconduttori cristallini: studio dei difetti puntuali ed estesi e della loro interazione mediante tecniche elettriche e spettroscopiche.
- 2) Crescita di cristalli per applicazioni optoelettroniche e loro caratterizzazione elettrica e ottica.
- 3) Studio spettroscopico delle interazioni di gas ossidanti e riducenti su superfici di ossido di stagno.

20 BIS. DR. NARDUCCI DARIO

Argomenti di tesi:

- 1) Studio dei processi di trasporto di carica in biossido di silicio cristallino e amorfo puro e drogato (in collaborazione con il prof. G. Spinolo, Dipartimento di Fisica).

- 2) Messa a punto di processi di sintesi di biossido di silicio iper-puro e drogato con tecniche di Chemical Vapor Deposition (in collaborazione con il prof. G. Spinolo, Dipartimento di Fisica).
- 3) Deposizione di film sottili strutturati di materiali inorganici per applicazioni nel campo dei sensori a stato solido (in collaborazione con il prof. S. Pizzini).

21. PROF. RAGAINI VITTORIO, DR. C.L. BIANCHI, DR. R. CARLI, DR. R. GIANNANTONIO, DR.SSA A. GERVASINI

Argomenti di tesi:

- 1) Caratterizzazione di catalizzatori metallici supportati mediante chemisorbimento, desorbimento termico in alto vuoto, spettroscopia fotoelettronica a raggi X.
- 2) Sonochimica.
- 3) Catalisi ambientale.
- 4) Reazioni e reattori per processi catalitici.

22. PROF.SSA RONDININI SANDRA,

Argomenti di tesi:

- 1) Caratterizzazione elettrochimica di membrane a scambio ionico, e loro applicazioni in processi di interesse industriale (preferenzialmente per Chimici Industriali)
- 2) Elettrosintesi organiche (per Chimici e Chimici Industriali)
- 3) Elettrodi metallo-idrogeno (per Chimici e Chimici Industriali)

23. PROF. SIVIERI ENRICO

Argomenti di tesi:

- 1) Fenomeni di corrosione ad alta temperatura di leghe metalliche sotto deposito di sali fusi.
- 2) Problemi di corrosione negli impianti per la produzione di energia.
- 3) Monitoraggio dei processi di corrosione ad alta temperatura.

24. PROF. TANTARDINI GIAN FRANCO

Argomenti di tesi:

- 1) Studio degli aspetti dinamici del chemisorbimento di O₂ sulla superficie Ag(110) con traiettorie classiche di reazione;

- 2) Studio dell'influenza che lo scambio di energia molecola-superficie ha sul chemisorbimento di H₂ sulla superficie Cu(111);
- 3) Studio dell'adsorbimento di H₂ su superfici di rame con il metodo Coupled Channel Wave Packet

25. DR. TODESCHINI ROBERTO

Argomenti di tesi:

- 1) Analisi conformazionale con metodi semi-empirici quantistici e classici a molecole di interesse organico.
- 2) Applicazioni di tecniche chemometriche a problemi di interesse chimico-fisico e biochimico.

26. PROF. TRASATTI SERGIO

Argomenti di tesi:

- 1) Studio dell'interfase ossido/soluzione elettrolitica.
- 2) Caratterizzazione elettrochimica di materiali elettrodici per impieghi tecnologici.
- 3) Elettrocatalisi organica e inorganica.

27. PROF. BELTRAME PIERLUIGI, PROF.SSA PAGLIA DUBINI ERNESTINA, DR.SSA CASTELLI ANTONELLA

Argomenti di tesi:

- 1) Caratterizzazione strutturale di polimeri mediante lo studio cinetico della isomerizzazione di azocoloranti in essi dispersi.
- 2) Effetti catalitici sulle reazioni fotocromiche.

28. DR.SSA SELLI ELENA

Argomenti di tesi:

- 1) Caratterizzazione mediante tecniche EPR/ENDOR di radicali generati nella fotopolimerizzazione di monomeri multifunzionali e nell'irraggiamento di polimeri (in collaborazione con il prof. Cesare Oliva).
- 2) Interazioni all'interfaccia con ossidi, fotocatalisi e fotodegradazioni in sistemi acquatici naturali (in collaborazione con l'Istituto per l'Ambiente del Centro Comune di Ricerca della Comunità Europea di Ispra).

DIPARTIMENTO DI CHIMICA ORGANICA E INDUSTRIALE

<i>Proponente</i>	<i>Argomento N°</i>
Prof.ssa ANNUNZIATA	1
Dr.ssa BALDOLI	10
Dr. BANFI	13
Dr.ssa BERETTA	23
Dr.ssa BERLIN	15
Dr.ssa BERNARDI	23
Dr.ssa BERNASCONI	9
Dr.ssa BRADAMANTE	14
Prof. CINQUINI	1
Dr. COZZI	1
Prof. DALLA CROCE	2
Prof. DANIELI	3
Prof.ssa DEL BUTTERO	10
Prof. DI SILVESTRO	4
Dr.ssa FERRARI	9
Prof.ssa GARANTI	5
Prof. GENNARI	6
Prof.ssa GRAMATICA	7
Prof. LANDINI	8
Dr. LESMA	3
Prof.ssa LICANDRO	10
Prof. JOMMI	9
Dr.ssa MAIA	8
Prof. MAIORANA	10
Dr.ssa MANFREDI	13
Prof. MANITTO	11-12
Dr. MONTI	11
Prof. MONTANARI	13
Prof. NICOTRA	25
Prof.ssa ORSINI	17
Prof. PAGANI	14-15
Dr. PAGANI Antonio	10
Dr. PAGLIARIN	9
Prof. PALMISANO	16
Dr. PASSARELLA	3
Dr. PANZA	21-25
Prof.ssa PELIZZONI	17
Dr. PENSO	8
Dr. POTENZA	23
Dr. QUICI	13
Dr.ssa L. RAIMONDI	1
Prof.ssa RANZI	12-18

Prof.ssa	RICCA	19
Prof.	RINDONE	20
Prof.	RUSSO	21
Prof.	SANNICOLO	22
Prof.	SCOLASTICO	23
Dr.	SELLO	17
Dr.	SISTI	9
Prof.ssa	SPERANZA	11
Prof.	VALCAVI	26
Dr.ssa	VEROTTA	9
Prof.	ZECCHI	24

**1. PROF. CINQUINI MAURO,
PROF.SSA RITA ANNUNZIATA,
PROF. FRANCO COZZI,
DR.SSA RAIMONDI LAURA**

Argomenti di tesi:

- 1) Cicloaddizioni 1,3-dipolari stereoselettive e loro applicazioni sintetiche.
- 2) Razionalizzazione del decorso stereochimico di reazioni stereoselettive mediante l'applicazione di metodi teorici.
- 3) Sintesi stereoselettive mediate da derivati solforati.
- 4) Composti organometallici di titanio, stagno e alluminio e boro in sintesi stereoselettive.
- 5) Studio stereochimico delle interazioni di non legame.

2. PROF. DALLA CROCE PIERO

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi e reattività di sistemi elettrociclici.
- 2) Reazioni di cicloaddizioni.

**3. PROF. DANIELI BRUNO,
DR. LESMA GIORDANO,
DR. PASSARELLA DANIELE**

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi stereo- ed enantioselettive di alcaloidi modalici ed altri composti a potenziale attività biologica.
- 2) Sintomi cherali per via chimica ed enzimatica.
- 3) Uso di enzimi per la modificazione regioselettiva di substrati polifunzionali.

**4. PROF. DI SILVESTRO GIUSEPPE,
DR. SOZZANI PIERO**

Argomenti di tesi:

- 1) Stereochimica organica e macromolecolare.
- 2) Caratterizzazione strutturale e molecolare di polimeri.
- 3) Polimerizzazione allo stato solido e in soluzione.
- 4) Diagrammi di fase e struttura di addotti cristallini.

Note: Per ciascun argomento è possibile assegnare più di una tesi. Gli argomenti sono validi per entrambi i corsi di laurea.

5. PROF.SSA GARANTI LUISA

Argomenti di tesi:

- 1) Studio di nuove vie di sintesi di sistemi eterociclici. Verranno studiate reazioni di cicloaddizione 1,3 dipolari e di ciclocondensazione focalizzando lo studio sui requisiti strutturali che determinano originali cammini di reazione.

I prodotti sintetizzati presentano potenziale interesse applicativo quali farmaci, fitofarmaci e additivi.

6. PROF. GENNARI CESARE

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi di composti chirali di interesse biologico e farmaceutico mediante nuovi metodi di sintesi asimmetrica.
- 2) Sviluppo di nuovi metodi di sintesi asimmetrica mediante l'uso di composti organometallici chirali di boro, titanio e molibdeno.
- 3) Sintesi asimmetrica di pseudopeptidi contenenti il legame solfonammidico.
- 4) Studio con il computer delle strutture di transizione di reazioni organiche stereoselettive (condensazioni aldoliche, ciclizzazioni radicaliche, reazioni di allilazione, reazioni di Diels_Alder, etc.).

Nota: per ciascun argomento è possibile assegnare più tesi. Gli argomenti sono validi per entrambi i corsi di laurea (Chimica e Chimica Industriale).

7. PROF.SSA GRAMATICA PAOLA

Argomenti di tesi:

- 1) Studi di relazioni attività-struttura su molecole organiche con l'utilizzo di metodi chemiometrici e/o di metodi di analisi conformazionale (con Prof. Roberto Todeschini, Dipartimento di Chimica Fisica ed Elettronica).
- 2) Didattica chimica.

8. PROF. LANDINI MARIO, DR.SSA MAIA ANGELA MARIA, DR. PENSO MICHELE

Argomenti di tesi:

- 1) Nuove metodologie di sintesi: applicazioni della catalisi per trasferimento di fase alla sintesi organica.
- 2) Attivazione anionica di sistemi bifasici acquoso-organici e in mezzi omogenei poco polari.
- 3) Studio dei meccanismi di reazioni organiche promosse da anioni in sistemi bifasici acquoso-organici e in mezzi omogenei poco polari.
- 4) Fluorazione selettive di composti organici anche biologicamente attivi.

9. PROF. JOMMI GIANCARLO, DR.SSA BERNASCONI SILVANA, DR.SSA FERRARI MARINELLA, DR. SISTI MASSIMO, DR. PAGLIARIN ROBERTO, DR.SSA VEROTTA LUISELLA

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi totali di sostanze biologicamente attive.
- 2) Metodologie di sintesi in Chimica Organica.
- 3) Computer Chemistry.
- 4) Analisi e determinazione della struttura di sostanze biologicamente attive.
- 5) Applicazione di reazioni enzimatiche alla sintesi organica.
- 6) Anticorpi catalitici.

10. PROF. MAIORANA STEFANO, PROF.SSA DEL BUTTERO PAOLA, PROF.SSA LICANDRO EMANUELA, DR.SSA BALDOLI CLARA, DR. PAGANI ANTONIO

Argomenti di tesi:

- 1) Nuove metodologie di sintesi di composti organici.
- 2) Impiego di composti organometallici nella sintesi organica
 - a) Sintesi e reattività di nuovi composti organometallici anche per l'ottenimento di materiali con proprietà ottiche non lineari del secondo ordine.
 - b) Sintesi di composti organici (eterociclici e non) biologicamente attivi.
 - c) Sintesi asimmetrica mediante ausiliari chirali organometallici.
 - d) Trasformazioni selettive di composti organometallici catalizzate da enzimi.

11. PROF. MANITTO PAOLO, DR. MONTI DIEGO, PROF.SSA SPERANZA GIOVANNA

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi asimmetrica: sintesi chemoenzimatiche ed enantioselettive di prodotti naturali.
- 2) Reazioni enzimatiche: determinazione della criptostereochemica di idrogenazione di doppi legami allilici ad opera di ossidoreduttasi dei lieviti.
- 3) Sostanze naturali: studi strutturali e conformazionali di molecole di interesse alimentare.
- 4) Chimica biorganica: reazioni tra forme attivate dell'ossigeno (ossigeno

singoletto, ione superossido, ecc.) e molecole biologicamente attive: studio degli effetti fotodinamici in vivo mediante sistemi modello.

Note: Il lavoro 2) comprende la sintesi di molecole opportunamente marcate con isotopi stabili (^2H , ^{13}C) e l'impiego di tecniche spettroscopiche (NMR, MS) per la determinazione della sostituzione isotopica.

**12. PROF. MANITTO PAOLO,
PROF.SSA B. MARIA RANZI**

Argomenti di tesi:

- 1) Caratterizzazione di cellule ed enzimi ottenuti con tecniche di DNA ricombinante (solo per Chimici).
- 2) Produzione di proteine da una ricombinazione in diversi tipi di fermentatori (solo per Chimici).
- 3) Monitoraggio e controllo di produzione di biomasse e di metaboliti mediante l'uso di parametri segregati.

**13. PROF. MONTANARI FERNANDO,
DR.SSA MANFREDI AMEDEA,
DR. BANFI STEFANO,
DR. QUICI SILVIO**

Argomenti di tesi:

- 1) Reazioni di epossidazione di alcheni e idrossilazione di alcani catalizzate da metallo-tetraaril porfirine, benzofalocianine e aza-porfirine: studi cinetici, indagini strutturali, applicazioni.
- 2) Sintesi di metallo-porfirine altamente funzionalizzate: catalizzatori biomimetici in reazioni di ossigenazione.
- 3) Metallo porfirine chirali quali catalizzatori in reazioni enantioselettive.
- 4) Sintesi, complessazione e attività catalitica di leganti poli-ossa, poli-aza macropoliciclici, anche immobilizzati su matrici polimeriche.
- 5) Sali di ossammonio chirali: catalizzatori enantio-selettivi di ossidazione.

**14. PROF. PAGANI GIORGIO,
DR.SSA BRADAMANTE SILVIA**

Argomenti di tesi:

- 1) Monitoraggio NMR (^1H , ^{31}P , ^{13}C) di ossidazione radicaliche in sistemi biologici.

- 2) Analisi NMR di fluidi biologici.
- 3) Analisi NMR strato solido di materiali e modellistica molecolare al computer
- 4) Sintesi di sistemi eterociclici leganti di ioni metallici per la preparazione di complessi ad uso biomedico e quali catalizzatori.

**15. PROF. PAGANI GIORGIO,
DR.SSA BERLIN ANNA**

Argomento di tesi:

- 1) Sintesi, funzionalizzazione e caratterizzazione di materiali organici anche polimerici (generalmente a base eterociclica) atti a diventare conduttori elettrici per drogaggio chimico o elettrochimico.

Note: Il lavoro sperimentale comprende stadi di sintesi organica del prodotto, sua caratterizzazione spettroscopica seguita da preparazione (anche elettrochimica) del materiale e sua caratterizzazione chimica ed elettrica.

16. PROF. PALMISANO GIOVANNI

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi di composti naturali con particolare riferimento ad alcaloidi (sintesi erantioselettiva, trasformazioni di scheletro, correlazioni strutturali) (solo per Chimici).
- 2) Sintesi di sintomi chirali a partire da monoterpene otticamente attivi e largamente disponibili (solo per Chimici).
- 3) Sintesi elettrochimica organica.

**17. PROF.SSA PELIZZONI FRANCESCA,
PROF.SSA ORSINI FULVIA,
DR. SELLO GUIDO**

Argomenti di tesi:

- 1) Isolamento e determinazione della struttura di nuovi prodotti naturali e loro sintesi.
- 2) Sintesi mediante reazioni biocatalizzate (microorganismi, enzimi).
- 3) Applicazioni sintetiche di organo-zinco.
- 4) Studio e applicazioni sintetiche di nuovi composti organometallici.
- 5) Programmazione sintetica e previsione di reattività assistite da elaboratore.

18. PROF.SSA RANZI BIANCA MARIA

Argomenti di tesi:

- 1) Biocatalisi con microorganismi ingegnerizzati (in collaborazione con prof. Manitto).
- 2) Utilizzo e smaltimento di reflui agroindustriali con lieviti ricombinati.

19. PROF.SSA RICCA GIULIANA

Argomenti di tesi:

- 1) Studi strutturali di sostanze umiche mediante spettroscopia NMR; derivatizzazione con reagenti isotopicamente arricchiti.
- 2) Applicazioni delle tecniche spettroscopiche ed analitiche nello studio di agenti inquinanti del suolo.
- 3) Impiego della spettroscopia ^{15}N -NMR nello studio della dinamica dell'azoto in matrici vegetali arricchite in ^{15}N , prima e dopo compostaggio.

20. PROF. RINDONE BRUNO

Argomenti di tesi:

- 1) Correlazioni struttura-reattività nella sintesi organica ottenuta attraverso catalisi omogenea effettuata da sistemi organometallici. Ossidazione, riduzione, carbonilazione ossidativa, carbonilazione riduttiva.
- 2) Metodologie analitiche e studi di reattività applicata alla chimica della depurazione, dell'incenerimento, dell'atmosfera.
- 3) Sintesi e purificazione di molecole capaci di interagire con il sistema immunocompetente: sonde molecolari, anticorpi catalitici, riconoscimenti attraverso anticorpi monoclonali.
- 4) Sintesi di farmaci neurotrofici e di loro derivati biodisponibili in relazione alla struttura della neuromelanina ed al suo ruolo nel morbo di Parkinson.
- 5) Sintesi diastereo- ed enantioselettiva di modelli di lignina mediante enzimi e sistemi biomimetici.

21. PROF. RUSSO GIOVANNI, DR. PANZA LUIGI

Argomenti di tesi:

- 1) Studi di relazione struttura-attività di oligosaccaridi di interesse biologico. Sintesi di oligosaccarici e modificazioni volte a realizzare gli coconiugati, diagnostici e vettori di farmaci.
Sono attualmente allo studio:

- a) oligosaccaridi con potenziale attività immunogenica in vista di un possibile impiego quali vaccini sintetici;
- b) oligosaccaridi correlati ai gruppi sanguigni con proprietà di marcatori tumorali.
- 2) Sintesi di glicosidi e oligosaccaridi con metodi non convenzionali basati su approcci stereocontrollati a partire da sintomi naturali.
- 3) Modificazioni strutturali di carboidrati con metodi chimici ed enzimatici.

22. PROF. SANNICOLO FRANCESCO

Argomenti di tesi:

- 1) Composti eterociclici: sintesi di nuovi sistemi eterociclici e sintesi non convenzionali di composti eterociclici (solo per Chimici).
- 2) Reazioni di trasposizione: studio di nuove reazioni di trasposizione accompagnate da rottura del legame N-N (solo per Chimici).
- 3) Materiali: sintesi e caratterizzazione di composti organici a base eterociclica con proprietà di conduzione elettrica.
- 4) Stereochimica organica: sintesi e proprietà di sistemi a chiralità assiale e planare eterociclici (solo per Chimici).

23. PROF. SCOLASTICO CARLO, DR.SSA BERETTA M. GRAZIA, DR.SSA POTENZA DONATELLA, DR.SSA BERNARDI ANNA

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi di composti biologicamente attivi.
- 2) Sviluppo di nuovi metodi di sintesi asimmetrica.
- 3) Progettazione di molecole biologicamente attive con l'ausilio di metodi computazionali:
 - a) correlazioni struttura-attività
 - b) modellistica molecolare dell'interazione recettoriale.
- 4) Modellistica molecolare con il computer di processi stereoselettivi (reazioni di addizione coniugata, epossidazione dioppi legami isolati, ecc.).

24. PROF. ZECCHI GAETANO

Argomenti di tesi:

- 1) Cicloaddizioni 1,3dipolari intermolecolari e intramolecolari: aspetti meccanicistici e applicazioni sintetiche.
- 2) Sintesi e reattività di composti aerociclici.

**25. PROF. NICORA FRANCESCO,
DR. PANZA LUIGI**

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi di molecole con potenziale attività antivirale.
- 2) Sintesi di analoghi non metabolizzabili di carboidrati con potenziale attività antiiperglicemica.
- 3) Approcci biotecnologici alla sintesi di molecole di interesse biologico.
- 4) Sintesi di analoghi di mono e oligosaccaridi e studio della loro azione sulla infettività.

26. PROF. VALCAVI UMBERTO

Argomenti di tesi:

- 1) Sintesi di composti di interesse biologico-farmacologico.
- 2) Utilizzo nella sintesi di enzimi naturali e artificiali.



ISTITUTO PER IL DIRITTO ALLO STUDIO UNIVERSITARIO
DELL'UNIVERSITÀ DEGLI STUDI MILANO
VIA PANTANO, 26 - 20122 MILANO
TEL. 809431 (5 LINEE) - FAX 8300193
CODICE FISCALE 8009710152
PARTITA IVA 0681471055



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI MILANO

NOTE INFORMATIVE A. A. 95/96

I SERVIZI

VIA PANTANO, 26 - Tel. 809431

- 1) Centro Raccolta e Valutazione Domande (C.R.V.D.)
- 2) Servizio di Assistenza Legale
- 3) Nense Universitarie
- 4) Residenze Universitarie
- 5) Ginnasio di Pratica Forense
- 6) Cassa
- 7) Sala Corsi
- 8) Sala Seminari
- 9) Sala Riunioni

CORSO P.TA ROMANA, 19 - Tel. 809431

- 10) Servizio Orientamento e Scambi Interuniversitari
- 11) Sportello Lavoro
- 12) Servizio Attività Culturale
- 13) Servizio Prestito libri
- 14) Sala Incontri

**CENTRO UNIVERSITARIO - VIA VALVASSORI PERONI, 21/CLERICETTI
Tel. 70601940/1/2/3**

- 15) Servizio Prestito Libri
- 16) Palestra
- 17) Bar Tavola Calca
- 18) Mediateca
- 19) Centro Turistico Studentesco
- 20) Auditorium, Sala Seminari, Aule per Didattica
- 21) Anfiteatro
- 22) Sportello Lavoro

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO - VIA FESTA DEL PERDONO, 3
Tel. 58351**

- 23) Ufficio Informazioni I.S.U. Orientamento

POLO DI VARESE - VIA RAVASI, 2 - Tel. 0332/281865

**POLO DI COMO - VIA CASTELNUOVO, 7 - Tel. 031/302357
VIA CAVALLOTTI, 5 - Tel. 031/270072**

**POLO DI LODI - VIA S. FRANCESCO, 13 - Tel. 0371/422202
(PRESSO COLLEGIO S. FRANCESCO)**

POLO BICOCCA - VIA EMANUELI, 15 - Tel. 02/64474719

**POLO DI CREMA - PIAZZA DUOMO, 25 - Tel. 0373/894336
(Sede provvisoria)
Dal 15.09.95 VIA MATILDE DI CANOSSA, 22**

ORAR DEI SERVIZI

Sportelli da lunedì a venerdì dalle 9.00 alle 12.15 - da lunedì a giovedì dalle 13.30 alle 15.00

INFORMAZIONI telefoniche verranno fornite esclusivamente nelle ore pomeridiane dal lunedì al giovedì.