

Contenuti di base per un Corso di Laurea attivato in Classe L27 – Scienze e tecnologie chimiche

Luglio 2007

1. Premessa

La Conferenza Nazionale dei Corsi di Laurea in Chimica ha ritenuto che per il riordino dei corsi di laurea della Classe Scienze e Tecnologie Chimiche, in accordo con il DM del 22/10/2004 n. 270 ed il DM del 16/03/2007 con i quali sono state definite le nuove classi dei corsi di laurea e dei corsi di laurea magistrale, si dovesse procedere in modo da:

- garantire una base comune di competenze disciplinari possedute da tutti i laureati nella Classe
- garantire la conformità al modello “Chemistry Eurobachelor”
- individuare le competenze disciplinari e le abilità pratiche in accordo ai descrittori di Dublino
- individuare una base comune per le diverse tipologie dei corsi di laurea afferenti alla classe di Scienze e Tecnologie Chimiche (Chimica, Chimica Industriale, Chimica applicata ...), che permetta comunque di sviluppare le specificità caratteristiche di ogni tipologia.
- definire i contenuti disciplinari per la base comune, o “*core chemistry*”, ai quali associare un numero di crediti complessivamente superiore a quello previsto dal “Chemistry Eurobachelor”
- offrire un riferimento certo nei confronti del mondo del lavoro per quanto riguarda le competenze disciplinari di base e le abilità possedute da tutti i laureati nella Classe L-27
- agevolare la mobilità degli studenti con riconoscimento dei crediti acquisiti

Sulla base di queste indicazioni, è stata avviata una consultazione con la Società Chimica Italiana al fine di arrivare a definire un modello comune che raggiunga gli obiettivi sopraindicati (successivamente indicato come Modello). La SCI, in una riunione allargata del Comitato Esecutivo tenutasi il 9/03/2007 alla quale ha partecipato Ulderico Segre ha condiviso la finalità di questa iniziativa e ha dato mandato alla Divisione di Didattica di occuparsene in stretta collaborazione con la Conferenza Nazionale dei Corsi di Laurea in Chimica consultando le Divisioni della SCI per definire il Modello. Il Direttivo della Divisione di Didattica ha incaricato Marilena Carnasciali, Michele A. Floriano e Sandro Torroni di occuparsi di questa problematica e di coordinare il loro lavoro con la Conferenza Nazionale dei Corsi di Laurea in Chimica.

Il gruppo di lavoro è stato formato da componenti indicati dalle divisioni di: Chimica Analitica (Antonella Rossi, Domenica Tonelli), Chimica Farmaceutica (Luisa Mosti), Chimica Fisica (Emilio Castellucci, Mariano Venanzi), Chimica Industriale (Vittorio Ragaini, Elio Santacesaria), Chimica Inorganica (Roberto Gobetto), Chimica Organica (Claudio Trombini), Chimica dei Sistemi Biologici (Marco Franceschin), Elettrochimica (Aldo Magistris, Francesco Paolucci) e Spettrometria di Massa (Lorenza Operti), oltre che i predetti incaricati dalla Divisione Didattica ed U. Segre. I delegati delle divisioni hanno curato i contatti con i rispettivi direttivi ed i soci.

Il gruppo di lavoro si è riunito i giorni 22 maggio, 28 giugno e 26 luglio a Bologna. Alle riunioni sono intervenute le persone indicate dalle divisioni, o loro delegati. Alla riunione del 28 giugno ha partecipato anche il Presidente del ECTNA Antonio Laganà. Una prima versione del Modello è stata presentata a Milano il 4 luglio ad una riunione dei coordinatori dei Corsi di laurea in Chimica ed ha ricevuto un consenso preliminare.

Il presente documento intende offrire un riferimento nella progettazione di un corso di laurea basato sui crediti, sui risultati di apprendimento attesi e sul carico di lavoro previsto per raggiungerli.

Il Modello riguarda competenze e contenuti disciplinari relativi alle attività di base e caratterizzanti per la Classe 27. Ai sensi dell’art. 3 comma 4 del DM 16/03/2007 e delle Linee Guida per la definizione dei nuovi ordinamenti didattici, altre attività didattiche inerenti agli stessi SSD indicati nel Modello e volte ad acquisire ulteriori competenze ed abilità sono da considerarsi integrative.

Riferimenti

- Processo di Bologna: <http://www.bolognaprocess.it>

- European Chemistry Thematic Network Association (ECTNA): <http://www.cpe.fr/ectn-assoc/>
- Chemistry Eurobachelor: <http://www.cpe.fr/ectn-assoc/eurobachelor/>
- European Qualification Framework (EQF)
http://www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/050218_QF_EHEA.pdf
- Società Chimica Italiana: <http://www.soc.chim.it/>
- Conferenza Nazionale dei Coordinatori dei Corsi di Laurea in Chimica
<http://155.185.2.170/confCLchimica/>
- DM 16/03/2007 per le nuove classi dei corsi di laurea
http://www.miur.it/Miur/UserFiles/Notizie/2007/DMCdL_triennale.pdf
- DM 26/07/2007 Linee guida per l'istituzione e l'attivazione dei corsi di studio di lauree e lauree magistrali http://www.miur.it/0006Menu_C/0012Docume/0015Atti_M/6484Decret.htm
- Linee guida per gli incontri di consultazione università – imprese (allegato)

Chemistry Eurobachelor

Il “Chemistry Eurobachelor” (CE) indica la seguente struttura:

- a) Un “core” di almeno 90 crediti di corsi obbligatori nelle seguenti aree:
 - Matematica
 - Fisica
 - Chimica Analitica
 - Chimica Fisica
 - Chimica Inorganica
 - Chimica Organica
 - Biochimica
- b) Una attività conclusiva di tesi (Bachelor thesis) di 15 crediti
- c) Corsi semiopzionali su almeno tre ulteriori “sub-disciplines” (di almeno 5 crediti ciascuna)
- d) Corsi opzionali

Il CE individua anche le competenze disciplinari e le abilità in modo piuttosto generico.

Il gruppo di lavoro basa la sua proposta sui seguenti principi:

- a) il Modello deve soddisfare i vincoli di compatibilità sia con la Tabella della Classe L-27 sia con lo schema Eurobachelor. Quindi l’ordinamento didattico di un corso di laurea basato su esso rientra nei vincoli posti della Tabella e dell’Eurobachelor
- b) per il punto a) della struttura del CE si definiscono le competenze disciplinari e le abilità con maggiore precisione
- c) non si danno indicazioni sui punti c) e d) del CE, che saranno quindi utilizzati per soddisfare le vocazioni specifiche dei singoli corsi di laurea

Il Modello prevede che gli insegnamenti fondamentali delle varie discipline (di base e caratterizzanti ai sensi del DM 270/2004) e le attività relative alla prova finale rispettino questi **valori minimi di crediti**

Discipline	crediti minimi
Matematica e Fisica	24
Chimica Analitica, Chimica Fisica, Chimica Inorganica e Chimica Organica, col vincolo di almeno 16 CFU per ognuna delle discipline	70
Biochimica	6
Attività relative alla prova finale, comprensive dell’eventuale tirocinio od altre attività professionalizzanti.	15

I contenuti disciplinari della Chimica Analitica, della Chimica Fisica, della Chimica Inorganica e della Chimica Organica debbono prevedere per ciascuna disciplina delle attività pratiche di laboratorio. Il numero complessivo di CFU dedicati alle attività pratiche delle quattro discipline chimiche deve essere non meno di

16 CFU.

E' auspicabile che anche gli insegnamenti di Fisica e Biochimica prevedano delle attività pratiche di laboratorio.

I contenuti disciplinari per le diverse discipline sono individuati con riferimento al numero di crediti indicati. Non viene indicato in dettaglio il numero di ore da dedicare ai singoli argomenti. Qualora per una disciplina l'ordinamento didattico preveda un numero maggiore o minore di CFU (restando comunque sopra i valori minimi indicati), è auspicato che non vengano aumentati o ridotti i contenuti disciplinari degli insegnamenti fondamentali, ma sia opportunamente modulato il numero di ore da dedicare ai singoli argomenti. **Contenuti disciplinari aggiuntivi rispetto a quelli indicati dovrebbero fare parte di insegnamenti integrativi.**

Il quadro europeo dei titoli universitari, così come individuato nel documento EQF, è basato su una descrizione della natura dei titoli, che usa ad un macrolivello la nozione dei risultati di apprendimento.

I descrittori utilizzati, detti anche "descrittori di Dublino" sono costruiti sui seguenti elementi:

- Conoscenze e capacità di comprensione
- Utilizzazione delle conoscenze e capacità di comprensione
- Capacità di trarre conclusioni
- Abilità comunicative
- Capacità di apprendere

Ciascun corso di laurea dovrebbe quindi dare risposte alle seguenti domande:

- Quali sono le conoscenze e/o le capacità di comprensione che il corso di laurea fornisce e a che livello? (ovvero che cosa sa il laureato)
- Quali sono le capacità di utilizzare le conoscenze in contesti lavorativi che il corso di laurea fornisce? (ovvero che cosa sa fare il laureato)
- Quali conoscenze o abilità si possono descrivere come capacità di riflessione e giudizio atte a trarre opportune conclusioni su temi o ambiti (sociali, etici, lavorativi) connessi al campo di studio o di attività? (ovvero quale consapevolezza e autonomia di giudizio possiede il laureato)
- Quali sono le capacità comunicative? (ovvero come sa comunicare il laureato, in quali contesti e con quali mezzi)
- Quali sono gli strumenti per accedere a ulteriori occasioni di formazione o sviluppo personale? (ovvero quali basi possiede per continuare una formazione specifica)

Ogni corso di laurea successivamente dovrebbe definire gli insegnamenti e le attività e indicare in quali insegnamenti lo studente dovrebbe acquisire le conoscenze e le capacità. Per ogni insegnamento/attività dovrebbero essere definiti gli obiettivi formativi e i contenuti disciplinari.

Partendo da questa modalità di progettazione del corso di laurea, il gruppo di lavoro sul "core chemistry" propone, per ciascuna area disciplinare, un insieme di competenze, di capacità e di contenuti che rappresenti la base in comune a tutti i laureati nella Classe, al fine di completare e definire puntualmente le competenze indicate nella declaratoria relativa alla Classe 27.

Il gruppo di lavoro auspica che il modello presentato in questo documento sia condiviso dalla Società Chimica Italiana e dalla Conferenza dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie e trovi la più larga applicazione. Il documento viene inviato a:

- Presidente SCI
- Presidente della Conferenza Nazionale dei Presidi delle Facoltà di Scienze e Tecnologie e per conoscenza a
- Presidente ECTNA
- Presidente del Consiglio Nazionale dei Chimici
- Presidente della Divisione Didattica della SCI
- Preside della Facoltà di Chimica Industriale di Bologna
- Coordinatori dei Corsi di laurea della classe 21

2. Competenze, abilità e contenuti disciplinari

Competenze e abilità generali

- Conosce e sa praticare le norme di sicurezza nei laboratori chimici
- Conosce e sa utilizzare la comune attrezzatura e la vetreria di laboratorio
- Conosce e sa utilizzare le schede di sicurezza dei diversi prodotti
- Conosce e sa utilizzare le procedure per lo smaltimento dei diversi prodotti

Competenze Disciplinari

Matematica

- Sa manipolare formule algebriche, potenze e radici, equazioni e disequazioni algebriche, calcolo numerico esatto ed approssimato
- Sa manipolare coordinate e vettori, spazi vettoriali e matrici, numeri complessi, determinanti
- Sa manipolare funzioni e grafici elementari, funzioni trigonometriche, progressioni aritmetiche e geometriche, funzioni esponenziali e logaritmiche
- Ha competenze di calcolo differenziale ed integrale di base

Fisica

- Ha conoscenze di base sulla cinematica e la dinamica dei corpi materiali
- Conosce i concetti semplici della termodinamica classica
- Ha conoscenze fondamentali sul campo elettrico, sulle correnti elettriche e sui fenomeni magnetici
- Ha il concetto di errore nella misura di una grandezza fisica e del calcolo delle probabilità e degli errori
- Ha acquisito i concetti base dell'ottica geometrica.

Chimica Analitica

- Sa definire i concetti relativi ai parametri di qualità di un metodo analitico, quali l'accuratezza (esattezza e precisione), la linearità di risposta, la sensibilità, la selettività. Conosce i concetti di errore sistematico, di errore casuale e di limite di fiducia. Sa applicare i test di significatività. Sa rappresentare con chiarezza i dati sperimentali in tabelle e grafici.
- Conosce gli equilibri chimici e gli equilibri simultanei più complessi, e sa prevedere il loro andamento nelle situazioni analitiche reali.
- Conosce i principi, la strumentazione e le prestazioni delle tecniche elettroanalitiche e spettroscopiche per eseguire analisi qualitative e quantitative. Conosce i principi e la strumentazione della spettrometria di massa e di tecniche ad essa abbinate.
- Conosce le diverse tecniche separative (cromatografiche ed elettroforetiche) ed i diversi meccanismi cromatografici. Conosce la strumentazione per gascromatografia e per cromatografia liquida, e le prestazioni dei diversi sistemi di rivelazione ed i principali descrittori della qualità di una separazione.
- Conosce i metodi di analisi quantitativa (metodo dello standard esterno, metodo dello standard interno, metodo delle aggiunte).

Chimica Fisica

- Conosce i principi termodinamici che regolano gli scambi energetici tra sistemi chimici e la conversione tra differenti forme di energia (es. energia chimica in energia elettrica).
- Conosce il collegamento tra proprietà molecolari e comportamento macroscopico della materia.
- Conosce le leggi che regolano l'equilibrio chimico in sistemi a più componenti e a più fasi.
- Conosce i principi che determinano la reattività dei sistemi chimici e la velocità di reazione.
- Conosce i principi fisici che determinano la struttura elettronica degli atomi e delle molecole e la formazione dei legami chimici

- Conosce le basi fisiche dell'interazione tra radiazione e materia e le tecniche spettroscopiche fondamentali (spettroscopia rotazionale, vibrazionale ed elettronica di molecole semplici, risonanze magnetiche).

Chimica Inorganica

- Conosce la terminologia chimica, la nomenclatura, le reazioni chimiche e le loro maggiori caratteristiche.
- Conosce la struttura atomica e la classificazione delle diverse tipologie di legame chimico
- Ha familiarità con i concetti di mole, di concentrazione, di pH, di solubilità e, più in generale, conosce gli aspetti qualitativi e quantitativi degli equilibri in soluzione.
- Conosce i principi generali che regolano l'equilibrio delle reazioni chimiche in sistemi omogenei ed eterogenei e le caratteristiche dei differenti stati della materia comprese le teorie usate per descriverli.
- Conosce le caratteristiche e le proprietà dei principali elementi e dei loro composti inorganici incluse le relazioni fra i gruppi e gli andamenti nella tavola periodica.
- Conosce la struttura, il legame, la reattività e le proprietà dei composti di coordinazione.

Chimica Organica

- Dispone di un'ampia conoscenza di base sulla nomenclatura, rappresentazione, struttura tridimensionale inclusa la chiralità e proprietà chimiche e fisiche delle molecole organiche.
- È in grado di interpretare e razionalizzare le reazioni organiche in termini di meccanismo di reazione, sulla base delle fondamentali correlazioni struttura reattività e utilizzando un approccio metodologico scientifico.
- È in grado di prevedere il decorso di una reazione, razionalizzandone anche gli aspetti stereochimici, attraverso ragionamento e analogia utilizzando i meccanismi di reazione.
- È in grado di pianificare una breve sintesi multistadio.
- Ha le conoscenze spettroscopiche essenziali volte al riconoscimento strutturale di una molecola organica.

Biochimica

- Conosce e utilizza correttamente la terminologia biochimica
- Conosce le basi molecolari dei sistemi e dei processi biologici
- Sa definire i diversi livelli di struttura delle macromolecole e ne conosce gli elementi essenziali
- Sa definire i fattori di riconoscimento molecolare tra ligandi e macromolecole
- Sa descrivere gli elementi di base della catalisi enzimatica ed i diversi tipi di inibizione enzimatica
- Conosce le vie metaboliche principali e loro integrazioni

Abilità disciplinari

Matematica

- Sa calcolare determinanti e risolvere sistemi lineari
- Sa eseguire applicazioni del calcolo differenziale e integrale per funzioni di una o più variabili reali.
- Sa risolvere semplici problemi numerici legati allo studio delle proprietà chimiche fondamentali,
- Sa riportare su grafico le funzioni
- Sa usare comuni strumenti di calcolo, quali fogli elettronici

Fisica

- Sa effettuare analisi dimensionale di grandezze semplici
- Sa effettuare calcoli semplici sulle grandezze
- Sa usare correttamente gli strumenti di misura: accensione, taratura, esecuzione della misura, spegnimento
- Sa trasferire i dati delle misure e registrazione
- Sa trattare dati sperimentali

Chimica Analitica

- Sa formulare un problema analitico e sa proporre idee e soluzioni;
- Sa utilizzare le tecniche e metodologie analitiche più comuni ed è in grado di giustificare la scelta della tecnica ritenuta più appropriata per perseguire un determinato obiettivo;
- Sa proporre il metodo di separazione migliore per un dato problema analitico.
- È in grado di eseguire le titolazioni entro limiti di errore accettabili e sa utilizzare le tecniche spettroscopiche atomiche e molecolari, le tecniche cromatografiche (GC e HPLC) e le tecniche elettrochimiche (potenziometria e conduttimetria, voltammetria) per condurre analisi qualitative e quantitative.
- Sa documentare l'analisi eseguita, e sa calcolare e presentare il risultato dell'analisi con l'incertezza associata.

Chimica Fisica

- Sa raccogliere ed interpretare dati scientifici attraverso l'uso di tecniche e metodologie di tipo chimico-fisico.
- Sa utilizzare le tecniche calorimetriche, elettrochimiche e spettroscopiche di base.
- Sa eseguire calcoli elementari di bilancio energetico, determinare costanti di equilibrio, costanti cinetiche e ordini di reazione.
- Sa ricavare proprietà molecolari da dati calorimetrici, elettrochimici e spettroscopici.
- Ha la capacità di presentare dati sperimentali e di comunicare informazioni con l'ausilio di software grafici e di presentazione

Chimica Inorganica

- Sa usare la nomenclatura IUPAC, le unità SI, le espressioni di concentrazione e sa eseguire calcoli stechiometrici.
- Sa eseguire operazioni pratiche in relazione alla sintesi di composti inorganici e alla preparazione di soluzioni a concentrazione nota
- Sa eseguire misurazioni ed identificazioni con l'uso di tecniche strumentali.
- Sa utilizzare in sicurezza le sostanze inorganiche, incluso il loro corretto smaltimento
- Sa elaborare e presentare dati sperimentali anche con l'ausilio di sistemi multimediali, e sa descrivere e comunicare in termini semplici e critici argomenti di carattere generale.

Chimica Organica

- Sa utilizzare in sicurezza le sostanze organiche, incluso il loro corretto smaltimento
- Sa eseguire separazioni e purificazioni standard (cromatografia su colonna, cristallizzazione, distillazione, estrazione liquido-liquido).
- Sa eseguire separazioni ed identificazioni con l'uso di tecniche strumentali moderne.
- Sa preparare, purificare e caratterizzare composti semplici utilizzando metodi noti, pratiche sicure di laboratorio e strumentazione standard di laboratorio.

Biochimica

- Sa analizzare dati di assorbimento ottico per dosaggi di proteine e acidi nucleici e misure di attività enzimatica
- Sa valutare la potenziale applicazione clinica dei saggi di attività enzimatica
- Sa valutare l'effetto di inibitori enzimatici sull'attività enzimatica
- Sa individuare le tecniche più appropriate per la separazione e purificazione di macromolecole biologiche

Contenuti disciplinari

Matematica (su 12 CFU, comprensivi di almeno 3CFU di esercitazioni)

Algebra elementare: I numeri: numeri razionali, numeri reali, numeri complessi.

Funzioni elementari: polinomi, logaritmi, esponenziali, funzioni trigonometriche e loro inverse. Limiti e continuità. Derivate e loro applicazioni.

Teoremi fondamentali del calcolo differenziale: di Rolle, Lagrange, De L'Hospital, Taylor. Massimi, minimi e grafico di una funzione. Funzioni primitive. Integrazione per sostituzione e per parti. Integrali definiti e calcolo di aree.

Algebra lineare: vettori nel piano e nello spazio; spazi vettoriali; matrici e trasformazioni lineari, sistemi lineari, autovalori, autovettori.

Equazioni differenziali: equazioni del primo ordine, equazioni lineari del primo ordine; equazioni lineari del secondo ordine a coefficienti costanti. Calcolo combinatorio.

Metodi numerici per la risoluzione di alcuni problemi matematici di base, quali: equazioni non lineari, sistemi lineari algebrici, problemi di interpolazione e fitting di dati sperimentali, calcolo di integrali definiti, calcolo di autovalori e autovettori. Strumenti elettronici di calcolo, quali i fogli elettronici

Fisica (su 12 CFU, comprensivi di almeno 3 CFU di laboratorio e/o esercitazioni)

Unità di misura e errore

Grandezze fisiche fondamentali e derivate; unità di misura delle grandezze più comuni; principio di omogeneità. E' importante l'acquisizione del concetto di errore nella misura di una grandezza fisica e del calcolo delle probabilità e degli errori

Cinematica e Dinamica

Definizione di velocità, di accelerazione, di forza, di lavoro e di energia. Leggi della dinamica. Moto di un punto materiale. Velocità e accelerazione. Concetto di forza, leggi della dinamica. Concetto di lavoro e di energia.

Statica dei fluidi

Principio di Archimede e di Pascal.

Termologia

Temperatura, pressione e volume, calore e lavoro. Loro misure. Conservazione dell'energia

Elettromagnetismo

La carica elettrica. Legge di Coulomb; Corrente elettrica e magnetismo. Concetto di onda elettromagnetica, di frequenza (energia) e di lunghezza d'onda.

Ottica geometrica

Riflessione e rifrazione.

Chimica Analitica (su 18 CFU)

Qualità del dato analitico: elementi di calcolo dell'errore e parametri di qualità di un metodo analitico.

Metodologie di campionamento.

Considerazioni generali sui metodi volumetrici e gravimetrici.

Aspetti analitici degli equilibri acido-base, ossido-riduttivi, di complessazione, di precipitazione, di scambio- ionico e di ripartizione; gli equilibri simultanei. Teoria e pratica dell'analisi volumetrica

Tecniche elettroanalitiche: potenziometria, conduttimetria Tecniche a potenziale controllato (voltammetria classica, differenziale pulsata, ciclica e di stripping).

Tecniche spettroscopiche applicate a problemi analitici: UV-visibile (in assorbimento e in fluorescenza), FT-IR. Assorbimento atomico ed emissione atomica. Elementi di spettrometria di massa

Tecniche separative. Tecniche cromatografiche: Cromatografia liquida ad alte prestazioni (HPLC): meccanismi separativi - Gascromatografia (GC). Gascromatografia-spettrometria di massa. Tecniche elettroforetiche

Chimica Fisica (su 18 CFU)

Energetica ed equilibrio chimico

Principi della Termodinamica,

Potenziali termodinamici: Energia interna, Entalpia, Entropia, Energia libera di Gibbs, Energia Libera di Helmholtz.

Definizione statistica dell'entropia. Teoria cinetica dei gas. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann.

Potenziale chimico.

Termodinamica di sistemi a più componenti..

Transizioni di fase.

Equilibrio Chimico e costante termodinamica.

Soluzioni elettrolitiche.

Potenziale elettrochimico. Potenziale elettrodo ed equazione di Nernst.

Reattività chimica:

Velocità e Ordine di Reazione

Meccanismi di reazione

Dipendenza dalla temperatura della velocità di reazione:

Equazione di Arrhenius. Energia di attivazione.

Catalisi

Struttura atomica e molecolare:

Principi di meccanica quantistica

Equazione di Schrödinger per stati stazionari.

Soluzione dell'equazione di Schrödinger per sistemi modello:

Particella nella scatola, oscillatore armonico, rotatore rigido,

Atomo di idrogeno.

Metodo variazionale

Metodo degli orbitali atomici e struttura elettronica degli atomi

Metodi del legame di valenza e dell'orbitale molecolare e struttura elettronica di molecole semplici

Spettroscopia molecolare

Interazione radiazione-materia

Spettroscopia rotazionale, vibrazionale, elettronica

Risonanze magnetiche

Chimica Inorganica (su 18 CFU)

Introduzione alla Chimica. Atomi e massa atomica. Isotopi. Simboli degli elementi. Esempi di decadimento radioattivo e cenni di chimica nucleare. Aspetti quantitativi: la mole, le reazioni chimiche, bilanciamento e conservazione della massa. Reazioni di ossido riduzione. Analisi elementare. Formula minima, molecolare e di struttura. Isomeria.

Struttura atomica. Numeri quantici, orbitali atomici e configurazioni elettroniche degli elementi. Tavola periodica e proprietà periodiche degli atomi. Tipologie di legame chimico. Strutture di Lewis. Orbitali ibridi. Forze intermolecolari. Proprietà degli elementi dei gruppi 1-2 e 13-18, e dei corrispondenti ossidi e idruri.

Stati di aggregazione della materia. Stato gassoso e leggi dei gas. Stato solido e reticoli cristallini. Stato liquido. Passaggi di stato e diagrammi di stato. Soluzioni e colloidali.

Introduzione alla Termodinamica. Primo principio della termodinamica. Calore di reazione ed entalpia. Energia di legame. Entropia, secondo e terzo principio. Energia libera e costante di equilibrio.

Equilibrio nei sistemi omogenei. Grado di avanzamento, quoziente di reazione, legge di azione di massa. Reazioni omogenee in fase liquida e gassosa. Equilibri eterogenei. Cenni di cinetica: Velocità di reazione, ed energia di attivazione.

Acidi e basi. Teorie di Arrhenius, Brønsted-Lowry e Lewis. Acidi e Basi. Scala del pH e del pOH. Calcolo del pH di soluzioni di acidi (basi) forti e deboli. Idrolisi e Tamponi. Indicatori di pH e titolazioni acido-base. Equilibri di solubilità. Equilibri di complessazione.

Elementi di Elettrochimica. Potenziale di riduzione. Celle galvaniche. Equazione di Nernst. Conduttori elettrolitici. Celle elettrolitiche e leggi di Faraday.

Esercitazioni di stechiometria. Esperienze pratiche in laboratorio su equilibri in soluzione e di solubilità, reazioni di ossidoriduzione, sintesi e reattività di composti inorganici.

Elementi di transizione e loro complessi. Proprietà magnetiche Tipi di leganti: acidità e basicità σ e π . Inerzia, labilità, stabilità e instabilità di un complesso. Acidi e basi hard e soft. Regola EAN. Composti di coordinazione, organometallici e metallocarbonili. Teoria del legame nei composti di coordinazione. Isomerie e stereoisomerie. Tipologie e meccanismi di reazione nei metalli di transizione. Lantanidi e attinidi.

Chimica Organica (su 18 CFU)

Introduzione alle molecole organiche e ai gruppi funzionali: Nomenclatura. Rappresentazioni grafiche. Forze intermolecolari. Correlazioni struttura-proprietà fisiche. Solventi, solubilità. Proprietà acido-base di molecole organiche (Brønsted e Lewis). Metodi di isolamento, analisi e purificazione.

Alcani e cicloalcani: Presenza in natura. Proprietà. Analisi conformazionale. Combustione con relativa introduzione termodinamica. Alogenazione radicalica; introduzione cinetica e meccanismo di reazione. Radicali liberi come intermedi di reazione.

Stereochimica: Molecole chirali e achirali. Centri stereogenici. Configurazioni assolute e regole CIP. Enantiomeri e diastereoisomeri. Cicloalcani disostituiti. Forme meso

Alogenuri alchilici: Le sostituzioni nucleofile. Le reazioni di eliminazione. Carbocationi come intermedi di reazione.

Alcoli, eteri ed epossidi; Ammine alifatiche: Proprietà. Preparazione. Proprietà

Idrocarburi insaturi monofunzionali: Proprietà degli alcheni e degli alchini. Preparazione. Reazioni di addizione

Composti carbonilici e loro derivati azotati: Proprietà. Preparazione. Reazioni di addizione nucleofila. Reazioni di sostituzione nucleofila. Reattivi organometallici di litio, magnesio e rame

Acidi carbossilici e loro derivati: Proprietà. Preparazione. Interconversioni fra derivati carbossilici. Sostituzione nucleofila acilica

Composti carbonilici e carbossilici: Sostituzioni al carbonio in alfa. Enoli ed enolati. Reazioni degli enolati con agenti elettrofili

Interconversioni di gruppi funzionali: Processi redox. Processi idrolitici e processi che non comportano variazioni dello stato di ossidazione.

Composti bi e polifunzionali: Dalle correlazioni struttura-reattività elaborate per i composti monofunzionali alle proprietà di molecole contenenti due o più carboni sostituiti con eteroatomi, in funzione della loro distanza. Correlazione fra distanza tra i carboni eterosostituiti e possibili vie di sintesi.

Coniugazione fra gruppi insaturi adiacenti (1,3-dieni, alfa,beta-enoni, polieni, ecc.): Carbocationi allilici. Addizione elettrofila e nucleofila 1,2 ed 1,4. Cicloaddizione di Diels-Alder

Benzene: aromaticità. Sostituzione elettrofila aromatica, meccanismo ed esempi. Effetto del sostituente in reazioni di sostituzione elettrofila aromatica. Sali di diazonio e reazioni di sostituzione nucleofila aromatica. Sintesi multistadio di benzeni polisostituiti. Idrocarburi policiclici aromatici. Composti eterociclici aromatici a cinque termini. Composti eterociclici aromatici a sei termini

Introduzione alla chimica delle sostanze organiche naturali: amminoacidi, lipidi e zuccheri

Biochimica (su 6 CFU, di cui se possibile 1 di laboratorio)

Proteine: struttura primaria, secondaria, terziaria e quaternaria, trasporto dell'ossigeno ed esempi di rapporti struttura-funzione.

Enzimi e catalisi enzimatica: gruppi prostetici, cofattori, coenzimi e vitamine; concetto di sito attivo e di specificità; complesso enzima-substrato e l'equazione di Michaelis-Menten: inibizione enzimatica.

Metabolismo di glicidi, lipidi, proteine ed acidi nucleici: glicolisi e fermentazione; ciclo dell'acido citrico e dei pentoso fosfati; gluconeogenesi; metabolismo degli acidi grassi saturi e insaturi; il ciclo dell'azoto; biosintesi e degradazione di aminoacidi; deaminazione; transaminazione; ciclo dell'urea.

Bioenergetica e fosforilazione ossidativa: variazione di energia libera e reazioni accoppiate; la catena respiratoria e la fosforilazione ossidativa; la teoria chemio-osmotica.

Linee guida per gli incontri di consultazione università – imprese finalizzati alla revisione degli ordinamenti didattici¹

Premessa

L'avvio e la progressiva attuazione dei nuovi ordinamenti didattici universitari legati al cosiddetto "3+2" (Dl. 509/99 e D.l. 270/2004) ha impegnato Assolombarda e gli atenei milanesi in un ripensamento del modo di confrontarsi e cooperare nei processi di aggiornamento e adeguamento dell'offerta formativa, nella consapevolezza che la "consultazione" è in grado di incidere positivamente sulla qualità dei nuovi corsi solo a condizione di perdere la valenza di mero adempimento formale e trasformarsi in un momento condiviso di analisi dei bisogni.

Nasce da qui l'esigenza di rafforzare e qualificare la collaborazione università-impresa, dando nuovo impulso al sistema delle consultazioni, raffinandone metodologie e approcci ed estendendone l'utilizzo a tutti quegli indirizzi di studio, compresi i dottorati di ricerca, che trovano nel mondo delle imprese – manifatturiere e dei servizi – il loro primario sbocco professionale.

In particolare, il Tavolo Assolombarda - Rettori si è posto l'obiettivo di sviluppare modalità concrete ed efficaci di consultazione con il sistema economico-produttivo, al fine di indicare i fabbisogni di competenza attesi dalle imprese alle strutture accademiche incaricate della revisione e dell'aggiornamento dei nuovi corsi di studio.

Su questo fronte non mancano, sul territorio milanese, alcune esperienze sperimentali di collaborazione che, in una prima fase, avevano coinvolto, oltre all'università, anche il mondo della scuola. L'ultima, in ordine di tempo, di queste attività è la recente indagine sulle competenze più frequentemente richieste dalle imprese ai neolaureati, a seconda delle differenti aree aziendali di inserimento.

¹ Il documento promosso da Assolombarda e Politecnico di Milano, Università degli Studi di Milano, Università degli Studi di Milano-Bicocca, Università Cattolica del Sacro Cuore, Università Commerciale Luigi Bocconi, Libera Università di Lingue e Comunicazione – IULM, Università degli Studi di Pavia e Università Vita-Salute San Raffaele è stato condiviso dalla Giunta di Confindustria e dalla CRUI.

Questa, così come altre esperienze quali i "*contact-team*"² possono - in ragione delle finalità e del metodo di collaborazione che ne stanno alla base - fornire il punto di partenza per una nuova collaborazione, con il comune obiettivo di facilitare l'acquisizione delle competenze necessarie allo sviluppo individuale e sociale dei giovani.

In questo senso, i dati sino a oggi emersi rilevano che le maggiori lacune dei giovani laureati dal punto di vista dell'inserimento nel mercato del lavoro non risiedono nella carenza di conoscenze tecnico-disciplinari, ma prevalentemente nell'insufficiente capacità di tradurre i saperi acquisiti in comportamenti lavorativi congruenti.

Alla luce di queste considerazioni, le presenti linee-guida intendono fornire un contributo innovativo alle pratiche di confronto università-impresa per la revisione e l'aggiornamento dei curricula formativi, nell'obiettivo di sostenere l'*employability* dei nostri laureati in termini di competitività sul mercato del lavoro, anche in una prospettiva internazionale.

Proposte

Allo scopo di favorire un processo formativo capace di agevolare l'inserimento dei laureati nel mercato del lavoro sarebbe opportuno che gli Atenei, oltre a un'elevata preparazione disciplinare, ponessero particolare attenzione ad alcuni aspetti quali:

1. **Lo sviluppo di metodologie formative che, nel trasmettere le conoscenze tecnico-disciplinari, riescano nel contempo a potenziare competenze metodologiche e capacità relazionali.**

I risultati delle ricerche condotte fanno emergere in particolare l'importanza delle seguenti caratteristiche:

- capacità di **decidere in autonomia** e competenze di **programmazione**: lavorare per obiettivi, tradurre la domanda in specifiche del prodotto/servizio; collaborare alla definizione di processi aziendali, sviluppare la progettazione esecutiva, impostare un budget; elaborare flow-chart, procedure e piani di sviluppo, pianificare le azioni; gestire più compiti contemporaneamente, individuare e gestire le priorità;

² Il "*contact-team*" è un tavolo paritetico, attivato per specifici settori di specializzazione industriale, nel quale rappresentanti del mondo accademico, dell'associazionismo imprenditoriale e delle imprese del settore collaborano stabilmente con l'obiettivo di rafforzare la corrispondenza dei curricula alle esigenze del contesto professionale di riferimento e, conseguentemente, l'occupabilità sostenibile dei giovani laureati. Il "*contact-team*" si configura come metodo per una connessione strutturale ed organica tra obiettivi e contenuti della formazione universitaria e linee di tendenza sulle competenze e sui profili professionali e culturali necessari al mondo produttivo.

- competenze di **controllo**: valutazione dell'impatto ex ante e ex post e monitoraggio dei progetti aziendali, del corretto svolgimento di un processo, degli stati di avanzamento delle attività;
- capacità di **gestione delle informazioni**: raccolta, analisi e selezione dei dati in relazione alle necessità dei diversi utenti, interpretazione dei dati in relazione al contesto aziendale; conoscenza del processo di produzione e del contesto di utilizzo dei prodotti; redazione di verbali, di report, di documentazione tecnica, presentazione dei risultati di un progetto; monitoraggio del mercato, analisi della domanda, conoscenza e presentazione dell'offerta aziendale; gestione di data-base;
- capacità di **gestione delle relazioni**: capacità di ascolto e dialogo, di stabilire relazioni fiduciarie; capacità di negoziazione, di comunicazione, di lavoro in team; capacità di personalizzazione dell'offerta in relazione ai bisogni del cliente;
- capacità di **gestione delle risorse**: controllo di requisiti e funzionalità delle apparecchiature, sviluppo di tecnologie di processo e di prodotto (*in particolare per le posizioni tecniche*);
- competenze di **gestione di sé** e delle **situazioni** di lavoro: flessibilità, iniziativa, attitudine al problem solving, gestione delle eccezioni alla procedura, capacità di autovalutazione delle prestazioni, aggiornamento continuo, autocontrollo e resistenza allo stress, capacità di condividere le esperienze relative a successi e insuccessi;
- capacità di **innovazione, proattività e apertura mentale**: saper promuovere nuove modalità nel risolvere i problemi (anche applicando modelli propri di altri campi del sapere); capacità di individuare soluzioni innovative, valutandone l'impatto sui risultati aziendali; sapersi adattare tempestivamente a situazioni inaspettate, senza farsi condizionare da schemi precostituiti; capacità di rimodulare i propri punti di vista, considerando soluzioni diverse e rispettando le competenze altrui.

Allo scopo di contribuire a sviluppare tali competenze – che dovrebbero essere progressivamente acquisite fin dalla scuola - i corsi di studio, particolarmente quelli di secondo livello, dovrebbero prevedere più estesamente **forme di didattica interattiva**, lavori di gruppo, attività di tutoraggio e di feed-back nelle presentazioni scritte e orali degli studenti, incluse quelle che costituiscono prove d'esame, l'incentivazione di quegli insegnamenti dalla valutazione dei quali risulti un soddisfacente livello di apprendimento dei metodi di studio e degli strumenti analitici di base oltre che delle nozioni e dei contenuti disciplinari.

Inoltre sarebbe opportuno incentivare le **esperienze di studio all'estero**, preparate da adeguate conoscenze della lingua e della cultura del paese di

destinazione, che nell'esperienza delle aziende risultano fortemente correlate con le capacità di innovazione e apertura mentale.

In prospettiva sarebbe auspicabile tenere conto delle competenze di cui sopra anche nelle procedure di selezione o di auto-valutazione che le università mettono in atto in ingresso o in uscita dal percorso formativo.

2. **Un esteso e univoco utilizzo dei crediti formativi previsti dall'art. 10 comma 5 lettera d) del DM 270 per la progettazione di "attività formative... utili per l'inserimento nel mondo del lavoro".**

A tale scopo, va ritenuta prioritaria l'organizzazione, a livello di ateneo o di singole facoltà, di corsi o moduli di orientamento e accompagnamento al lavoro condotti con l'intervento di rappresentanti locali del mondo del lavoro e delle professioni. Tali moduli di orientamento al lavoro dovrebbero essere specificamente mirati:

- a) all'apprendimento delle competenze indicate al punto precedente;
- b) all'acquisizione degli elementi di base della cultura economica e dell'organizzazione dei contesti lavorativi (le funzioni aziendali, i meccanismi regolatori del mercato, gli elementi base della finanza aziendale, le chiavi di lettura di un bilancio, gli scenari economici internazionali, etc.).

3. **Per quanto riguarda i corsi di studio "professionalizzanti", ai sensi dell'art. 3 comma 5, un esteso uso degli stage e tirocini formativi come previsto dall'art. 10 comma 5 lettera e), tale da garantire una conoscenza di quegli ambienti di lavoro e processi lavorativi congruenti con gli sbocchi professionali a cui il corso di studio è prevalentemente mirato. Gli stage dovrebbero essere progettati, organizzati e valutati in base alla capacità del tirocinante di esprimere "prestazioni" osservabili e misurabili, coerenti con il contesto professionale in cui viene inserito.**

4. **Una verifica continuativa dell'evoluzione dei processi di lavoro, attraverso la costruzione di un osservatorio permanente dei contesti professionali.** L'osservatorio dovrà curare non soltanto la rilevazione della domanda attuale di competenze, ma anche le tendenze delle politiche di gestione e sviluppo delle risorse professionali, in relazione alle trasformazioni prodotte in azienda dai risultati della ricerca applicata, dall'innovazione tecnologica e organizzativa, dalle strategie di business. Ciò permetterà di avere indicazioni tempestive sulle linee di tendenza della domanda di competenze per un arricchimento costante dei percorsi formativi.