



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

Gennaio 2025

Premessa

Partendo dal documento elaborato nel 2007, in occasione dell'aggiornamento e il riordino delle classi di laurea (DM 1648 19-12-2023), in accordo al DM 639 del 02-05-2024 che definisce i nuovi SSD, in considerazione del DM n. 96 del 2023 e sentito il CUN, viene elaborato il presente modello che definisce e adegua i contenuti di base (Core Chemistry) per un Corso di Studi attivato nella Classe L27.

Il Modello, che sostituisce il precedente documento del 2007, non ha chiaramente funzione normativa né tantomeno intende avere alcun carattere obbligatorio o vincolante in relazione alla ideazione e definizione dei corsi di studio. Esso risponde invece ad una esigenza maturata all'interno della Conferenza perché si individuasse una sorta "consensus paper" che possa supportare la istituzione e le modifiche di ordinamento dei Corsi di Studio della Classe L-27, in quanto definisce i contenuti minimi che la Comunità Chimica ritiene auspicabili per tutti i CdS della Classe, lasciando ampio spazio all'autonomia delle diverse sedi che possono così sviluppare offerte formative differenziate che contribuiscano a valorizzare le specifiche competenze locali, come richiamato nel DM 96 del 2023.

Hanno complessivamente partecipato ai lavori:

Barbara Valtancoli (CHEM-03/A), M. Carla Aragoni (CHEM-03/A), Silvia Zamponi (CHEM-01/A), Mariano Venanzi (CHEM-02/A), Luciano Barboni (CHEM-05/A), Cristina Femoni (ECTN), Martino Di Serio (CHEM-04/A), Serena Gabrielli (CHEM-05/A), Eleonora Aquilini (DSCI Didattica), Luigi Mondello (DSCI CHEM-01/A), Antonio Proto (DSCI CHEM-01/B), Moreno Meneghetti (DSCI CHEM-02/A), Mario Chiesa (DSCI CHEM-03/A), Mario Marchionna (DSCI CHEM-04/A), Alessandro Abboto (DSCI CHEM-05/A), Giulia Licini (DSCI CHEM-05/A), Francesca D'Anna (DSCI CHEM-05/A), Pietro Mastroilli (DSCI CHEM-06/A), M. Laura Bolognesi (DSCI CHEM-07/A), Nadia Mulinacci (DSCI CHEM-07/B), Giuliana Bianco (DSCI Spettrometria di Massa), Nausicaa Orlando (FNCN). Il lavoro è stato svolto sotto la supervisione dei Presidenti SCI che si sono susseguiti (Angela Agostiano, Gaetano Guerra e Gianluca Farinola).

Obiettivi

Il lavoro, svolto dalla Conferenza Nazionale dei Coordinatori dei Corsi di Studio di Area Chimica (ConChimica), in sinergia con la Società Chimica Italiana (SCI) e in collaborazione con la Federazione nazionale dei Chimici e dei Fisici (FNCN), ha come obiettivo quello di elaborare un Modello condiviso dalla comunità Chimica che costituisca una guida per l'istituzione dei Corsi di Studio appartenenti alla Classe L-27 e il rinnovo degli Ordinamenti Didattici dei Corsi di Studio già esistenti. Il Modello mira a garantire il possesso di una base comune di competenze (*core chemistry*) a tutti i laureati della Classe che permetta comunque di salvaguardare le specificità delle diverse tipologie di corsi (Chimica, Chimica Industriale, Chimica Applicata, etc.).

Il gruppo di lavoro, in accordo con il DM 1648 19-12-2023, ha analizzato i contenuti già declinati nel documento del 2007 ed ha rilevato la necessità di integrarli con argomenti degli Ambiti Disciplinari:

- Ambientale e dei Beni Culturali
- Industriale e Tecnologico

Il lavoro svolto tiene conto dei requisiti definiti nell'allegato del DM 1648 19-12-2023, e delle conversioni nell'allegato B del DM 639 del 02-05-2024, di seguito schematizzati:

Tabella della Classe L-27 – Allegato DM 1648/2023

ATTIVITÀ FORMATIVE INDISPENSABILI				
Attività formative di base				
<i>Ambito Disciplinare</i>	<i>Descrizione</i>	<i>SSD</i>	<i>SDD DM 639 2-5-24</i>	<i>CFU</i>
Discipline di base di Matematica, Fisica e Informatica	Acquisizione delle nozioni di base di matematica, fisica e informatica	INF/01 ING-INF/05 FIS/01-08 MAT/01-09	INFO-01/A IINF-05/A PHYS-tutti (01-06 A, B) MATH-tutti (01-06 A, B)	20
Discipline di base di Chimica	Acquisizione delle nozioni di base di chimica	CHIM/01 CHIM/02 CHIM/03 CHIM/06	CHEM-01/A CHEM-02/A CHEM-03/A CHEM-05/A	20
<i>Numero minimo di CFU riservato alle attività di base</i>				40
Attività formative caratterizzanti				
<i>Ambito Disciplinare</i>	<i>Descrizione</i>	<i>SSD</i>	<i>CFU</i>	<i>CFU</i>
Analitico, Ambientale e dei Beni Culturali	Conoscenze e competenze dei contenuti teorici e degli aspetti sperimentali, tecnologici e applicativi della chimica analitica, ambientale e dei beni culturali	CHIM/01 CHIM/12	CHEM-01/A CHEM-01/B	
Inorganico-Chimico Fisico	Conoscenze e competenze dei contenuti teorici e degli aspetti sperimentali, tecnologici e applicativi della chimica generale ed inorganica e della chimica fisica	CHIM/02 CHIM/03	CHEM-02/A CHEM-03/A	
Organico e Biochimico	Conoscenze e competenze dei contenuti teorici e degli aspetti sperimentali, tecnologici e applicativi della chimica organica, della biologia molecolare e della biochimica.	CHIM/06 BIO/10 BIO/11 BIO/12	CHEM-05/A BIOS-07/A BIOS-08/A BIOS-09/A	
Industriale e Tecnologico	Conoscenze e competenze dei contenuti teorici e degli aspetti sperimentali, tecnologici e applicativi della chimica industriale e dei materiali polimerici, degli impianti chimici industriali e delle tecnologie chimiche	CHIM/04 CHIM/05 ING-IND/21-22 ING-IND/25	CHEM-04/A IIND-03/C IMAT-01/A ICHI-02/A	
<i>Numero minimo di CFU riservato alle attività caratterizzanti</i>				50
<i>Numero minimo di CFU riservato alle attività di base e caratterizzanti</i>				90

Il lavoro svolto tiene conto, altresì, dei requisiti definiti dall'ECTN (EUROPEAN CHEMISTRY THEMATIC NETWORK) indicati nel documento Chemistry Eurobachelor (CE) - Gennaio 2019 e di seguito schematizzati:

Requisiti ECTN - Chemistry Eurobachelor (CE)

a) Almeno 90 crediti di corsi obbligatori nelle seguenti aree:

- Matematica
- Fisica
- Chimica Generale
- Chimica Analitica
- Chimica Fisica
- Chimica Inorganica
- Chimica Organica
- Biochimica

b) 15 crediti di corsi semiopzionali (moduli di almeno 5 crediti ciascuno) su almeno tre ulteriori “sub-discipline” da scegliersi tra

- Chimica Computazionale
- Tecnologie Chimiche
- Chimica delle macromolecole
- Chimica Biologica
- Biofisica

Tra i crediti semiopzionali devono essere inseriti moduli indipendenti o integrati di lingua che garantiscano una formazione in una seconda lingua oltre quella madre (inglese).

c) 60 crediti di corsi liberamente definiti dalle sedi

d) 15 crediti di una attività conclusiva di tesi o tirocinio (Bachelor thesis)

Il DM 1648 19-12-2023 indica gli obiettivi formativi qualificanti che tutti i corsi di studio della classe L-27 offerti dalle università devono garantire. La norma e la compilazione della SUA-CdS¹ richiedono inoltre che per ciascun corso di studi siano definiti gli obiettivi formativi specifici, in modo da passare dall’enunciazione generale della classe alla descrizione precisa degli obiettivi del singolo corso di studi.

Il Modello proposto è progettato in modo da suggerire un insieme di conoscenze e abilità che caratterizzano il profilo culturale e professionale della Classe e lascia ampi margini affinché ogni corso di studi possa definire gli obiettivi formativi specifici che lo contraddistinguono rispetto agli altri corsi di studio della stessa classe.

In uniformità a quanto richiesto dai Decreti Ministeriali, e per agevolare la compilazione dei Quadri della SUA-CdS dedicati al percorso formativo, il Modello proposto formula gli obiettivi qualificanti attraverso i Descrittori di Dublino,² indicando i contenuti e le attività ritenuti essenziali per l’acquisizione di conoscenze e abilità funzionalmente correlate al profilo culturale e professionale identificato dalla Classe. I contenuti proposti vanno presi con valenza propositiva e sono suscettibili di qualunque modifica la sede riterrà opportuna per i propri CdS.

Struttura del Modello

Viste le premesse sopra riportate, il gruppo di lavoro propone un Modello sviluppato secondo le seguenti finalità e principi:

- 1) Offrire un riferimento e una guida nella progettazione di un corso di laurea basato sui crediti, sui risultati di apprendimento attesi e sul carico di lavoro previsto per raggiungerli.
- 2) Soddisfare i vincoli di compatibilità con
 - a. la Tabella della Classe L-27 del DM 1648 del 19-12-2023;
 - b. le declaratorie dei nuovi SSD definiti dal DM 639 del 02-05-2024;

¹ La Scheda Unica Annuale (SUA) è lo strumento gestionale funzionale alla progettazione, alla realizzazione, all’autovalutazione e alla riprogettazione del Corso di Studi.

² Dopo la conferenza ministeriale di Praga (2001), un gruppo di esperti di diversi paesi ha prodotto una serie di definizioni dei processi di apprendimento, tarate sui tre cicli del Processo di Bologna, successivamente denominati Descrittori di Dublino («Dublin descriptors»). Si tratta di formulazioni di carattere generale, che cercano di tipizzare i risultati conseguiti in termini di apprendimento dagli studenti che ottengono un titolo dopo aver completato con successo un ciclo di studio. I Descrittori di Dublino descrivono quanto uno studente medio, in possesso di adeguata formazione iniziale, dovrebbe conoscere, comprendere ed essere in grado di fare al termine di un processo di apprendimento (conoscenze ed abilità). I due descrittori “Conoscenza e comprensione” e “Capacità di applicare conoscenza e comprensione” si riferiscono a conoscenze e competenze prettamente disciplinari; gli altri tre invece fanno riferimento a competenze trasversali. I descrittori relativi a “Conoscenza e comprensione” e a “Capacità di applicare conoscenza e comprensione” devono essere usati per indicare le conoscenze e competenze disciplinari specifiche del corso di studi che ogni studente del corso deve possedere nel momento in cui consegue il titolo. Per la precisione, il campo “Conoscenza e comprensione” si riferisce alle conoscenze disciplinari che formano il nucleo fondante del corso di studi, mentre il campo “Capacità di applicare conoscenza e comprensione” si riferisce alle competenze (il “saper fare”) disciplinari che si vuole che lo studente acquisisca nel corso di studi. Come tali, questi campi fungono da collegamento fra la descrizione sommaria del percorso formativo inserita nel campo degli obiettivi formativi specifici e la tabella delle attività formative. In particolare, i tre descrittori “Autonomia di giudizio”, “Abilità comunicative”, e “Capacità di apprendimento” fanno riferimento a competenze trasversali non correlate a singole discipline, anche se possono essere declinate in maniera diversa a seconda del corso di studi. (Guida CUN alla scrittura degli ordinamenti didattici - 2024/2025)

- c. i punti a) e b) dello schema Eurobachelor.
- 3) Offrire un riferimento e delle indicazioni per quanto riguarda le conoscenze e le competenze disciplinari di base e le abilità possedute da tutti i laureati nella Classe, elaborate in collaborazione con la Federazione Nazionale dei Chimici e dei Fisici (FNCF).
 - 4) Dare indicazioni sui contenuti e le attività ritenuti essenziali per soddisfare gli obiettivi qualificanti della Classe L-27, declinati secondo i Descrittori di Dublino.
 - 5) Indicare per le Discipline di Base e Caratterizzanti: gli Ambiti Disciplinari, i Settori Scientifici di riferimento e i contenuti indispensabili, ai quali si associa un numero di crediti complessivamente superiore a quelli minimi previsti dal DM 1648 19-12-2023.
 - 6) Lasciare ampi margini per lo sviluppo di obiettivi formativi specifici che permettano di distinguere e caratterizzare corsi diversi appartenenti alla Classe L-27.
 - 7) Dare indicazioni su Prova Finale, Tirocini e Altre Attività.
 - 8) Agevolare la mobilità degli studenti con riconoscimento dei crediti acquisiti.
 - 9) Garantire l'accesso a tutti i corsi di laurea magistrale nelle classi LM-54 e LM-71.

Il Modello propone dapprima la **TABELLA DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE** che definisce il numero minimo di crediti da associare alle varie discipline (di base e caratterizzanti ai sensi del DM 1648 19-12-2023) e alle attività relative al tirocinio e alla prova finale.

Segue quindi una seconda parte di **CONOSCENZE, COMPETENZE, ABILITÀ E CONTENUTI DISCIPLINARI** in cui il Modello definisce gli **Obiettivi Generali Qualificanti della Classe**, definiti ai sensi del DM 1648 19-12-2023, declinati secondo i Descrittori di Dublino. Sempre all'interno di questa seconda parte il Modello definisce per ogni disciplina: gli **Obiettivi di Apprendimento Disciplinari** (definiti ai sensi del DM 1648 e declinati secondo i Descrittori di Dublino) e i **Contenuti Disciplinari** ritenuti imprescindibili. Vengono quindi fornite indicazioni in relazione alla **Prova Finale** e ai **Tirocini Formativi**, definiti ai sensi del DM 1648 19-12-2023.

Alla fine del documento vengono indicati i riferimenti normativi e documentali su cui si fonda il modello.

TABELLA DELLE ATTIVITÀ FORMATIVE

La normativa prevede che per ogni corso di studi siano necessariamente attivati tutti gli ambiti disciplinari previsti dalla tabella delle attività formative indispensabili della classe.

Limitatamente alle attività formative caratterizzanti, qualora nei decreti di definizione delle classi siano indicati più di tre ambiti disciplinari per ciascuno dei quali non sia stato specificato il numero minimo dei relativi crediti, i regolamenti didattici di ateneo individuano per ciascun corso di studi i settori scientifico-disciplinari afferenti ad almeno tre ambiti, funzionali alla specificità del corso stesso, ai quali riservare un numero adeguato di crediti.

La Tabella di seguito riportata definisce i crediti minimi ritenuti necessari per le discipline di base e caratterizzanti in tutti gli Ambiti Disciplinari individuati per la Classe:

- I crediti di Matematica, Fisica e Informatica, sono da collocarsi esclusivamente nelle Attività di Base
- I crediti di Chimica per i SSD di Analitica, Chimica-Fisica, Generale ed Inorganica e Organica sono da suddividersi tra le Attività di Base e Caratterizzanti
- I crediti per le discipline dei sottoambiti "Biochimico", "Ambientale e dei Beni Culturali" e "Industriale e Tecnologico" sono da collocarsi nelle Attività Caratterizzanti e, in funzione della disponibilità di docenza delle Sedi, possono essere ricoperti da Docenti dei SSD indicati nella Tabella della Classe (DM 1648 19-12-2023) o di SSD facenti parte del GSD cui il sottoambito appartiene (DM 639 02-05-2024).

Tabella delle Attività Formative

<i>Discipline/Attività</i>	<i>Crediti Minimi</i>
Matematica, Informatica e Fisica	24
Chimica Analitica, Chimica Fisica, Chimica Generale ed Inorganica, Chimica Organica <i>(16 CFU per ognuna delle discipline)</i>	64
Biochimica, Chimica Ambientale e Chimica Industriale <i>(6 CFU per ognuna delle discipline)</i>	18

Come esplicitamente riportato nel DM 1648 19-12-2023, “i corsi di laurea della classe devono prevedere attività di laboratorio finalizzate alla conoscenza di metodiche sperimentali e di elaborazione e di analisi dei dati nelle discipline chimiche di base (Chimica Analitica, Chimica Fisica, Chimica Generale ed Inorganica e Chimica Organica).”

Il numero complessivo di CFU dedicati alle attività pratiche delle quattro discipline chimiche deve essere non inferiore a 16 CFU.

È auspicabile che anche gli insegnamenti di Fisica, Biochimica, Chimica Industriale e Chimica Ambientale prevedano delle attività pratiche di laboratorio.

Il DM 1648 19-12-2023 prevede inoltre attività pratiche in laboratori di ricerca presso università, enti o istituti di ricerca, centri di analisi, agenzie e/o aziende pubbliche o private in Italia o all'estero che possono essere inserite nella prova finale, attraverso tirocini formativi ed altre attività professionalizzanti.

Il Modello riguarda conoscenze, 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.

Si auspica inoltre l'inserimento di insegnamenti facenti capo a quei SSD di Area Chimica non esplicitamente riportati nel decreto (CHEM-06/A, CHEM-07/A-B-C e CHEM-08/A), per favorire e valorizzare le specifiche competenze locali delle sedi, in linea con il DM n. 96 del 2023, che prevede ampia flessibilità per le Università nella scelta di attività formative afferenti a settori scientifico-disciplinari ulteriori rispetto a quelli previsti dalle tabelle allegate al DM 1648/2023.

CONOSCENZE, COMPETENZE, ABILITÀ E CONTENUTI DISCIPLINARI

Sono di seguito indicate le conoscenze, competenze e le abilità generali e disciplinari che devono essere conseguite dagli studenti della Classe che ottengono il titolo dopo aver completato con successo un ciclo di studio.

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

- Conoscenza e comprensione (*knowledge and understanding*);
- Capacità di applicare conoscenza e comprensione (*applying knowledge and understanding*);
- Autonomia di giudizio (*making judgements*);
- Abilità comunicative (*communication skills*);
- Capacità di apprendimento (*learning skills*).

OBIETTIVI FORMATIVI QUALIFICANTI

Gli *Obiettivi Culturali della Classe* verranno declinati utilizzando tutti e cinque i descrittori, sia i primi due, strettamente legati ai contenuti, sia i successivi tre facenti riferimento a competenze trasversali non correlate a singole discipline. I *Contenuti Disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe* saranno declinati esclusivamente secondo i primi due descrittori.

Obiettivi Culturali della Classe

I Corsi di Studio della Classe L-27 hanno l'obiettivo di formare laureate e laureati che possiedano una solida preparazione culturale e metodologica nelle discipline chimiche, sia a livello teorico sia a livello sperimentale e applicativo, che permettano loro sia l'inserimento nel mondo del lavoro sia il proseguimento degli studi in corsi di laurea magistrale.

Sulla base di questi obiettivi, i corsi di studio della classe formano laureate e laureati che:

CONOSCENZA E COMPrensIONE

- possiedono adeguate conoscenze nei diversi settori della chimica, negli aspetti di base, teorici, sperimentali e applicativi e un'adeguata preparazione di base nelle discipline matematiche, informatiche e fisiche;

- possiedono adeguate conoscenze e competenze per comprendere a livello atomico e molecolare le proprietà della materia e le sue trasformazioni;
- conoscono i metodi di indagine scientifica e le principali tecniche e strumentazioni di laboratorio e sanno pianificare e condurre esperimenti, raccogliere, analizzare, e interpretare criticamente i dati sperimentali;
- conoscono le problematiche ambientali e quelle relative alla sicurezza e alla sostenibilità delle attività svolte in ambito chimico.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sanno praticare le norme di sicurezza nei laboratori chimici;
- sanno utilizzare la comune attrezzatura e la vetreria di laboratorio;
- sanno utilizzare le schede di sicurezza dei diversi prodotti;
- sanno utilizzare e smaltire in sicurezza e nel rispetto ambientale le sostanze chimiche;
- sanno progettare un esperimento di sintesi ed eseguire analisi di sostanze chimiche;
- sanno utilizzare tecniche e metodologie di tipo chimico, chimico-fisico e analitico per ricavare proprietà molecolari e per riconoscimenti strutturali;
- sanno elaborare e presentare dati sperimentali anche con l'ausilio di sistemi multimediali e sanno descrivere e comunicare in termini semplici e critici i risultati conseguiti.

Per quanto concerne le **conoscenze e competenze trasversali** non disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe, il DM 1648 19-12-2023 sancisce che le laureate e i laureati dei corsi della classe devono essere in grado di:

- comunicare efficacemente, in forma orale e scritta, i risultati di analisi e sperimentazioni condotte;
- operare in gruppi di lavoro e di ricerca disciplinari e interdisciplinari;
- contestualizzare le conoscenze chimiche specifiche in relazione alle altre discipline tecnico-scientifiche;
- conoscere i processi che hanno portato alla costruzione dei concetti fondamentali della chimica;
- aggiornare in modo continuo le proprie conoscenze.

Facendo seguito a quanto decretato, il Modello propone un insieme di conoscenze e competenze trasversali declinate secondo i Descrittori di Dublino, che rappresentino la base in comune a tutte le laureate e i laureati nella Classe, che devono essere in grado di:

AUTONOMIA DI GIUDIZIO

- programmare e condurre un esperimento pianificandone tempi e modalità operative anche sulla base della strumentazione a disposizione;
- interpretare i dati scientifici derivanti dall'osservazione e dalle misure effettuate in laboratorio mediante le tecniche acquisite;
- valutare criticamente i dati e rilevare eventuali anomalie e incongruenze nei risultati;
- valutare e quantificare i risultati ed esporli mediante stesura di apposita relazione scientifica;

ABILITÀ COMUNICATIVE

- interagire con altre persone e condurre attività in collaborazione;
- comunicare idee, problemi e soluzioni a interlocutori specialisti e non qualificati, sia in lingua italiana che in lingua inglese;
- esporre i dati attraverso relazioni e/o presentazioni utilizzando le suite di programmi più attuali;
- acquisire, diffondere e divulgare le informazioni di carattere scientifico attraverso l'uso di database e banche dati on-line;

CAPACITÀ DI APPRENDIMENTO

- possedere abilità e conoscenze di base di carattere chimico, matematico e fisico che consentano l'impiego in attività lavorative che richiedono capacità di applicazione di metodi e di tecniche innovative di tipo scientifico e l'utilizzo di attrezzature complesse di acquisizione o di analisi dei dati;
- adeguarsi all'evoluzione della disciplina;
- interagire con le professionalità culturalmente contigue;
- continuare gli studi nei corsi di laurea magistrale.

Metodologie Didattiche

Un obiettivo prioritario dell'insegnamento è mettere lo studente nella condizione di "imparare ad imparare". Nell'insegnamento dei contenuti di seguito riportati per le singole discipline, si consiglia quindi l'utilizzo di metodologie didattiche che sviluppino nello studente la capacità di interrogarsi, collegare le discipline e misurare le proprie conoscenze con le problematiche reali. A tal fine, si suggerisce di impostare le lezioni attraverso l'integrazione e il dialogo fra le varie discipline utilizzando diversi tipi di approcci e di metodologie didattiche, quali ad esempio il metodo storico/epistemologico, l'approccio laboratoriale, l'apprendimento per scoperta e per risoluzione di problemi, l'apprendimento cooperativo e l'educazione tra pari.

Contenuti Disciplinari indispensabili per tutti i corsi della classe

Partendo da questa modalità di progettazione del corso di laurea, il Modello propone, per ciascuna area disciplinare, un insieme di conoscenze, competenze e contenuti, declinati secondo i primi due descrittori, che rappresenti la base in comune a tutte le laureate e i laureati nella Classe, al fine di completare e definire puntualmente le competenze indicate nelle Tabelle Ministeriali relative alla Classe L27.

Ogni corso di laurea successivamente dovrebbe definire gli insegnamenti e le attività che consentano allo studente di acquisire conoscenze e competenze specifiche della classe.

I contenuti per le diverse discipline sono individuati con riferimento al numero di crediti indicati nella Tabella delle Attività Formative.

Come chiaramente riportato nelle nuove declaratorie dei SSD (DM 639 del 02-05-2024), alcuni contenuti (ad esempio le tecniche spettroscopiche, il legame chimico, le forze intermolecolari) hanno un carattere fortemente interdisciplinare e possono essere inquadrati, specie nelle loro caratteristiche generali, in più di un SSD. La suddivisione disciplinare di seguito riportata non vuole pertanto essere vincolante e non esclude che alcuni contenuti possano essere inseriti in settori disciplinari diversi da quelle suggeriti o inclusi più settori con espresse finalità specifiche, evitando ripetizioni e ridondanze.

DISCIPLINA: MATEMATICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPrensIONE

- conoscono le formule algebriche e le procedure che permettono il calcolo esatto ed approssimato di potenze e radici, equazioni e disequazioni algebriche;
- conoscono le comuni rappresentazioni di coordinate e vettori, spazi vettoriali e matrici, numeri complessi, determinanti;
- conoscono il significato e le modalità di rappresentazione di funzioni e grafici elementari, funzioni trigonometriche, progressioni aritmetiche e geometriche, funzioni esponenziali e logaritmiche;
- conoscono i metodi del calcolo differenziale ed integrale di base;
- conoscono i metodi di risoluzione di equazioni differenziali a singola variabile

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sono in grado di calcolare determinanti e risolvere sistemi lineari;
- sono in grado di applicare tecniche di calcolo differenziale e integrale per funzioni di una o più variabili reali;
- sono in grado di rappresentare funzioni usando differenti sistemi di coordinate;
- sono in grado di utilizzare strumenti di calcolo numerico e di programmazione.

CONTENUTI MATEMATICA

Insiemi numerici.

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

Funzioni elementari: polinomi, logaritmi, esponenziali, funzioni trigonometriche e loro inverse. **Limiti e continuità:** definizione di limite per una funzione; limiti di successione; limiti notevoli; funzioni continue.

Derivate e loro applicazioni: teoremi fondamentali del calcolo differenziale; massimi, minimi e grafico di una funzione; funzioni primitive; integrazione per sostituzione e per parti; integrali definiti e calcolo di aree; cenni al calcolo differenziale per le funzioni a più variabili.

Algebra lineare: vettori nel piano e nello spazio; spazi vettoriali; matrici e trasformazioni lineari; determinante e calcolo di un determinante; sistemi algebrici lineari.

Utilizzo di Software 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.

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

Serie: serie convergenti, divergenti e indeterminate; serie geometriche e serie armoniche.

DISCIPLINA: FISICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPRESIONE

- conoscono le grandezze fisiche e la teoria dell'errore nella misura di una grandezza fisica;
- conoscono le basi della cinematica e della dinamica dei corpi materiali;
- conoscono i concetti fondamentali del campo elettrico, delle correnti elettriche e dei fenomeni magnetici;
- conoscono i concetti base dell'ottica geometrica;
- conoscono i concetti base della propagazione delle onde e dell'acustica;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE

- sono in grado di analizzare le dimensioni e le unità di misura di grandezze fondamentali;
- sono in grado di eseguire calcoli su grandezze scalari e vettoriali;
- sono in grado di usare correttamente la normale strumentazione di laboratorio (taratura, calibrazione);
- sono in grado di trattare dati sperimentali e di gestire strumenti di registrazione dei dati;
- sono in grado di risolvere problemi numerici di meccanica, di ottica e di elettromagnetismo.

CONTENUTI FISICA

Unità di misura ed errore: grandezze fisiche fondamentali e derivate; unità di misura delle grandezze più comuni; principio di omogeneità; 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.

Lavoro ed Energia: concetto di forza; concetto di lavoro e di energia; conservazione dell'energia; temperatura; pressione; volume; calore e lavoro e loro misure.

Principi della Termodinamica: teoria cinetica dei gas.

Elettromagnetismo: la carica elettrica; legge di Coulomb; corrente elettrica e magnetismo; radiazione elettromagnetica, frequenza (energia) e lunghezza d'onda; Equazioni di Maxwell.

Ottica: ottica geometrica; riflessione, rifrazione, interferenza.

Elementi di Acustica.

DISCIPLINA: CHIMICA ANALITICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPRESIONE

- conoscono e comprendono il trattamento statistico dei dati sperimentali e i parametri di qualità e di validazione dei metodi analitici;
- conoscono e comprendono gli aspetti termodinamici degli equilibri chimici in soluzione e l'analisi di speciazione in presenza di equilibri multipli;
- conoscono e comprendono le strategie di campionamento e pretrattamento del campione;

- conoscono e comprendono i principi, la strumentazione e l'applicabilità delle tecniche elettroanalitiche, spettroscopiche, spettrometriche, separative, termiche e bioanalitiche;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE

- sanno individuare i metodi più adeguati alle procedure di analisi;
- sanno applicare le metodologie classiche dell'analisi chimica volumetrica e gravimetrica ed eseguire calcoli di speciazione in presenza di equilibri multipli;
- sanno utilizzare le tecniche spettroscopiche atomiche e molecolari, le tecniche cromatografiche e le tecniche elettroanalitiche, termiche e bioanalitiche per analisi qualitative e quantitative;
- sanno applicare i test di significatività e i metodi chemiometrici.
- sanno documentare l'analisi eseguita, e sanno calcolare e presentare il risultato dell'analisi in tabelle e grafici con l'incertezza associata.

CONTENUTI CHIMICA ANALITICA

Il processo analitico: la chimica analitica e la scienza della misura; errore e parametri di qualità di un metodo analitico; procedure di campionamento, pretrattamento e analisi.

Equilibrio chimico: stati di riferimento; costanti di equilibrio; termodinamica delle soluzioni; deviazione dall'idealità; attività e coefficienti di attività; forza ionica; equilibri in soluzione (acido/base, complessazione e redox) e concetto di equilibri coniugati; distribuzione delle specie; equilibri di ripartizione in sistemi chiusi e aperti; estrazione; equilibri di solubilità; alcalinità delle acque naturali; cenni agli equilibri in solventi non acquosi.

Analisi chimica: aspetti teorici e sperimentali delle metodologie classiche (volumetriche e gravimetriche); calcoli di speciazione in presenza di equilibri multipli; equilibri multifase; diagrammi pE/pH.

Campionamento: procedure standard di campionamento, pretrattamento e analisi; tecniche standard di campionamento di matrici reali; campionamento statistico; tecniche di pretrattamento del campione.

Metodi spettroscopici: spettroscopia molecolare di assorbimento UV-vis, IR, Raman, fluorescenza; spettroscopia atomica (assorbimento, emissione, plasma); fluorescenza a raggi X.

Metodi elettroanalitici: coulombometria, conduttimetria, polarografia; potenziometria, voltammetria e amperometria.

Analisi Termica: termogravimetria; analisi termica differenziale; calorimetria differenziale a scansione; microcalorimetria.

Metodi separativi: Cromatografia (liquida, gas e supercritica), elettroforesi. Termodinamica e cinetica dei processi separativi.

Spettrometria di massa: sorgenti ioniche, analizzatori di massa. Tecniche ifenate.

Bioanalitica: cenni di bioanalitica e biosensori.

Assicurazione e controllo della qualità: Principi di statistica; metodi di analisi; controllo di qualità e validazione dei metodi e parametri associati; standard e materiali di riferimento certificati; carte di controllo; accreditamento dei laboratori di prova e/o di taratura; protocolli e modelli di calibrazione.

Metodi chemiometrici: analisi di dati chimici univariati e multivariati, supervisionati e non supervisionati. Approcci "targeted" e "untargeted". Progettazione razionale degli esperimenti.

DISCIPLINA: CHIMICA FISICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPRESIONE

- conoscono la teoria cinetica dei gas;
- conoscono i principi termodinamici che regolano gli scambi energetici tra sistemi chimici e la conversione tra differenti forme di energia;
- conoscono il collegamento tra proprietà molecolari e comportamento macroscopico della materia;
- conoscono le leggi che regolano l'equilibrio chimico in sistemi a più componenti e più fasi;
- conoscono i principi che determinano la reattività dei sistemi chimici e la velocità di reazione;
- conoscono i principi che determinano la struttura elettronica degli atomi e delle molecole e la formazione dei legami chimici;

- conoscono le basi fisiche dell'interazione tra radiazione e materia e le tecniche spettroscopiche fondamentali (spettroscopia vibro-rotazionale ed elettronica, risonanze magnetiche);
- conoscono i principi chimico-fisici che regolano i processi elettrochimici;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sanno utilizzare tecniche calorimetriche, elettrochimiche e spettroscopiche;
- sanno eseguire calcoli elementari di bilancio energetico, determinare costanti di equilibrio, costanti cinetiche e ordini di reazione;
- sanno ricavare proprietà molecolari da dati calorimetrici, elettrochimici e spettroscopici;
- sanno utilizzare strumenti semplici di modellistica molecolare.

CONTENUTI CHIMICA FISICA

Energetica ed equilibrio chimico: Teoria cinetica dei gas. Principi della Termodinamica. Grandezze Parziali molari. Potenziali termodinamici: Energia interna, Entalpia, Entropia, Energia libera di Gibbs, Energia Libera di Helmholtz. Definizione statistica dell'entropia. Distribuzione di Maxwell-Boltzmann. Potenziale chimico. Termodinamica di sistemi a più componenti. Equilibri e Transizioni di fase. Equilibrio chimico e costante termodinamica. Soluzioni elettrolitiche. Potenziale elettrochimico. Potenziale elettrodico ed equazione di Nernst.

Reattività chimica. Velocità e Ordine di Reazione. Equazioni fenomenologiche della cinetica chimica. Dipendenza dalla temperatura della velocità di reazione: Equazione di Arrhenius. Energia di attivazione. Catalisi. Meccanismi di reazioni complesse. La dinamica delle reazioni. Teoria delle collisioni. Teoria dello stato di transizione. Superfici di energia potenziale e coordinata di reazione.

Struttura atomica e molecolare. Introduzione storica e 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. Effetto tunnel. Atomo di idrogeno. Orbitali atomici e struttura elettronica di atomi polielettronici. Legame chimico. Metodi del legame di valenza e dell'orbitale molecolare e struttura elettronica di molecole semplici. Elementi di teoria dei gruppi per sistemi molecolari. Modello di Huckel per sistemi coniugati. Introduzione ai metodi approssimati di Hartree-Fock e del funzionale densità (DFT) per sistemi molecolari. Teoria delle perturbazioni non dipendenti dal tempo. Interazioni intermolecolari. Introduzione a strumenti di modellistica basati su meccanica e dinamica molecolare e di quanto meccanica di base.

Spettroscopia atomica e molecolare. Interazione radiazione-materia: introduzione alla teoria delle perturbazioni dipendenti dal tempo e momento di dipolo di transizione. Spettroscopia atomica. Spettroscopia rotazionale, vibrazionale, elettronica. Fluorescenza e fosforescenza. Risonanze magnetiche: NMR, EPR. Diffrazione a raggi X. Tecniche microscopiche elettroniche e di sonda.

DISCIPLINA: CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPrensIONE

- conoscono la terminologia chimica, la nomenclatura dei composti chimici e le loro principali reazioni;
- conoscono 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;
- conoscono la struttura atomica e la classificazione delle diverse tipologie di legame chimico;
- conoscono i concetti di mole, di concentrazione, di pH, di solubilità e, più in generale, conoscono gli aspetti qualitativi e quantitativi degli equilibri in soluzione;
- conoscono 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;
- conoscono la struttura, il legame, la reattività e le proprietà dei composti di coordinazione e le principali tecniche di caratterizzazione strutturale;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sanno riconoscere e utilizzare le unità del Sistema Internazionale;

- sanno utilizzare la terminologia, la nomenclatura e la simbologia della chimica generale ed inorganica;
- sanno determinare la struttura molecolare di composti binari e ternari sulla base della natura degli elementi che la compongono;
- sanno bilanciare una reazione ed eseguire calcoli stechiometrici;
- sanno eseguire operazioni pratiche in relazione alla preparazione di soluzioni a concentrazione nota e alla sintesi e caratterizzazione di composti inorganici;
- sanno eseguire misurazioni ed identificazioni con l'uso di tecniche strumentali.

CONTENUTI CHIMICA GENERALE E INORGANICA

Introduzione alla Chimica. Particelle elementari e costituzione del nucleo. Atomi e massa atomica. Isotopi. Simboli degli elementi. Decadimento radioattivo e cenni di chimica nucleare. Mole, reazioni chimiche e loro bilanciamento. Reazioni di ossidoriduzione. Composizione elementare, formula minima, molecolare e di struttura. Isomeria.

Struttura atomica e molecolare. Numeri quantici, orbitali atomici e configurazione elettronica degli elementi. Proprietà magnetiche. Tavola periodica e proprietà periodiche degli atomi. Tipologie e modelli di legame chimico. Teoria dell'orbitale molecolare. Forze intermolecolari. Geometria molecolare e relazioni struttura-proprietà.

Stati di aggregazione della materia. Stato gassoso e leggi dei gas. Stato liquido. Stato solido. Solidi metallici, covalenti, ionici. Reticoli cristallini. 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 ed eterogenei. Grado di avanzamento, quoziente di reazione, legge dell'azione di massa. Reazioni omogenee in fase liquida e gassosa. Equilibri eterogenei. Cenni di cinetica: velocità di reazione ed energia di attivazione. Inerzia, labilità, stabilità.

Acidi e basi. Definizioni di acidità. Scale di acidità. Soluzioni acquose: calcolo del pH, idrolisi e tamponi, indicatori di pH. Titolazioni. Solvatazione ed equilibri di solubilità. Equilibri di complessazione e teoria HSAB.

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

Elementi di transizione e loro complessi. Composti di coordinazione. Classificazione dei leganti. Teoria del campo cristallino e del campo dei leganti. Isomerie e stereoisomerie.

Metodi Fisici in Chimica Inorganica: Tecniche spettroscopiche e diffrattometriche per la caratterizzazione spettroscopica di sistemi inorganici.

Sistematica degli elementi. Cenni alle proprietà dei composti degli elementi dei gruppi 1-2 e 13-18. Lantanoidi e attinoidi.

DISCIPLINA: CHIMICA ORGANICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPrensIONE

- conoscono la nomenclatura e le rappresentazioni delle molecole organiche;
- conoscono la struttura e la reattività dei gruppi funzionali e la loro interconversione, compresi i meccanismi di reazione;
- conoscono le proprietà fisiche delle molecole organiche;
- conoscono le principali tecniche spettroscopiche volte al riconoscimento strutturale di una molecola organica;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sanno utilizzare la terminologia, la nomenclatura e la simbologia della chimica organica;
- sanno interpretare e razionalizzare le reazioni organiche in termini di meccanismo di reazione,
 - sulla base delle fondamentali correlazioni struttura reattività;
- sanno prevedere il decorso stereochimico di una reazione, sulla base del suo meccanismo;
- sanno pianificare una breve sintesi multistadio;

- sanno preparare, purificare e caratterizzare composti organici;
- sanno separare e identificare sostanze organiche attraverso l'uso di tecniche strumentali.

CONTENUTI CHIMICA ORGANICA

Introduzione alla chimica organica: la struttura elettronica e concetti di orbitali molecolari, orbitali ibridi, risonanza, aromaticità, polarità, forze intermolecolari e interazioni di non legame. Il legame covalente nei composti organici.

Introduzione ai composti organici: fondamenti della nomenclatura, della struttura tridimensionale, proprietà chimiche e fisiche delle molecole organiche e razionalizzazione delle reazioni organiche in termini di meccanismi di reazione.

Relazioni struttura-attività di molecole organiche: Relazioni di struttura-attività nell'ambito delle loro proprietà acido-base e trasformazioni (effetti induttivi e di risonanza).

Stereoisomeria nei composti organici: Chiralità e stereogenicità. Conformazione e configurazione. Isomeri costituzionali, enantiomeri e diastereoisomeri. Relazioni di specificità. Unità stereogeniche. Descrittori di configurazione. Reazioni stereoselettive in chimica e biologia.

Gruppi funzionali e loro trasformazioni: gruppi funzionali e classi di composti organici. Reattività di gruppi mono-funzionali. Proprietà e reattività di sistemi multifunzionali, gruppi protettori. Aromaticità e antiaromaticità. Sistemi aromatici ed eteroaromatici.

Sintesi di composti organici: sintesi multistadio e cenni di analisi retrosintetica, meccanismi di reazioni organiche, sintesi in soluzione e processi solvent free, sviluppo di metodologie sintetiche ecosostenibili. Cenni di catalisi in trasformazione organiche. Cenni di reazioni di *cross-coupling* metallo catalizzate.

Purificazione di composti organici: applicazione di tecniche di purificazione quali cromatografia, cristallizzazione, estrazione liquido-liquido, distillazione sottovuoto e in corrente di vapore.

Monitoraggio di reazioni organiche e caratterizzazione di composti organici: la cromatografia su strato sottile e utilizzo di tecniche spettroscopiche e spettrometriche per il riconoscimento strutturale di molecole organiche.

Introduzione alla chimica delle sostanze organiche naturali: amminoacidi e proteine, lipidi, monosaccaridi e polisaccaridi, nucleosidi e nucleotidi e biomacromolecole.

DISCIPLINA: BIOCHIMICA

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPRESIONE

- conoscono e utilizzano correttamente la terminologia biochimica;
- conoscono le basi molecolari dei sistemi e dei processi biologici;
- conoscono i diversi livelli di struttura delle macromolecole;
- conoscono i processi di riconoscimento molecolare;
- conoscono gli elementi di base della catalisi enzimatica ed i diversi tipi di inibizione enzimatica;
- conoscono le vie metaboliche principali e loro integrazioni;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPRESIONE

- sanno analizzare dati sperimentali di dosaggi di proteine e acidi nucleici;
- sanno analizzare dati sperimentali di saggi di attività ed inibizione enzimatica;
- sanno individuare le tecniche più appropriate per la separazione e purificazione di macromolecole biologiche.

CONTENUTI BIOCHIMICA

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; inibizione enzimatica; equazione di Michaelis-Menten; cooperatività ed effetti allosterici.

Metabolismo di glicidi, lipidi, proteine ed acidi nucleici: glicolisi e fermentazione; ciclo dell'acido citrico

e del pentoso fosfati; glicogenosintesi e 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; fotosintesi; la teoria chemio-osmotica.

DISCIPLINA: CHIMICA INDUSTRIALE

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPrensIONE

- conoscono l'origine, la disponibilità e i principali cicli di trasformazione delle materie prime in prodotti chimici e materiali;
- posseggono conoscenze essenziali sulle principali tecnologie utilizzate nell'industria chimica;
- posseggono conoscenze essenziali sulla catalisi industriale;
- posseggono conoscenze essenziali sulle principali classi di materiali;
- posseggono conoscenze essenziali sulla sicurezza e l'impatto ambientale nella produzione e utilizzo di prodotti chimici e materiali;

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sanno utilizzare la terminologia, la nomenclatura e la simbologia della chimica industriale;
- sanno interpretare e razionalizzare i processi chimici industriali in termini delle tecnologie utilizzate, con un approccio metodologico scientifico, anche considerando gli aspetti sulla sicurezza e l'impatto ambientale;
- sanno individuare la classe di materiali utili per le diverse applicazioni attraverso ragionamento e analogia utilizzando le informazioni sulle loro proprietà.

CONTENUTI CHIMICA INDUSTRIALE

Materie prime per l'industria chimica e la struttura della produzione chimica.

Introduzione alle problematiche dell'energia e della sostenibilità.

Fondamenti di chimica industriale: Catalisi Industriale, Operazioni Unitarie, Bilanci, Schemi di processo.

Produzione e proprietà delle principali classi di materiali.

Principali processi chimici e loro evoluzione.

Sicurezza ed impatto ambientale di processi, prodotti chimici e materiali.

DISCIPLINA: CHIMICA AMBIENTALE

Le laureate e i laureati della Classe:

CONOSCENZA E COMPrensIONE

- conoscono i processi di trasformazione della materia nelle matrici ambientali (aria, acqua, suolo e biota) e i cicli di materia ed energia;
- conoscono e distinguono le sorgenti primarie e secondarie di inquinamento chimico;
- conoscono le più comuni metodologie sperimentali e modellistiche coinvolte nell'analisi, valutazione e controllo dell'ambiente;
- conoscono i principi della sostenibilità, le varie tipologie di rischio chimico e le normative in ambito ambientale.

CAPACITÀ DI APPLICARE CONOSCENZA E COMPrensIONE

- sanno valutare le problematiche ambientali in un'ottica sistemica e sostenibile;
- sanno individuare, monitorare e speciare gli inquinanti nei differenti comparti ambientali.
- sanno valutare strategie sostenibili di risanamento ambientale

CONTENUTI CHIMICA AMBIENTALE

I progressi della chimica per la salvaguardia dell'ambiente, della salute e del patrimonio culturale.

Sorgenti di immissione e processi naturali di trasporto di materia ed energia nell'ambiente.

La chimica dell'atmosfera, delle acque naturali e del suolo: caratteristiche chimico-fisiche, trasformazioni biotiche/abiotiche, processi di ripartizione, eutrofizzazione, effetto serra, acidificazione delle acque.

Inquinanti ambientali prioritari ed emergenti in aria, acqua, suoli; persistenza e tossicità. Interazione con le catene trofiche: bioaccumulo e biomagnificazione.

Rischio ambientale da sostanze chimiche: sorgenti-percorsi-bersagli; rischio sanitario e rischio ecologico; monitoraggi ed indici di qualità.

Depurazione delle acque di scarico, anche finalizzata al loro riutilizzo; trattamenti di potabilizzazione delle acque destinate al consumo umano.

Rifiuti, suoli contaminati e risanamento.

Effetto serra, cambiamento climatico ed effetti sulla qualità dell'ambiente e del patrimonio culturale.

Tecniche di campionamento ambientale e dei rifiuti.

Sostenibilità ambientale ed aspetti normativi.

Riferimenti

- Contenuti di base per un Corso di Laurea attivato in Classe L27 – Scienze e tecnologie chimiche Luglio 2007.
(https://www.soc.chim.it/sites/default/files/users/div_elettrochimica/contenuti_base.pdf)
- ECTN (European Chemistry Thematic Network) (<http://www.ectn-lc.eu/>)
Chemistry Eurobachelor (<http://www.ectn-lc.eu/assets/files/Eurobachelor-Book010609FI.pdf>)
- Guida CUN alla scrittura degli ordinamenti didattici 2024/2025.
(<https://www.cun.it/uploads/7757/Guida%202024-2025.pdf?v=>)
- Guida CUN alla scrittura degli ordinamenti didattici 2025/2026.
(https://www.cun.it/uploads/7871/CUN_Guida_Ordinamenti_2025_2026.pdf?)
- Linee guida ANVUR per la progettazione in qualità dei corsi di studio di nuova istituzione - 2024/2025
(https://www.anvur.it/wp-content/uploads/2023/10/Linee-Guida-Nuova-istituzione_2024_25_def.pdf)
- Standards and Guidelines for Quality Assurance in the European Higher Education Area (ESG)
(https://www.enqa.eu/wp-content/uploads/2015/11/ESG_2015.pdf)
- Decreto Ministeriale 6 giugno 2023, n. 96, riguardanti la flessibilità dell'offerta formativa, e la sua implementazione. (<https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2023/07/27/23G00106/sg>)
- Decreto Ministeriale n. 1648 del 19-12-2023
(<https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2023-12/Decreto%20Ministeriale%20n.%201648%20del%2019-12-2023.pdf>)
- Decreto Ministeriale n. 1648 del 19-12-2023 - ALLEGATO
(<https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2023-12/Decreto%20Ministeriale%20n.%201648%20del%2019-12-2023%20-%20allegato.pdf>)
- Decreto Ministeriale n. 639 del 02-05-2024
(<https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2024-05/Decreto%20Ministeriale%20n.%20639%20del%2002-05-2024.pdf>)
- Decreto Ministeriale n. 639 del 02-05-2024 ALLEGATO A
(<https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2024-05/Decreto%20Ministeriale%20n.%20639%20del%2002-05-2024%20-%20Allegato%20A.pdf>)
- Decreto Ministeriale n. 639 del 02-05-2024 ALLEGATO B
(<https://www.mur.gov.it/sites/default/files/2024->)

[05/Decreto%20Ministeriale%20n.%20639%20del%2002-05-2024%20-%20Allegato%20B.pdf](#)