

Professioni & Concorsi

a cura di M.V. Bacalini, S. D'Errico

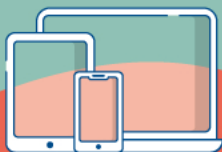
PROVE  
SCRITTE

III EDIZIONE

# L'ESAME DI STATO PER CHIMICI

Tracce svolte per le prove scritte

Raccolta di elaborati su **tracce  
ufficiali ed esercizi**  
per la **prova pratica**



**+** ESTENSIONI ONLINE  
APPENDICE NORMATIVA  
TRACCE UFFICIALI



EdiSES  
edizioni



**PROVE SCRITTE**

III EDIZIONE

# L'ESAME DI STATO PER **CHIMICI**

Tracce svolte per le prove scritte  
ed esercizi per la prova pratica

## Accedi ai servizi riservati

Il codice personale contenuto nel riquadro dà diritto a servizi riservati ai clienti. Registrandosi al sito, dalla propria area riservata si potrà accedere a:

**MATERIALI DI INTERESSE  
E CONTENUTI AGGIUNTIVI**

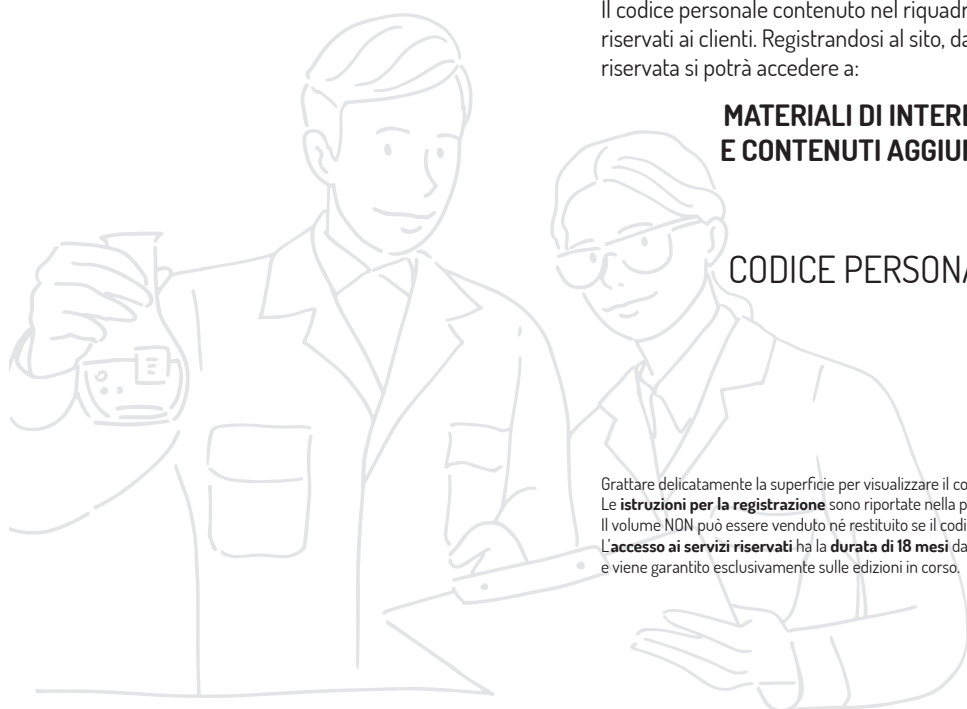
**CODICE PERSONALE**

Grattare delicatamente la superficie per visualizzare il codice personale.

Le **istruzioni per la registrazione** sono riportate nella pagina seguente.

Il volume NON può essere venduto né restituito se il codice personale risulta visibile.

L'**accesso ai servizi riservati** ha la **durata di 18 mesi** dall'attivazione del codice e viene garantito esclusivamente sulle edizioni in corso.



# Istruzioni per accedere ai contenuti e ai servizi riservati

SEGUI QUESTE SEMPLICI ISTRUZIONI

## SE SEI REGISTRATO AL SITO

clicca su **Accedi al materiale didattico**



inserisci email e password



inserisci le ultime 4 cifre del codice ISBN, riportato in basso a destra sul retro di copertina



inserisci il tuo **codice personale** per essere reindirizzato automaticamente all'area riservata

## SE NON SEI GIÀ REGISTRATO AL SITO

clicca su **Accedi al materiale didattico**



registrati al sito o autenticali tramite facebook



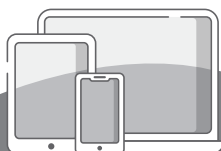
attendi l'email di conferma per perfezionare la registrazione



torna sul sito **edises.it** e segui la procedura già descritta per utenti registrati



## CONTENUTI AGGIUNTIVI



Per problemi tecnici connessi all'utilizzo dei supporti multimediali e per informazioni sui nostri servizi puoi contattarci sulla piattaforma **assistenza.edises.it**

# L'esame di Stato per CHIMICI

Tracce svolte per le prove scritte

Raccolta di elaborati su **tracce ufficiali**  
ed **esercizi** per la **prova pratica**

a cura di  
Maria Vittoria Bacalini, Stefano D'Errico



L'esame di Stato per Chimici - P&C12.1 – Tracce svolte ed Esercizi – III Edizione  
Copyright © 2021, 2018, 2015 Edises edizioni S.r.l. – Napoli

9 8 7 6 5 4 3 2 1 0  
2025 2024 2023 2022 2021

Le cifre sulla destra indicano il numero e l'anno dell'ultima ristampa effettuata

*A norma di legge è vietata la riproduzione, anche parziale, del presente volume o di parte di esso con qualsiasi mezzo.*

L'Editore

*A cura di:* Maria Vittoria Bacalini, Stefano D'Errico

*Autori:*

Maria Vittoria Bacalini, Carlo Costa, Stefano D'Errico, Mariateresa Giustiniano, Tiziana Lucia Maione, Fabio Montagnaro, Gian Carlo Tenore, Rosa Turco - Università degli Studi di Napoli "Federico II"; Pasquale Festa - I.C.I. - International Chemical Industry Spa

*Cover Design and Front Cover Illustration:* Digital Followers S.r.l.

*Redazione e Fotocomposizione:* Edises edizioni S.r.l.

*Stampato presso:* Vulcanica S.r.l. – Nola (NA)

*per conto della* Edises edizioni S.r.l. – Napoli

**www.edises.it**

**assistenza.edises.it**

ISBN 978 88 3622 322 0

---

I curatori, l'editore e tutti coloro in qualche modo coinvolti nella preparazione o pubblicazione di quest'opera hanno posto il massimo impegno per garantire che le informazioni ivi contenute siano corrette, compatibilmente con le conoscenze disponibili al momento della stampa; essi, tuttavia, non possono essere ritenuti responsabili dei risultati dell'utilizzo di tali informazioni e restano a disposizione per integrare la citazione delle fonti, qualora incompleta o imprecisa.

Realizzare un libro è un'operazione complessa e, nonostante la cura e l'attenzione poste dagli autori e da tutti gli addetti coinvolti nella lavorazione dei testi, l'esperienza ci insegna che è praticamente impossibile pubblicare un volume privo di imprecisioni. Saremo grati ai lettori che vorranno inviarci le loro segnalazioni e/o suggerimenti migliorativi sulla piattaforma *assistenza.edises.it*

# Sommario

## Parte Prima Regolamentazione professionale

<b>Capitolo 1</b>	Sbocchi occupazionali.....	3
<b>Capitolo 2</b>	Rischio chimico.....	5
<b>Capitolo 3</b>	Accreditamento dei laboratori.....	18
<b>Capitolo 4</b>	Gestione e smaltimento dei rifiuti chimici.....	23
<b>Capitolo 5</b>	Igiene e controllo.....	27

## Parte Seconda Chimica generale

<b>Capitolo 1</b>	Teorie del legame.....	75
<b>Capitolo 2</b>	Geometria molecolare e forze intermolecolari.....	77
<b>Capitolo 3</b>	Termodinamica e cinetica.....	80
<b>Capitolo 4</b>	Acidi e basi.....	87
<b>Capitolo 5</b>	Elettrochimica.....	89
<b>Capitolo 6</b>	Proprietà dei gruppi della Tavola Periodica.....	91

## Parte Terza Chimica organica

<b>Capitolo 1</b>	Proprietà e reattività dei gruppi funzionali.....	97
<b>Capitolo 2</b>	Meccanismi di reazione.....	106
<b>Capitolo 3</b>	Formazione del legame carbonio-carbonio.....	118
<b>Capitolo 4</b>	Polimeri organici di interesse biologico e polimeri sintetici.....	123

## Parte Quarta Analisi chimica

<b>Capitolo 1</b>	Interpretazione dei dati analitici.....	135
<b>Capitolo 2</b>	Metodi spettroscopici.....	137
<b>Capitolo 3</b>	Metodi cromatografici.....	150



## Parte Quinta Chimica industriale

Capitolo 1	Catalisi.....	163
Capitolo 2	Prodotti e processi dell'industria chimica.....	165
Capitolo 3	Energia e ambiente.....	188
Capitolo 4	Impianti e reattori chimici.....	218
Capitolo 5	Chimica fisica industriale.....	226
Capitolo 6	Chimica organica industriale.....	230
Capitolo 7	Scienza e tecnologia dei polimeri.....	236

## Parte Sesta Chimica farmaceutica

Capitolo 1	Progettazione e sviluppo dei farmaci.....	249
Capitolo 2	Farmaci antimicrobici.....	271
Capitolo 3	Farmaci che agiscono sul sistema nervoso centrale.....	284
Capitolo 4	Farmaci antinfiammatori e immunosoppressori.....	294
Capitolo 5	Farmaci che agiscono sul sistema cardiovascolare.....	301
Capitolo 6	Farmaci che agiscono sul sistema colinergico.....	308
Capitolo 7	Farmaci impiegati nella terapia dell'ulcera peptica.....	310
Capitolo 8	Farmaci impiegati nei disturbi metabolici.....	312
Capitolo 9	Agenti chemioterapici.....	316
Capitolo 10	Prodotti e processi dell'industria farmaceutica.....	321
Capitolo 11	Progressi recenti nello sviluppo dei farmaci.....	330

## Parte Settima Identificazione spettroscopica di composti organici

Esercizi svolti per la prova pratica.....	335
---	-----

Appendice normativa (*estensione online*)





# Prefazione

Il presente volume è rivolto ai candidati che intendono sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Chimico e contiene una raccolta di più di 180 **elaborati** che simulano lo svolgimento di **prove scritte** d'esame, e novità della presente edizione, 53 **esercizi svolti** per la preparazione alla **prova pratica**.

Le tracce, selezionate tra quelle realmente assegnate negli ultimi anni presso i principali atenei italiani, sono suddivise in sette parti, ciascuna delle quali è articolata in diversi ambiti disciplinari.

La prima parte è dedicata alla **regolamentazione professionale** e contiene tracce che hanno come argomento gli sbocchi occupazionali, il rischio chimico, l'accreditamento dei laboratori, la gestione e lo smaltimento dei rifiuti chimici, l'igiene e controllo.

La seconda, la terza e la quarta parte trattano le **conoscenze teoriche** acquisite nel corso degli studi spaziando tra i diversi ambiti disciplinari: la chimica generale, la chimica organica e l'analisi chimica (con riferimento ai metodi spettroscopici e cromatografici). In particolare, nella quarta parte vi è un utile riscontro pratico-applicativo.

Nella quinta parte sono trattati argomenti di **chimica industriale**, quali la catalisi, i prodotti e i processi della chimica industriale, gli impianti e i reattori chimici, la chimica fisica industriale, la chimica organica industriale, la scienza e tecnologia dei polimeri, e argomenti di forte attualità su energia e ambiente.

La sesta parte contiene numerose tracce di **chimica farmaceutica**, utili soprattutto ai laureati delle classi 24 - Scienze e Tecnologie farmaceutiche e 14/S - Farmacia e Farmacia industriale.

La settima parte, infine, raccoglie una collezione di **esercizi svolti**, utile strumento di preparazione **per la prova pratica**, sull'identificazione della struttura di sostanze organiche incognite mediante l'interpretazione di dati spettroscopici.

Il volume è completato da **materiali ed estensioni online** disponibili gratuitamente mediante accesso alla propria area riservata, tra cui un elenco di **tracce ufficiali** degli anni precedenti, un'**appendice normativa** contenente il D.P.R. 5 giugno 2001, n. 328 e un elenco delle principali leggi e normative riguardanti l'esercizio della professione di Chimico. In dettaglio, si riportano le norme di rilievo approvate nel 2018 sulla riforma dell'ordinamento professionale che hanno comportato l'istituzione dell'Ordinamento delle Professioni di Chimico e Fisico. Di seguito, la Federazione Nazionale degli Ordini dei Chimici e dei Fisici ha approvato il nuovo Codice Deontologico della Professione di Chimico e di Fisico.



# Indice

Guida all'esame di abilitazione alla professione di Chimico .....	XVII
---	------

## Parte Prima Regolamentazione professionale

<b>Capitolo 1</b> Sbocchi occupazionali	
Risvolti applicativi della professione di Chimico .....	3

<b>Capitolo 2</b> Rischio chimico	
Le schede di sicurezza a corredo delle sostanze chimiche (SDS) .....	5
Gestione e manipolazione delle sostanze chimiche pericolose .....	7
La valutazione del rischio chimico .....	9
Normative di riferimento per l'applicazione della sicurezza nell'ambiente di lavoro .....	11
Normative di riferimento per l'applicazione della sicurezza nell'uso degli agenti chimici nell'ambiente di lavoro .....	12
Il regolamento attuativo della classificazione ed etichettatura dei prodotti chimici (CLP) ...	13
Il regolamento REACH per la registrazione, valutazione e autorizzazione delle sostanze chimiche .....	15

<b>Capitolo 3</b> Accreditamento dei laboratori	
Certificazione ISO 14001 e ISO 18001 .....	18
Accreditamento dei laboratori chimici: normativa 17025.....	19
Certificazione ISO 9000 e accreditamento dei laboratori.....	21

<b>Capitolo 4</b> Gestione e smaltimento dei rifiuti chimici	
Classificazione europea dei rifiuti.....	23
La gestione dei rifiuti in un laboratorio chimico-farmaceutico.....	24

<b>Capitolo 5</b> Igiene e controllo	
L'analisi delle acque potabili e reflue: applicazioni e risvolti per il chimico professionista ....	27
Tecniche di determinazione dei metalli pesanti nelle acque potabili.....	29
Depurazione e controllo delle acque reflue .....	31
Depurazione biologica di acque reflue urbane. Discutere sia gli aspetti impiantistici che quelli analitici indicanti lo stato chimico delle acque .....	32
Igiene degli alimenti. I 7 principi dell'HACCP: descrizione e applicazione in un'attività di ristorazione .....	35



La metodologia HACCP nella filiera alimentare .....	36
Igiene e controllo degli alimenti: aspetti analitici e questioni legate alla sicurezza alimentare .....	38
La chimica degli alimenti e delle contaminazioni alimentari.....	40
Contaminazioni alimentari da packaging: normative di riferimento e controlli .....	41
Additivi alimentari: normative e controlli.....	44
Chelanti organici e loro applicazioni nell'industria alimentare .....	46
Impiego degli antiossidanti per la conservazione degli alimenti .....	47
Alterazioni degli alimenti: le frodi alimentari.....	48
Trattamento chimico-fisico e/o biologico di un percolato proveniente da una discarica di rifiuti solidi urbani.....	49
Termovalorizzatori .....	51
Bonifica di terreno contaminato da oli minerali.....	53
Bonifica di suoli contaminati da solventi clorurati.....	54
Tecniche analitiche per la determinazione dell'amianto.....	55
Monitoraggio ambientale: controllo delle emissioni in atmosfera.....	57
Qualità dell'aria nelle grandi metropoli: parametri significativi nel monitoraggio .....	59
Valutazione dell'esposizione professionale del lavoratore negli ambienti di lavoro .....	60
Determinazione dell'ozono e degli ossidi di azoto in campioni d'aria .....	62
Determinazione dei composti organici volatili (VOC) in campioni d'aria .....	63
Applicazioni della chimica alla conservazione del patrimonio culturale .....	65
Metodi di protezione dei manufatti dalla corrosione .....	66
Flusso delle materie prime/prodotto finito e del personale nei reparti produttivi di un'azienda chimico farmaceutica.....	67
Produzioni in ASEPSI, progettazione e funzionamento .....	68

## Parte Seconda

### Chimica generale

#### Capitolo 1 Teorie del legame

La teoria degli orbitali molecolari .....	75
---	----

#### Capitolo 2 Geometria molecolare e forze intermolecolari

Il modello VSEPR: previsione della geometria molecolare e della polarità delle molecole ...	77
Le forze intermolecolari.....	78

#### Capitolo 3 Termodinamica e cinetica

Soluzioni: generalità e preparazione .....	80
Termodinamica chimica.....	82
Cinetica chimica.....	84
La costante di equilibrio: approccio cinetico e termodinamico.....	85

#### Capitolo 4 Acidi e basi

Teorie degli acidi e delle basi.....	87
--------------------------------------	----



## Capitolo 5 Elettrochimica

Reazioni di ossido-riduzione, celle galvaniche: principio di funzionamento e loro applicazioni .....	89
--	----

## Capitolo 6 Proprietà dei gruppi della Tavola Periodica

Proprietà chimiche di un gruppo del sistema periodico (presenza in natura, metodi di preparazione degli elementi e dei principali composti) .....	91
---	----

# Parte Terza

## Chimica organica

### Capitolo 1 Proprietà e reattività dei gruppi funzionali

Fenomeni di isomeria nelle molecole organiche .....	97
Alcheni: proprietà e reattività .....	99
Metodi di preparazione di alcoli .....	101
Le ammine: proprietà e sintesi .....	102
Aldeidi e chetoni: sintesi e reattività .....	103
Uso dei gruppi protettori nella sintesi multistadio .....	104

### Capitolo 2 Meccanismi di reazione

Sostituzione nucleofila alifatica: aspetti meccanicistici e stereochimici .....	106
Reazioni di $\beta$ -eliminazione: aspetti meccanicistici e regiochimici .....	107
Reazioni di sostituzione elettrofila aromatica: aspetti meccanicistici e regiochimici .....	109
Reazioni di sostituzione nucleofila acilica .....	110
L'effetto del solvente nelle reazioni in chimica organica .....	111
La stereoselettività nella sintesi organica .....	113
Le reazioni della chimica organica nell'ambito del metabolismo: discutere un aspetto di particolare interesse .....	114

### Capitolo 3 Formazione del legame carbonio-carbonio

Carbanioni: preparazioni e applicazioni sintetiche .....	118
Chimica dei composti organometallici .....	119
Sintesi asimmetrica .....	120

### Capitolo 4 Polimeri organici di interesse biologico e polimeri sintetici

I lipidi .....	123
Che cosa sono i carboidrati? Discutere la struttura e il comportamento in soluzione dei monosaccaridi .....	125
Polimeri di origine naturale: applicazioni .....	126
Polimerizzazioni radicaliche .....	127
Sintesi di peptidi .....	130

## Parte Quarta

### Analisi chimica

#### Capitolo 1 Interpretazione dei dati analitici

Misure ed errori di misura: stabilire quali sono i fattori che possono influenzare il risultato analitico .....	135
---	-----

#### Capitolo 2 Metodi spettroscopici

Spettroscopia IR: principi e applicazioni pratiche .....	137
Spettroscopia di risonanza magnetica nucleare (NMR) .....	138
Spettroscopia UV/Vis: principi e applicazioni pratiche.....	140
Elenco e descrizione delle principali tecniche di spettrometria di massa: sorgenti e analizzatori di ioni .....	142
Caratteristiche degli spettri di massa ottenuti mediante la tecnica dell'impatto elettronico (EI) .....	143
Ricavare l'equazione del moto di uno ione in uno spettrometro di massa con analizzatore magnetico e a doppio fuoco .....	145
Struttura e determinazione di solidi mediante tecniche di diffrazione a raggi X .....	146
Metodologie analitiche per condurre un'esauriente indagine strutturale di un composto organico .....	147

#### Capitolo 3 Metodi cromatografici

Cromatografia su strato sottile (TLC) e cromatografia su colonna .....	150
Analisi chimica applicata: GC-MS. Esempi.....	151
Analisi chimica applicata: HPLC-MS. Esempi.....	152
Tecniche di derivatizzazione nell'analisi GC .....	154
Tecniche di derivatizzazione nell'analisi HPLC .....	155
Tecniche per la risoluzione di miscele racemiche .....	157
Principi e applicazioni della cromatografia a scambio ionico .....	158
Principi e applicazioni della cromatografia a esclusione molecolare .....	159

## Parte Quinta

### Chimica industriale

#### Capitolo 1 Catalisi

Il principio della catalisi in chimica e applicazioni relative a reazioni chimiche catalitiche ..	163
---	-----

#### Capitolo 2 Prodotti e processi dell'industria chimica

Reazioni di riduzione nei processi chimici .....	165
Sintesi industriale di composti azotati .....	166
Sintesi industriali dell'acido acetico .....	168
Sintesi industriali dell'acido solforico .....	169
Illustrare il metodo di preparazione dell'acido nitrico .....	170



L'industria dell'azoto e i suoi composti più importanti .....	172
Sintesi industriale dell'ammoniaca: il processo Haber-Bosch.....	173
L'industria del fosforo e dei suoi composti più importanti .....	175
Produzione industriale di cloro e composti clorurati .....	177
<i>Scale-up</i> della cristallizzazione per precipitazione .....	179
Le reazioni chimiche coinvolte nella produzione energetica da biogas.....	182
Produzione di acciaio e leghe ferrose .....	183
Processi di inertizzazione .....	185

### Capitolo 3 Energia e ambiente

Inquinamento atmosferico: definizione del problema e sue possibili soluzioni .....	188
Nanoparticolato atmosferico: rischi per la salute .....	190
Rilascio di anidride carbonica nell'atmosfera e impatto sulle variazioni climatiche .....	192
Aspetti chimici connessi ai progetti/processi legati alla sostenibilità ambientale.....	193
Impatti ambientali in un processo produttivo .....	195
I processi sintetici industriali e la tutela dell'ambiente .....	198
La chimica dei combustibili e delle risorse energetiche .....	199
Problemi ambientali associati all'uso di combustibili fossili .....	201
I detersivi e l'inquinamento ambientale .....	202
Energie alternative da fonti rinnovabili: applicabilità in funzione del territorio .....	204
Produzione di biocarburanti e bioderivati .....	206
L'etanolo come carburante alternativo alla benzina: problematiche tecniche riguardanti la produzione e il suo utilizzo .....	207
Il riciclo delle materie plastiche .....	209
La chimica delle bioplastiche, generalità ed economia circolare.....	211
Trattamenti termici dei rifiuti plastici: combustione diretta, gassificazione e pirolisi ....	212
<i>Green Chemistry</i> , una rivoluzione della chimica: principi e nuovi prodotti .....	214
Il ruolo della chimica nell'ecosostenibilità .....	215
Il protocollo di Parigi: un'intesa contro i cambiamenti climatici.....	216

### Capitolo 4 Impianti e reattori chimici

Criteri di scelta dei reattori in catalisi eterogenea.....	218
Distillazione negli impianti chimici.....	219
Impianti di liofilizzazione.....	221

### Capitolo 5 Chimica fisica industriale

Caratteristiche chimiche e proprietà fisiche delle sostanze tensioattive .....	226
Aspetti termodinamici e cinetici rilevanti nella pratica industriale.....	227

### Capitolo 6 Chimica organica industriale

Il petrolio nell'industria .....	230
Idrocarburi come <i>Building Blocks</i> nella sintesi organica industriale di base.....	231
Le reazioni organiche mediate da metalli nell'industria .....	233
La spettroscopia molecolare applicata ai processi industriali.....	234

**Capitolo 7 Scienza e tecnologia dei polimeri**

I polimeri sintesi e applicazioni .....	236
La policondensazione: sintesi del PET .....	238
Uso di catalizzatori nell'industria dei polimeri: Ziegler-Natta nella sintesi del polipropilene isotattico .....	240
Sintesi industriale di polimeri: polimerizzazione in massa, soluzione, sospensione ed emulsione .....	242
Bioplastiche: sintesi e impieghi del PLA .....	243

## Parte Sesta

### Chimica farmaceutica

**Capitolo 1 Progettazione e sviluppo dei farmaci**

Applicazione della chimica computazionale per il disegno razionale di farmaci .....	249
Le fasi della progettazione di un composto di interesse farmaceutico .....	250
La chiralità e la sua importanza nella progettazione di composti di interesse farmaceutico .....	251
Il processo di interazione farmaco-bersaglio molecolare. Esempi .....	253
Farmaci di sintesi e di origine naturale .....	254
Metodi di progettazione razionale di inibitori enzimatici .....	256
Farmaci covalenti .....	258
Profarmaci .....	259
Influenza dei parametri farmacocinetici sull'attività dei farmaci .....	261
Metodologie per il rilascio mirato dei farmaci .....	262
Le reazioni del metabolismo dei farmaci .....	264
Tecniche di estrazione per l'isolamento dei metaboliti dei farmaci .....	265
Tecniche cromatografiche per la purificazione dei metaboliti dei farmaci .....	266
Metodi spettroscopici per l'identificazione dei metaboliti dei farmaci .....	268
La sperimentazione di un farmaco dalla selezione di uno o più principi attivi all'autorizzazione all'immissione in commercio .....	269

**Capitolo 2 Farmaci antimicrobici**

Meccanismo d'azione e resistenza di sulfamidici anti-batterici .....	271
Composti a base di metalli come antimicrobici .....	273
Antibiotici: classi e relative procedure sintetiche .....	274
Aspetti chimico-farmaceutici della classe di farmaci $\alpha$ -lattamici. Relazioni struttura-attività .....	276
Sintesi di macrolidi .....	278
Antimicotici: classificazione, meccanismo d'azione e metabolismo .....	281
Gli antimalarici: dai composti naturali ai derivati sintetici .....	282

**Capitolo 3 Farmaci che agiscono sul sistema nervoso centrale**

Farmaci attivi sul sistema nervoso centrale: principali classi e procedure sintetiche .....	284
Benzodiazepine: strutture e meccanismo d'azione .....	287



Aspetti chimico-farmaceutici della morfina e dei suoi derivati .....	289
Farmaci per le malattie neurodegenerative .....	292
<b>Capitolo 4 Farmaci antinfiammatori e immunosoppressori</b>	
I corticosteroidi .....	294
Farmaci immunosoppressori: rischi e benefici .....	296
Aspetti chimico-farmaceutici dei farmaci antinfiammatori non steroidei .....	297
Derivati dell'acido salicilico ad attività antinfiammatoria, antalgica e antipiretica .....	299
<b>Capitolo 5 Farmaci che agiscono sul sistema cardiovascolare</b>	
Farmaci antipertensivi .....	301
Farmaci impiegati nelle iperlipidemie .....	303
Farmaci ipoglicemizzanti .....	305
<b>Capitolo 6 Farmaci che agiscono sul sistema colinergico</b>	
Relazione struttura-attività: i curari e altri esempi .....	308
<b>Capitolo 7 Farmaci impiegati nella terapia dell'ulcera peptica</b>	
I farmaci regolatori della pompa protonica .....	310
<b>Capitolo 8 Farmaci impiegati nei disturbi metabolici</b>	
I farmaci e le malattie metaboliche .....	312
Le vitamine .....	313
<b>Capitolo 9 Agenti chemioterapici</b>	
Aspetti chimico-farmaceutici della classe di farmaci antitumorali .....	316
Chemioterapici a base di composti metallici per la lotta contro il cancro .....	319
<b>Capitolo 10 Prodotti e processi dell'industria farmaceutica</b>	
I processi produttivi di un'azienda farmaceutica: problematiche e soluzioni .....	321
Purificazione di principi attivi .....	322
Determinazione di residui di fitofarmaci in matrici vegetali .....	323
L'impiego di catalizzatori selettivi nella preparazione di farmaci .....	324
Applicazione della spettrometria di massa allo studio di molecole di interesse biologico e farmaceutico .....	327
Metodologie di analisi nel controllo di qualità della produzione dei farmaci .....	328
<b>Capitolo 11 Progressi recenti nello sviluppo dei farmaci</b>	
Le nanotecnologie applicate alla chimica farmaceutica .....	330
Le biotecnologie applicate ai processi farmaceutici .....	331



## Parte Settima

# Identificazione spettroscopica di composti organici

Esercizi svolti per la prova pratica .....	335
Protocollo generale per la determinazione della struttura di un composto organico.....	335
<b>Esercizio 1.</b> Determinazione della struttura del 2-butanone .....	337
<b>Esercizio 2.</b> Determinazione della struttura del 2-metilesan-3-one .....	339
<b>Esercizio 3.</b> Determinazione della struttura del 4-bromo-butanonitrile .....	341
<b>Esercizio 4.</b> Determinazione della struttura dell'anisolo .....	343
<b>Esercizio 5.</b> Determinazione della struttura del 2-fenilpropanale.....	345
<b>Esercizio 6.</b> Determinazione della struttura del dietil 2-butilmalonato .....	347
<b>Esercizio 7.</b> Determinazione della struttura del 2-etil-2-nitro-1,3-propandiolo .....	349
<b>Esercizio 8.</b> Determinazione della struttura dell'acido 2-bromoesanoico .....	351
<b>Esercizio 9.</b> Determinazione della struttura del 4-metil benzoato di metile.....	353
<b>Esercizio 10.</b> Determinazione della struttura del 2-benzil-1,3-diossolano.....	355
<b>Esercizio 11.</b> Determinazione della struttura del 2-metilbut-3-en-2-olo .....	357
<b>Esercizio 12.</b> Determinazione della struttura dell'(E)-metil but-2-enoato.....	359
<b>Esercizio 13.</b> Determinazione della struttura del p-etossi benzoato di etile .....	361
<b>Esercizio 14.</b> Determinazione della struttura del (3-bromopropil)benzene .....	363
<b>Esercizio 15.</b> Determinazione della struttura del 2-bromopropanoato di etile .....	365
<b>Esercizio 16.</b> Determinazione della struttura del 3-metilbutanale .....	367
<b>Esercizio 17.</b> Determinazione della struttura del 5-ammino-1-pentino .....	369
<b>Esercizio 18.</b> Determinazione della struttura del 5-bromopentanoato di metile .....	371
<b>Esercizio 19.</b> Determinazione della struttura del (2,2-dimetil-1,3-diossolan-4-il) metanolo .....	373
<b>Esercizio 20.</b> Determinazione della struttura della 4-fenilmorfolina .....	375
<b>Esercizio 21.</b> Determinazione della struttura dell'1-fenilprop-2-in-1-olo .....	378
<b>Esercizio 22.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita (2-bromoacetofenone) sulla base delle quattro strutture proposte.....	381
<b>Esercizio 23.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita [2-(3-clorofenil) etanamina]sulla base delle quattro strutture proposte .....	385
<b>Esercizio 24.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita [2-bromo-1-(2-metossifenil)etanone] sulla base delle sei strutture proposte.....	389
<b>Esercizio 25.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita (2-idrossi-5-metilbenzaldeide) sulla base delle quattro strutture proposte .....	393
<b>Esercizio 26.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita (acido 3-acetilbenzoico) sulla base delle quattro strutture proposte.....	397
<b>Esercizio 27.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita [N-(4-nitrofenil)acetammide] sulla base delle quattro strutture proposte .....	400



<b>Esercizio 28.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita [acido 3-ammino-4-(metossicarbonil)benzoico] sulla base delle quattro strutture proposte...	403
<b>Esercizio 29.</b> Determinazione della struttura della molecola incognita (etil 3,4-diidrossibenzoato) sulla base delle quattro strutture proposte .....	406
<b>Esercizio 30.</b> Determinazione della struttura della N-(4-(2-idrossietil)fenil)-N-metilacetammide .....	409
<b>Esercizio 31.</b> Determinazione della struttura dell'(E)-3-(4-(dimetilammino)fenil)acrilaldeide .....	411
<b>Esercizio 32.</b> Determinazione della struttura del 4-(5-(idrossimetil)-2,2-dimetil-1,3-diossolan-4-il)fenolo .....	414
<b>Esercizio 33.</b> Determinazione della struttura della benzo[d][1,3]diossolo-5-carbaldeide .....	416
<b>Esercizio 34.</b> Determinazione della struttura del 2-idrossicicloes-2-enone .....	418
<b>Esercizio 35.</b> Determinazione della struttura del 3-metilpent-2-en-4-inale .....	420
<b>Esercizio 36.</b> Determinazione della struttura dello (Z)-1-metossibut-1-en-3-ino .....	422
<b>Esercizio 37.</b> Determinazione della struttura del 2,3-diidro-1H-inden-1-one .....	424
<b>Esercizio 38.</b> Determinazione della struttura del (2-cloroetossi)etene .....	426
<b>Esercizio 39.</b> Determinazione della struttura del 2-metilpentan-2,4-diol .....	428
<b>Esercizio 40.</b> Determinazione della struttura del 3-(dimetilammino)propan-1,2-diolo .....	430
<b>Esercizio 41.</b> Determinazione della struttura dell'acido 2-idrossi-3-metilbutanoico .....	432
<b>Esercizio 42.</b> Determinazione della struttura del 2-cloro-1,1-dietossietano .....	434
<b>Esercizio 43.</b> Determinazione della struttura dell'1-(terz-butossi)-4-vinilbenzene .....	436
<b>Esercizio 44.</b> Determinazione della struttura del 3,3-dietossiprop-1-ene .....	439
<b>Esercizio 45.</b> Determinazione della struttura del 4-fenilbut-3-in-1-olo .....	442
<b>Esercizio 46.</b> Determinazione della struttura del 5(6)-metossi-2,3-diidro-1H-inden-1-one .....	444
<b>Esercizio 47.</b> In metanolo acido, il 3-ossobutanale è trasformato in un composto di formula molecolare $C_6H_{12}O_3$ . Determinare la struttura del prodotto che si forma analizzando lo spettro $^1H$ NMR e sapendo che nello spettro IR è presente una banda intensa a $1715\text{ cm}^{-1}$ .....	447
<b>Esercizio 48.</b> Quando il 2-cloro-2-metilbutano reagisce con basi forti, i prodotti contengono sempre due isomeri (A e B) di formula $C_5H_{10}$ . L'isomero A predomina quando la base è NaOH. Sulla base degli spettri $^1H$ NMR riportati, si determinino, argomentando la risposta, le strutture dei due isomeri .....	448
<b>Esercizio 49.</b> È riportato lo spettro $^1H$ NMR di una miscela contenente etanolo e bromoetano. Attribuire i chemical shift ai protoni delle due specie e il loro rapporto molare .....	450
<b>Esercizio 50.</b> È riportato lo spettro $^1H$ NMR di una miscela contenente benzene, diclorometano e dietil etere. Attribuire i chemical shift ai protoni delle tre specie e il loro rapporto molare ..	451
<b>Esercizio 51.</b> È riportato lo spettro $^1H$ NMR di una miscela contenente benzene, acetato di etile e 1,4-diossano. Attribuire i chemical shift ai protoni delle tre specie e il loro rapporto molare .....	452
<b>Esercizio 52.</b> La nitratura dell'anisolo ( $CH_3OC_6H_5$ ) dà una miscela di o-nitroanisolo e p-nitroanisolo. Dall'analisi della porzione aromatica dello spettro $^1H$ NMR, registrato su un campione di grezzo, attribuire i chemical shift dei protoni aromatici delle due specie e il loro rapporto molare .....	453
<b>Esercizio 53.</b> Associare gli spettri IR ai giusti polimeri, attribuendo le bande di assorbimento principali. Motivare le scelte .....	455



# Guida all'esame di abilitazione alla professione di Chimico

L'abilitazione alla professione di Chimico è disciplinata dal DPR 328/2001 e, per conseguirla, è necessario superare il relativo Esame di Stato. In seguito il chimico abilitato può iscriversi all'albo professionale. In particolare, nell'albo professionale dell'ordine dei chimici sono istituite la *sezione A* e la *sezione B*. Agli iscritti nella sezione A spetta il titolo professionale di *chimico*, mentre agli iscritti nella sezione B spetta il titolo professionale di *chimico iunior*.

Per l'ammissione all'Esame di Stato della sezione A è richiesto il possesso della laurea specialistica in una delle seguenti classi: Classe 62/S - Scienze chimiche; Classe 81/S - Scienze e Tecnologie della Chimica industriale; Classe 14/S - Farmacia e Farmacia industriale.

Per l'ammissione all'Esame di Stato della sezione B è richiesto, invece, il possesso della laurea specialistica in una delle seguenti classi: Classe 21 - Scienze e Tecnologie chimiche; Classe 24 - Scienze e Tecnologie farmaceutiche.

L'esame di Stato, sia per la sezione A che per la sezione B, è articolato nelle seguenti prove:

- una prima prova scritta su argomenti di chimica applicata;
- una seconda prova scritta su argomenti di chimica industriale o farmaceutica a scelta del candidato;
- una prova orale sulle materie oggetto delle prove scritte e su legislazione e deontologia professionale;
- una prova pratica consistente in analisi chimiche.

## Le prove scritte

Per le prove scritte è previsto che il candidato svolga un elaborato scegliendo fra tre tracce. A discrezione della commissione esaminatrice, tuttavia, la rosa delle tracce può essere ampliata.

Considerando che la commissione può essere composta da professori universitari, dirigenti di laboratori chimici provinciali, dirigenti di grossi complessi industriali e professionisti iscritti all'albo, è opportuno che il candidato si prepari su tutti gli argomenti di competenza dei vari potenziali membri.

Durante lo svolgimento della prova è importante che il candidato legga attentamente la traccia, in modo da mettere a fuoco l'argomento da trattare ed evitare il rischio di "uscire fuori tema".

Una "scaletta" costituita da *introduzione*, *trattazione dell'argomento* e *conclusione* può essere di grande aiuto per stabilire il giusto numero di righe da dedicare a ciascuna parte. Se le tracce sono di natura tecnica (descrizione di un metodo o di una procedura), è bene inserire anche una parte teorico-introductiva, attraverso la quale far capire a chi deve valutare che l'argomento è padroneggiato a pieno.



Inoltre, bisogna aver cura di utilizzare un *linguaggio tecnico-scientifico* adeguato e prestare molta attenzione alla forma.

Spesso un elaborato di natura tecnico-scientifica può essere svolto in maniera soddisfacente anche in poche pagine, per cui, in assenza di indicazioni specifiche, si può certamente fare uso delle proprie capacità di sintesi, che evitano correzioni lunghe e difficoltose per la commissione.

### **La prova orale**

Il superamento delle prove scritte è propedeutico all'ammissione alla prova orale. Quest'ultima verte, in genere, sulle materie degli elaborati, sulla legislazione e sulla deontologia professionale. È opportuno che il candidato riveda approfonditamente gli argomenti trattati nelle prove scritte, in modo da chiarire alla commissione eventuali inesattezze o punti oscuri.

### **La prova pratica**

La prova pratica consiste, in genere, in analisi chimiche quantitative o qualitative. Le materie oggetto di prova sono elencate nel DPR 328/2001. Tuttavia, è possibile che, al posto della prova tecnica di laboratorio, sia chiesto al candidato di redigere un rapporto tecnico, di identificare sostanze incognite mediante l'interpretazione di dati spettroscopici (spettri) oppure di svolgere calcoli stechiometrici.

# Parte Prima

---

## Regolamentazione professionale

### SOMMARIO

Capitolo 1	Sbocchi occupazionali
Capitolo 2	Rischio chimico
Capitolo 3	Accreditamento dei laboratori
Capitolo 4	Gestione e smaltimento dei rifiuti chimici
Capitolo 5	Igiene e controllo



# Capitolo 1

## Sbocchi occupazionali

### Risvolti applicativi della professione di Chimico

Il chimico è uno scienziato che ricerca e sperimenta le proprietà delle sostanze. Egli valuta gli effetti dei composti chimici in varie situazioni e studia le reazioni fra diverse entità chimiche; generalmente lavora come parte di un *team* di ricerca, creando composti utili per l'impiego in una grande varietà di applicazioni pratiche. Quasi ogni industria trae beneficio economico dai composti chimici che sono stati introdotti grazie alla ricerca nel campo delle scienze chimiche. Il chimico lavora anche per migliorare la qualità dei prodotti chimici già esistenti e utilizza *software* di calcolo avanzati per progettare nuove tecnologie.

La maggior parte dei chimici opera in due aree: una è quella degli esperimenti in laboratorio, l'altra è quella delle teorie e dei modelli.

Nella chimica pura, i chimici sono liberi di condurre le ricerche più interessanti, o quelle per le quali hanno ricevuto opportuni finanziamenti, e non vi è una reale attesa di applicazione pratica del prodotto della ricerca; nell'ambito della chimica applicata, invece, i chimici lavorano generalmente per società private e la loro ricerca è diretta a obiettivi specifici da raggiungere in breve tempo. Di solito sono disponibili più fondi per le attrezzature e per le strumentazioni nella chimica applicata, tuttavia c'è la pressione di dover soddisfare gli obiettivi dell'azienda in tempi stretti.

Le attività del chimico possono essere raggruppate nelle seguenti grandi categorie.

Il chimico *analizza le sostanze* (solidi, liquidi e gas), cioè determina cosa c'è in una sostanza e stabilisce in che proporzioni sono presenti i vari componenti. Cerca di trovare composti biologicamente attivi nelle sostanze naturali o analizza le acque per valutare la concentrazione di metalli pesanti presenti.

Il chimico *sintetizza nuove sostanze*, dunque prepara in laboratorio la versione sintetica di una sostanza trovata in natura oppure ne crea una completamente nuova e unica. Può creare nuovi materiali plastici o trovare un processo più efficiente per la produzione di un determinato prodotto.

Il chimico *crea modelli e saggia il potere predittivo delle teorie*. Quest'area della chimica è la chimica teorica. Il chimico che lavora in tale ambito usa dei potenti calcolatori per mettere a punto modelli che rappresentino i sistemi chimici.

Il chimico *misura le proprietà fisiche delle sostanze*: può sintetizzare nuovi composti e misurarne i punti di ebollizione e di fusione. Può misurare la forza di un nuovo polimero o determinare il numero di ottani di una nuova benzina.

Si potrebbe pensare che tutti i chimici si trovino in un laboratorio o che lavorino per una grande compagnia industriale, ma i chimici possono trovare lavoro in diversi ambiti.



Il chimico può lavorare nel *controllo di qualità*. In questo caso si accerta che la purezza dei materiali grezzi, dei prodotti intermedi e di quelli finali cada nei limiti prestabiliti dalle normative vigenti; egli può fornire anche supporto tecnico al cliente. Il chimico che si occupa di controllo di qualità spesso risolve i problemi che insorgono durante i processi di manifattura.

Altro ambito nel quale il chimico può lavorare è quello della *ricerca industriale*. In questo caso esegue un grande numero di test fisici e chimici su materiali grezzi e si occupa di sviluppare nuovi prodotti o lavorare sul miglioramento di quelli esistenti. Il chimico può lavorare anche come *rappresentante di vendita* per compagnie che commercializzano prodotti chimici o farmaceutici. Egli si occupa di presentare ai clienti i nuovi prodotti sviluppati.

Il chimico che lavora in *ambito forense*, invece, analizza campioni che provengono dalle scene di crimine o analizza campioni per rilevare la presenza di droghe. Può essere anche chiamato a testimoniare in tribunale come esperto.

Il chimico, inoltre, può lavorare negli impianti di purificazione delle acque, nell'*Agenzia di Protezione dell'Ambiente* e simili; in questo caso si occupa di garantire che i prodotti immessi nel mercato soddisfino le disposizioni di legge in termini di sicurezza per la salute delle persone e dell'ambiente.

Il chimico può *restaurare dipinti o statue*; in questo caso il suo compito è quello di preservare il patrimonio artistico e culturale dagli agenti atmosferici.

Infine, il chimico può lavorare come *insegnante*. Come docente egli può insegnare nelle scuole pubbliche e private o nelle università. Gli insegnanti universitari di chimica spesso effettuano anche attività di ricerca.

Esistono quindi diverse opportunità occupazionali per i laureati in chimica, ed è errato pensare che i chimici possano lavorare soltanto in laboratori di ricerca. Se si pensa all'inserimento del chimico in una realtà industriale, esistono, oltre al settore ricerca e sviluppo, anche tanti altri settori di impiego (qualità, *marketing*, vendite, produzione, assistenza ai clienti). Purtroppo gli attuali piani di studio dei corsi di laurea in chimica e chimica industriale, nonostante forniscano agli studenti eccellenti conoscenze di chimica, trascurano nella maggior parte dei casi le richieste dell'industria. Le conoscenze di gestione d'impresa e di *marketing*, affiancate a quelle tecnico-scientifiche, ad esempio, potrebbero rendere più appetibile l'assorbimento di un laureato in chimica o chimica industriale all'interno di un'azienda.

In Italia operano tre tipi di imprese: medio-grandi, piccole e medie (PMI), estere. Un elevato numero di laureati in chimica ha trovato negli ultimi anni impiego presso le PMI, che sono concentrate soprattutto nel centro-nord. Queste ultime creano lavoro principalmente nei settori della chimica fine (principi attivi farmaceutici) e delle specialità (le vernici), piuttosto che in quelli della chimica di base (petrolchimica). Fino a qualche anno fa per un neolaureato in chimica le PMI non erano di solito la prima scelta lavorativa. Ultimamente, però, le PMI hanno occupato una buona fetta del mercato dell'innovazione, facendo crescere la richiesta di personale chimico specializzato, in grado di renderle competitive sia in Italia sia all'estero da un punto di vista tecnologico e produttivo.



# Capitolo 2

## Rischio chimico

### Le schede di sicurezza a corredo delle sostanze chimiche (SDS)

I produttori, distributori o importatori di prodotti chimici pericolosi devono fornire specifiche *schede di sicurezza* (SDS) a corredo di ogni sostanza chimica in modo da informare sui potenziali pericoli. Le SDS contengono informazioni sulle proprietà chimico-fisiche, tossicologiche e di pericolo per l'ambiente che sono necessarie per una corretta e sicura manipolazione delle sostanze chimiche e delle loro miscele. Esse consentono:

- al datore di lavoro di determinare se sul luogo di lavoro sono manipolate sostanze chimiche pericolose e di valutare quindi ogni rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori derivanti dal loro uso;
- agli utilizzatori di adottare le opportune misure di sicurezza per la salvaguardia della propria salute e dell'ambiente.

Le disposizioni per la redazione delle SDS sono presenti nel regolamento REACH. La loro redazione è obbligatoria non solo per tutte le sostanze/miscele chimiche pericolose, in base ai nuovi criteri di cui al Regolamento CE n. 1272/2008 (regolamento CLP), ma anche:

- per sostanze persistenti, bioaccumulabili e tossiche (PBT) e molto persistenti e molto bioaccumulabili (vPvB);
- per sostanze incluse nella "Candidate List" delle sostanze estremamente preoccupanti (SVHC);
- su richiesta dell'utilizzatore professionale, per preparati non classificati ma contenenti sostanze pericolose (in concentrazione individuale pari o superiore all'1% in peso per preparati solidi e liquidi o allo 0,2% in volume per preparati gassosi), oppure dotate di valore limite d'esposizione professionale.

In particolari condizioni, alcune sostanze/miscele chimiche, nonostante non soddisfino i criteri per essere classificate pericolose o a rischio, devono essere accompagnate dalle loro SDS. Il documento deve essere aggiornato tempestivamente nei seguenti casi:

- appena si dispone di nuove informazioni sui pericoli o informazioni che possono inficiare le misure di gestione del rischio;
- quando è concessa o rifiutata un'autorizzazione secondo il regolamento REACH;
- quando ci si imbatte in una restrizione imposta dal regolamento REACH.

Se si verifica una delle suddette situazioni, il fornitore ha l'obbligo di trasmettere le SDS aggiornate a tutti i clienti cui la sostanza o la miscela è stata fornita nei 12 mesi precedenti.



Le SDS sono costituite da 16 sezioni: nelle sezioni 1-8 ci sono in genere informazioni di carattere generale sull'agente chimico (identificazione, pericolo, composizione, sicurezza e misure di emergenza); nelle sezioni 9-16 ci sono informazioni tecnico-scientifiche (proprietà chimico-fisiche, tossicologiche, di stabilità, reattività e di esposizione). In particolare:

1. nella sezione 1 sono riportati i recapiti del fornitore e le informazioni dell'agente chimico in base al suo impiego raccomandato;
2. la sezione 2 riporta la classificazione del rischio dell'agente chimico. Se, ad esempio, fa parte della categoria dei liquidi infiammabili, sarà presente una riproduzione grafica del simbolo del rischio. Inoltre, sono presenti informazioni precauzionali e le descrizioni di rischi non altrimenti classificati. Per una miscela che contiene una sostanza di tossicità sconosciuta, deve essere riportata una frase che descriva quale percentuale della miscela è costituita da sostanze di tossicità acuta sconosciuta;
3. nella sezione 3 è riportata la composizione dell'agente chimico, inclusi impurezze e additivi stabilizzanti. Questa sezione include informazioni sulle sostanze, sulle miscele e su tutti gli agenti chimici per i quali è richiesto un segreto commerciale. Le sostanze sono classificate in base al loro nome chimico, nome comune e numero di CAS (*Chemical Abstracts Service*), che le identifica in maniera univoca. Per le miscele sono, inoltre, riportate le concentrazioni esatte di tutti i componenti classificati come pericolosi per la salute e che sono presenti in quantità superiore alla loro concentrazione limite o presentano un rischio per la salute al di sotto della loro concentrazione limite;
4. nella sezione 4 sono elencate le misure di primo soccorso che possono essere effettuate da parte di soccorritori non addestrati nei confronti di individui che sono stati esposti ad agenti chimici;
5. nella sezione 5 sono elencate le misure per spegnere un incendio causato da un agente chimico. Ci sono raccomandazioni sulle sostanze e i mezzi che possono/non possono essere utilizzati per estinguerlo; inoltre ci sono avvisi sui possibili rischi che l'agente chimico può generare durante la combustione;
6. nella sezione 6 sono riportate raccomandazioni nel caso in cui ci fosse un rilascio accidentale dell'agente chimico (come ad esempio durante la rottura del contenitore) per prevenire o minimizzare l'esposizione alle persone e all'ambiente;
7. nella sezione 7 sono raccolte le linee guida per maneggiare e stoccare in maniera sicura gli agenti chimici. Sono incluse, inoltre, raccomandazioni per minimizzare il loro rilascio nell'ambiente e misure di igiene di carattere generale;
8. nella sezione 8 sono indicati i limiti di esposizione all'agente chimico, i controlli ingegneristici e le misure protettive che devono essere usati per minimizzare l'esposizione del lavoratore;
9. nella sezione 9 sono indicati i principali parametri chimico-fisici dell'agente chimico (stato fisico, odore, tensione di vapore, pH, densità relativa, punto di fusione/congelamento, punto di ebollizione/intervallo di ebollizione, punto di infiammabilità, velocità di evaporazione, infiammabilità, coefficiente di ripartizione n-ottanolo/acqua, temperatura di auto-combustione, temperatura di decomposizione e viscosità);
10. nella sezione 10 sono descritti i pericoli derivanti dalla reattività e dalla stabilità chimica dell'agente chimico;

11. la sezione 11 descrive gli effetti tossicologici sulla salute dell'agente chimico, in alternativa va specificato se i dati non sono disponibili;
12. la sezione 12 offre informazioni per valutare l'impatto ambientale dell'agente chimico, nel caso fosse rilasciato nell'ambiente;
13. la sezione 13 riporta linee guida sullo smaltimento/riciclo sicuro dell'agente chimico e del suo recipiente;
14. nella sezione 14 sono riportate le linee guida per la spedizione e il trasporto di sostanze chimiche pericolose;
15. nella sezione 15 sono riportate specifiche regolamentazioni per gli agenti chimici che non sono indicate in altre sezioni dell'SDS;
16. nella sezione 16 è indicata dove è stata redatta la SDS e la sua ultima revisione.

## Gestione e manipolazione delle sostanze chimiche pericolose

I laboratori chimici contengono molte sostanze caustiche, corrosive, tossiche, infiammabili e instabili. Tutti i contenitori di sostanze chimiche pericolose devono essere etichettati in maniera chiara. Il responsabile di laboratorio ha il dovere di informare i dipendenti della presenza di tali sostanze; inoltre, le persone che lavorano a contatto con agenti chimici hanno il dovere di seguire opportune norme di sicurezza per la tutela della propria salute, di quella dei colleghi e dell'ambiente. Le sostanze chimiche possono essere classificate nelle seguenti categorie:

- *corrosive*: un reagente corrosivo è una sostanza che causa una distruzione visibile o una alterazione irreversibile dei tessuti umani al sito di contatto;
- *tossiche*: una sostanza si definisce tossica se causa seri effetti biologici in seguito a inalazione, ingestione o contatto con la pelle, anche in piccole quantità. Gli effetti tossici delle sostanze chimiche possono essere suddivisi come segue: a) irritanti; b) mutageni; c) cancerogeni;
- *infiammabili/combustibili*: i liquidi infiammabili e combustibili possono essere suddivisi in base al loro punto di infiammabilità;
- *esplosivi*: le sostanze chimiche esplosive sono quelle reattive e instabili che subiscono velocemente cambiamenti chimici violenti. La decomposizione esplosiva può anche avvenire a temperatura e pressioni normali.

Gli agenti chimici corrosivi devono essere conservati in opportuni contenitori di plastica vicino al pavimento in modo da minimizzare il pericolo di caduta. Non bisogna conservare agenti chimici incompatibili nella stessa area. Per esempio, gli acidi organici (acetico) dovrebbero essere tenuti lontani dagli acidi ossidanti (solforico, nitrico, perclorico). Dove e quando possibile, sarebbe meglio usare agenti non tossici.

Bisogna inoltre tener presente che l'esposizione a sostanze cancerogene o molto tossiche può avvenire per inalazione, per assorbimento attraverso la pelle o per ingestione. Le seguenti pratiche di sicurezza dovrebbero essere rispettate quando si maneggiano sostanze tossiche:

- non bisogna mangiare, bere o fumare nei luoghi in cui gli agenti chimici tossici sono usati o conservati;
- bisogna lavare immediatamente le mani dopo aver completato una procedura che prevede l'impiego di una sostanza tossica e prima di abbandonare l'area di lavoro;



- pipettare con la bocca è strettamente proibito;
- i segnali di pericolo dovrebbero essere esposti sulla porta dell'area di lavoro dove vengono usati agenti tossici;
- devono essere indossati mascherine, camici protettivi e guanti quando si pesano agenti chimici tossici o cancerogeni. Non ci devono essere correnti d'aria durante questa operazione e ogni versamento di liquido o di solido deve essere velocemente pulito;
- le superfici di lavoro dovrebbero essere coperte con materiali assorbenti da sostituire periodicamente o quando c'è un versamento;
- tutti gli esperimenti che coinvolgono polveri, vapori o aerosol di natura cancerogena devono essere eseguiti sotto cappe chimiche ventilate.

Tutte le sostanze tossiche, sospette cancerogene o molto tossiche dovrebbero essere conservate in appositi contenitori con tappi a corona o in fiale alla temperatura appropriata e chiaramente etichettate con l'indicazione della composizione chimica, della data di preparazione e della natura del pericolo. Le loro soluzioni o sospensioni devono essere conservate in maniera sicura ed etichettate indelebilmente. Gli agenti cancerogeni dovrebbero essere conservati in contenitori resistenti agli *shock*, ai cambiamenti di pressione e ad altre condizioni che possano causare perdita del contenuto. Questi materiali dovrebbero essere conservati in aree designate o in opportuni "cabinet", tenendo in considerazione le incompatibilità con altre sostanze. Le schede di sicurezza a corredo di ogni sostanza chimica forniscono informazioni sulle incompatibilità fra le classi di agenti chimici. Se è necessario trasportare agenti chimici tossici in laboratorio, il contenitore sigillato dovrebbe essere inserito in un secondo contenitore indistruttibile per minimizzare il rischio di rottura accidentale o di perdita.

Prima di cominciare un'attività di laboratorio che richiede l'utilizzo di un agente chimico cancerogeno, bisogna preparare un piano per l'eliminazione dei rifiuti contaminati. Gli utenti hanno il compito di isolare, impacchettare ed etichettare tutti i solidi e liquidi che sono stati contaminati dagli agenti cancerogeni. Non ci deve essere assolutamente nessuna dispersione di agenti chimici tossici negli scarichi fognari e nell'atmosfera.

Dopo aver usato un agente cancerogeno o molto tossico, l'utente dovrebbe sempre lavare le mani con acqua fredda e poi con acqua calda e sapone; è essenziale che sia presente un sistema efficiente per il lavaggio dell'attrezzatura di laboratorio e per il lavaggio dei camici; la vetreria contaminata dovrebbe essere decontaminata con agenti chimici o lavata separatamente con opportuni solventi; i banchi di laboratorio contaminati dovrebbero essere lavati con acqua fredda, poi con acqua calda e detersivi.

Nei laboratori chimici di ricerca e nelle industrie chimiche si fa uso, oltre che di reattivi e reagenti, anche di solventi organici. Questi ultimi condividono una struttura comune (almeno un atomo di carbonio e un atomo di idrogeno), basso peso molecolare, lipofilità e volatilità ed esistono in forma liquida a temperatura ambiente.

I solventi organici possono essere classificati in tre gruppi principali: *solventi ossigenati*, *solventi idrocarburici* e *solventi alogenati*. I membri della stessa classe, in generale, mostrano potere solvente e azione chimica simili. Comunque, ci possono essere importanti variazioni negli effetti tossici all'interno dello stesso gruppo. Questi effetti pericolosi

possono essere la conseguenza dell'inalazione dei vapori, del contatto con gli occhi o con la pelle dei vapori o dei liquidi, o dell'ingestione.

L'esposizione prolungata ai solventi può causare cecità, battito cardiaco irregolare, danni al fegato, ai reni, ai polmoni e al sistema nervoso centrale. Qualora sussista la possibilità che gli utenti possano essere esposti a solventi organici, bisogna fare in modo da minimizzare l'esposizione. Le misure di controllo dovrebbero includere l'eliminazione, la sostituzione a favore di prodotti meno tossici, la ventilazione esaustiva dell'area di lavoro, l'utilizzo di dispositivi di protezione individuale per prevenire il contatto con la pelle e l'inalazione.

## La valutazione del rischio chimico

Il Titolo IX del D.Lgs. 81/2008, come modificato dal D.Lgs. 106/2009 e dal D.Lgs. 39/2016, richiede di effettuare la valutazione del rischio chimico in ogni attività che comporti l'esposizione a sostanze o miscele pericolose per la salute e per la sicurezza. La valutazione del rischio chimico è un obbligo del Datore di Lavoro, il quale si avvale di figure come il Medico Competente e il Responsabile del Servizio di Prevenzione e Protezione.

Secondo l'art. 223 D.Lgs. 81/2008, nella valutazione bisogna tener conto di seguenti aspetti:

1. l'analisi del processo lavorativo e la classificazione delle mansioni;
2. l'identificazione degli agenti chimici pericolosi;
3. le proprietà pericolose degli agenti chimici identificati;
4. le informazioni sulla salute e sicurezza comunicate dal fornitore tramite la relativa scheda di sicurezza (SDS); oppure, in alternativa, le informazioni ricavate dalla letteratura scientifica;
5. il livello, il tipo e la durata dell'esposizione;
6. le circostanze in cui viene svolto il lavoro in presenza degli agenti chimici pericolosi identificati, tenuto conto della quantità degli stessi;
7. i valori limite di esposizione professionale (TLV) o i valori limite biologici (BEI);
8. gli effetti delle misure preventive e protettive adottate o da adottare;
9. le eventuali azioni di sorveglianza sanitaria già intraprese;
10. la definizione del livello di rischio per ogni sostanza: superamento o meno del livello di azione (condizione di rischio "irrilevante per la salute e basso per la sicurezza") secondo l'art. 224 del D.Lgs. 81/08.

Il processo di valutazione consta di due *step*. Bisogna innanzitutto effettuare una *valutazione preliminare del rischio*. Questo costituisce il primo approccio a una situazione in cui siano presenti agenti chimici pericolosi. La valutazione si basa su dati informativi (documentali e di osservazione), come le schede di sicurezza delle sostanze o delle miscele usate, i quantitativi, i tempi di esposizione, le caratteristiche del lavoro ecc. In base all'esito della valutazione preliminare si può concludere prescrivendo il mantenimento delle condizioni di sicurezza, in quanto l'esposizione è al di sotto del livello di azione (principio di giustificazione), oppure si deve procedere allo *step* successivo. Il secondo *step* prevede una *valutazione approfondita del rischio*. In tutti quei casi in cui la valutazione preliminare non consente di giungere a una definizione di rischio (irrilevante per la salute e basso per la sicurezza) certa, si rende necessaria una *valu-*



*tazione specifica* (qualitativa e quantitativa) che può prevedere l'utilizzo di algoritmi (indiretta) o misure ambientali (diretta).

Consideriamo innanzitutto l'*impiego di algoritmi e modelli per la valutazione del rischio chimico*. Gli algoritmi utilizzati nei modelli sono funzioni algebriche che assegnano un valore numerico a fattori o parametri che intervengono nella valutazione del rischio pesando tutti i contributi. Tutti i fattori individuati vengono elaborati tramite le funzioni definite nei modelli e forniscono un indice numerico, valutato all'interno di una scala, che definisce il livello di rischio presente nella situazione analizzata.

Sono utilizzabili varie tipologie di algoritmi per la valutazione del rischio chimico; la scelta deve essere effettuata tenendo conto delle caratteristiche del metodo, delle peculiarità della realtà lavorativa da analizzare (piccola-media-grande impresa e settore di appartenenza), del tipo di attività svolta, delle caratteristiche delle sostanze (solidi, liquidi ecc.).

L'impiego di modelli che utilizzano algoritmi capaci di giungere a un giudizio sintetico sono particolarmente vantaggiosi nel caso di elevata variabilità delle mansioni lavorative, dei tempi di esposizione e delle modalità di uso degli agenti chimici pericolosi.

Nel caso in cui l'uso di algoritmi non sia sufficiente a dimostrare il conseguimento di un adeguato livello di prevenzione e di protezione, il datore di lavoro, periodicamente e ogni qualvolta siano modificate le condizioni che possono influire sull'esposizione, provvede a effettuare *rilevi ambientali*, cioè a effettuare la misurazione degli agenti che possano presentare un rischio per la salute, con metodiche standardizzate (un elenco meramente indicativo è riportato nell'allegato XLI del D.Lgs. 81/2008). Tra queste la più importante è la UNI EN 689/97, "Guida alla valutazione dell'esposizione per inalazione a composti chimici ai fini del confronto con i valori limite e strategie di misurazione", dalla quale derivano i seguenti criteri analitici:

- definizione delle strategie di campionamento o di misurazione (come, dove, quando, per quanto tempo eseguire le misure);
- individuazione di idonei sistemi o strumenti di captazione e rilevazione;
- metodiche analitiche o di misura rispondenti a prefissati criteri di qualità;
- uso di adeguati riferimenti (valori di riferimento, livelli d'azione, valori limite) per la valutazione dei dati.

Secondo l'art. 224 del D.Lgs. 81/2008, se i risultati della valutazione dei rischi dimostrano che, in relazione al tipo e alle quantità di un agente chimico pericoloso e alla modalità e frequenza di esposizione a tale agente presente sul luogo di lavoro, vi è solo un rischio basso per la sicurezza e irrilevante per la salute dei lavoratori, e che le misure di cui al comma 1 del suddetto articolo (Misure generali di tutela: organizzazione dei sistemi di lavorazione, fornitura di attrezzature idonee, riduzione al minimo degli agenti chimici e del numero di lavoratori esposti, procedure di lavoro) sono sufficienti a ridurre il rischio, non si adottano ulteriori misure di sicurezza.

In caso contrario è necessario applicare le disposizioni degli articoli 225, 226, 229, 230 del D.Lgs. 81/2008:

- Art. 225. Misure specifiche di protezione e di prevenzione;
- Art. 226. Disposizioni in caso di incidenti o di emergenze;
- Art. 229. Sorveglianza sanitaria;
- Art. 230. Cartelle sanitarie e di rischio.





# Professioni & Concorsi

**La collana è rivolta ai candidati a concorsi pubblici ed esami di abilitazione professionale e fornisce volumi specifici per prepararsi alle prove d'esame**

Il volume è indirizzato ai candidati che intendono sostenere l'Esame di Stato per l'abilitazione alla professione di Chimico (Sezione A e Sezione B) e, in questa terza edizione, raccoglie **più di 180 elaborati** che simulano lo svolgimento delle **prove scritte** d'esame, e novità della presente edizione l'ultima parte del testo contenente **53 esercizi svolti** che simulano la **prova pratica**.

Le tracce, selezionate fra quelle realmente assegnate negli ultimi anni presso i principali atenei italiani, sono suddivise in sei Parti e gli esercizi svolti per la prova pratica invece contenuti nell'ultima settima Parte.

La prima parte **"Regolamentazione professionale"** riporta tracce che hanno come argomento gli sbocchi occupazionali, l'accreditamento dei laboratori, la gestione e lo smaltimento dei rifiuti chimici.

Le successive tre parti riguardano le conoscenze teoriche acquisite nel corso degli studi: **chimica generale, chimica organica, l'analisi chimica** (con riferimento ai metodi spettroscopici e cromatografici).

Nella quinta parte **"Chimica industriale"** sono raccolte tracce su argomenti quali la catalisi, processi e prodotti dell'industria chimica, le fonti di energia e il loro impatto ambientale, gli impianti e i reattori chimici, soffermandosi in particolare sulle proprietà delle sostanze tensioattive e sull'utilizzo del petrolio e dei polimeri a livello industriale.

La sesta parte **"Chimica farmaceutica"** si occupa della progettazione e dello sviluppo dei farmaci e dell'applicazione di biotecnologie e nanotecnologie alla chimica farmaceutica.

La settima e ultima parte infine **"Identificazione spettroscopica di composti organici"** contiene esercizi svolti per la prova pratica sull'identificazione della struttura di sostanze organiche incognite mediante l'interpretazione di dati spettroscopici.

## Indice


1. Regolamentazione professionale - 2. Chimica generale - 3. Chimica organica - 4. Analisi chimica -
5. Chimica industriale - 6. Chimica farmaceutica - 7. Identificazione spettroscopica di composti organici



## ESTENSIONI ONLINE APPENDICE NORMATIVA TRACCE UFFICIALI

Grazie a materiali e contenuti **online** accessibili gratuitamente nell'area riservata, previa registrazione, sarà possibile consultare una specifica **appendice normativa** aggiornata, le **tracce ufficiali** assegnate negli anni precedenti ed **eventuali aggiornamenti**.



 [blog.edises.it](mailto:blog.edises.it)  
 [facebook.com/infoConcorsi](https://facebook.com/infoConcorsi)  
 [infoconcorsi.edises.it](http://infoconcorsi.edises.it)



€ 34,00

