

**MINISTERO DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA**

Modulo Proposta Accreditamento dei dottorati - a.a. 2023/2024  
 codice = DOT1322889

**Denominazione corso di dottorato: SCIENZE CHIMICHE E FARMACEUTICHE ED INNOVAZIONE INDUSTRIALE**

**1. Informazioni generali****Corso di Dottorato**

<b>Il corso è:</b>	Rinnovo	
<b>Denominazione del corso</b>	SCIENZE CHIMICHE E FARMACEUTICHE ED INNOVAZIONE INDUSTRIALE	
<b>Cambio Titolatura?</b>	NO	
<b>Ciclo</b>	39	
<b>Data presunta di inizio del corso</b>	01/10/2023	
<b>Durata prevista</b>	3 ANNI	
<b>Dipartimento/Struttura scientifica proponente</b>	CHIMICA	
<b>Numero massimo di posti per il quale si richiede l'accreditamento ai sensi dell'art 5 comma 2, DM 226/2021</b>	45	
<b>Dottorato che ha ricevuto accreditamento a livello internazionale (Joint Doctoral Program):</b>	NO	se altra tipologia:
<b>Il corso fa parte di una Scuola?</b>	SI	
	<b>se SI quale</b>	SCUOLA DI ALTA FORMAZIONE DOTTORALE
<b>Presenza di eventuali curricula?</b>	SI	
<b>Link alla pagina web di ateneo del corso di dottorato</b>	phdchimfarm.unipv.eu	

**Descrizione del progetto formativo e obiettivi del corso****Descrizione del progetto:**

*Il corso di Dottorato in Scienze Chimiche e Farmaceutiche e Innovazione Industriale si propone come obiettivo generale la formazione di giovani laureati all'attività di ricerca scientifica, nonché alle sue applicazioni in ambito industriale, nei settori chimico, chimico-farmaceutico, tecnologico-farmaceutico, nutraceutico e cosmetico. In particolare, il progetto culturale del Dottorato è quello di formare e preparare nuovi scienziati ed in generale ricercatori ad affrontare i problemi comuni nei diversi aspetti delle scienze chimiche e del farmaco, fornendo un set di conoscenze chimiche solide per comprendere processi e fenomeni a livello atomico. In questo contesto, la scuola adotta un approccio interdisciplinare mirato all'approfondimento e integrazione delle competenze in questi ambiti con conoscenze industriali, per formare nuove figure preparate a proporre soluzioni innovative negli ambiti sopra citati. La formazione degli studenti integra la ricerca in laboratorio con un'ampia offerta didattica e un'intensa attività seminariale.*

**Obiettivi del corso:**

*L'obiettivo generale del corso di Dottorato in Scienze Chimiche e Farmaceutiche e Innovazione Industriale è la formazione e preparazione di giovani scienziati e ricercatori ad affrontare le sfide della ricerca fondamentale e della applicazione tecnologica in un contesto sempre più competitivo. Nel contesto dell'obiettivo generale, il Corso di Dottorato si propone degli obiettivi specifici legati alle diverse declinazioni delle scienze chimiche e farmaceutiche. Specificamente, Gli obiettivi particolari del corso sono preparazione, progettazione e sviluppo di materiali multifunzionali e di composti biologicamente attivi. Per i materiali, si prevede lo sviluppo di processi sintetici e di caratterizzazione con applicazioni nel campo della transizione energetica, della sostenibilità e della nanomedicina. Parallelamente, l'obiettivo è fornire agli studenti conoscenze avanzate per la progettazione e la sintesi di nuovi farmaci, "drug design", dalla simulazione alla medicinal chemistry. I dottorandi saranno formati ad applicare moderne tecniche analitiche e approcci metodologici per lo studio dell'interazione di potenziali farmaci con proteine/recettori/enzimi. In ambito tecnologico farmaceutico i dottorandi potranno acquisire un approccio metodologico rigoroso e tecniche di ottimizzazione per lo sviluppo formulativo, in particolare di sistemi terapeutici a controllo del rilascio e/o direccionamento del farmaco. Tali metodologie potranno essere applicate anche in ambito*

cosmetico e nutraceutico. L'applicazione industriale delle metodologie acquisite è un altro importante obiettivo formativo del dottorato.

### **Sbocchi occupazionali e professionali previsti**

Il Dottorato fornisce i fondamenti per comprendere sistemi complessi e sviluppare nuove entità chimiche con proprietà interessanti. L'approccio interdisciplinare integra diverse discipline e si rivolge a studenti provenienti dai corsi di laurea in chimica, chimica e tecnologia farmaceutica, farmacia, biotecnologie, fisica, scienze dei materiali. La scuola ha suscitato l'interesse di aziende chimiche e farmaceutiche che hanno finanziato un numero significativo di borse di studio.

La Scuola ha numerose interazioni con aziende, enti e dipartimenti universitari, partecipa a 15 posizioni PON-GREEN DM1061/2021, e a 8 posizioni D.M. 351 e 352. Nel 38 ciclo, 5 borse sono state finanziate da aziende, enti o fondazioni.

Le stesse 15 posizioni PON-Green prevedono una diretta collaborazione con enti ed aziende private. Terminato il percorso, i Dottori di ricerca possono accedere alla carriera accademica in istituzioni nazionali ed internazionali pubbliche e private o trovare impiego in aziende dei settori chimico, farmaceutico, dei materiali, chimico-industriale, analitico, tecnologico.

### **Sede amministrativa**

<b>Ateneo Proponente:</b>	Università degli Studi di PAVIA
<b>N° di borse finanziate</b>	14
<b>di cui DM 117 (Investimento 3.3):</b>	2
<b>di cui DM 118 (Investimento 3.4):</b>	
<b>di cui DM 118 (Investimento 4.1 generici):</b>	2
<b>di cui DM 118 (Investimento 4.1 P.A.):</b>	
<b>di cui DM 118 (Investimento 4.1 Patrimonio culturale):</b>	
<b>Sede Didattica</b>	Pavia

### **Coerenza con gli obiettivi del PNRR**

La Scuola di Alta Formazione Dottorale dell'UNiversità degli Studi di Pavia ha assegnato le borse DM 117-118 considerando l'aderenza d ei progetti agli obiettivi Next Generation EU.

I progetti selezionati hanno come oggetto:

- Cambiamento climatico, inquinamento e sostenibilità
- Digitalizzazione, alfabetizzazione digitale e infrastrutture telematiche
- Salute pubblica (prevenzione per salute mentale, educazione alimentare, igiene pubblica)
- Formazione e inserimento nel mondo del lavoro
- Pari opportunità (appartenenza etnica e religiosa, genere, orientamento sessuale, nazionalità)
- Tutela e valorizzazione del patrimonio culturale
- Innovazione dei processi legati alla PA
- Trasporti sostenibili e nuove modalità lavorative come ad esempio il lavoro agile, strumenti di lavoro e di condivisione delle informazioni on line.
- Efficienza energetica degli edifici
- Sviluppo del cloud e dei processori sostenibili

I partner che hanno aderito all'iniziativa sono stati selezionati fra le realtà di eccellenza a livello di territorio e in ambito internazionale.

### **Tipo di organizzazione**

1) Dottorato in forma non associata (Singola Università)

### **Imprese (ACCREDITAMENTO AI SENSI DEL DM 226/2021)**

<b>Nome dell'impresa</b>	
<b>C.F./P.IVA **</b>	
<b>Sito Web e/o Indirizzo sede legale</b>	
<b>Paese</b>	
<b>Consorziato/Convenzionato</b>	
<b>Sede di attività formative</b>	
<b>N. di borse finanziate o per le quali è in corso la richiesta di finanziamento</b>	
<b>Importo previsto del finanziamento per l'intero ciclo</b>	

<b>Data sottoscrizione convenzione/ consorzio</b>
<b>N. di cicli di dottorato coperti dalla convenzione</b>
<b>PDF Convenzione ( se consorzio l'Atto costitutivo e statuto) o finanziamento accordato per i dottorati in forma non associata. (*)</b>
<b>Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&amp;S</b>
Qualora l'impresa consorziata/convenzionata per la forma associata ai fini dell'accreditamento ai sensi del DM 226/2021 sia la stessa che cofinanzia ai sensi del DM 117/2023 PNRR (I.3.3), il sistema, inserita la risposta "SI", riporterà in automatico i dati anagrafici dell'impresa in questione all'interno della sezione "Imprese partner ai sensi del DM 117/2023 (sezione PNRR cofinanziamento al 50%)" richiedendo l'inserimento dei dati mancanti.
In tal caso si precisa che il dato inserito "N. di borse finanziate o per le quali è in corso la richiesta di finanziamento" ai sensi del DM 226/2021 è da intendersi comprensivo della/e borsa/e DM 117/2023 - I. 3.3 PNRR.

(\*) campo obbligatorio

**Imprese partner ai sensi del DM 117/2023 (sezione PNRR cofinanziamento al 50%)**

n.	Nome dell'impresa	Forma Giuridica	C.F./P.IVA **	Sito Web e/o Indirizzo sede legale	Paese	Codice ATECO **	Ambito di attività economica dell'Istituzione e/o Descrizione attività R&S	N. di borse che intende cofinanziare (DM 117/2023)	Importo previsto del cofinanziamento per l'intero ciclo
1.	Eni SpA	Spa	00905811006	eni.com	IT	19.20.1	Sostiene concretamente una transizione equa che crei valore nel lungo termine e consenta a tutti di accedere a un'energia affidabile e pulita salvaguardando l'ambiente.	2.00	60000

(\*\*) CF/P.IVA e CODICE ATECO sono obbligatori se l'impresa è in Italia

**Borse PNRR 117 - impresa/e in corso di definizione**

<b>Totale Borse PNRR 117</b>	2	
<b>Borse PNRR 117 cofinanziate da imprese</b>	2	
<b>Borse PNRR 117 - impresa/e in corso di definizione</b>		

**Informazioni di riepilogo circa la forma del corso di dottorato**

<b>Dottorato in forma non associata</b>	SI
<b>Dottorato in forma associata con Università italiane</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con Università estere</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con enti di ricerca italiani e/o esteri</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con Istituzioni AFAM</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con Imprese</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata - Dottorato industriale (DM 226/2021, art. 10)</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata con pubbliche amministrazioni, istituzioni culturali o altre infrastrutture di R&amp;S di rilievo europeo o internazionale</b>	NO
<b>Dottorato in forma associata - Dottorato nazionale (DM 226/2021, art. 11)</b>	NO

**2. Eventuali curricula****Curriculum dottorali afferenti al Corso di dottorato**

n.	Denominazione Curriculum	Breve Descrizione
1.	CHIMICO	Il curriculum chimico ha come finalità quella di preparare gli studenti ad affrontare i problemi legati a diversi aspetti della chimica e ai problemi all'intersezione tra chimica ed altre discipline (fisica, biologia, energia, scienza dei materiali). Il fine è quello di fornire una base chimica per la comprensione di processi complessi a livello atomico. In questo contesto il Curriculum Chimico prevede di fornire insegnamenti e formazione nelle seguenti aree: Chimica Verde; Sintesi asimmetriche; Metodi computazionali in sistemi bioorganici; Leganti per acidi nucleici; Polimeri per

n.	Denominazione Curriculum	Breve Descrizione
		<i>energetica; Dispositivi supramolecolari; Nanomateriali funzionali; Superfici con monostrati molecolari; Adsorbenti e catalizzatori solidi per applicazioni analitiche; Chemosensori biomimetici; Materiali per supporti lapidei/lignei; Struttura-proprietà di metalloenzimi.</i>
2.	FARMACEUTICO	<i>Il curriculum farmaceutico educa gli studenti ad affrontare le principali questioni delle scienze farmaceutiche, dalle nozioni di base sulla progettazione e lo sviluppo dei farmaci, alle tecnologie farmaceutiche, fino al delivery, alla somministrazione ed all'analisi. Questo curriculum prevede insegnamenti nelle seguenti aree: Identificazione di nuovi agenti neuroprotettivi e antitumorali; Drug discovery da piante; Immobilizzazione di macromolecole; Prodotti nutraceutici anti-infiammatori; Interazione Molecularly Imprinted Polymers-target biologici; LC-MS per la caratterizzazione di proteine; Nuovi sistemi terapeutici sito-specifici, scaffold e emoderivati per riparazione tissutale; Incapsulazione di cellule staminali e seme per zootecnia; Modelli di cartilagine umana.</i>
3.	INDUSTRIALE	<i>Le diverse attività legate alla chimica e alla farmacia hanno naturalmente forti legami con gli interessi dell'industria, dalla scoperta di nuove entità molecolari con proprietà interessanti al loro sviluppo e sfruttamento in chiave produttiva e industriale. Il corso di Dottorato in Scienze Chimiche e Farmaceutiche e Innovazione Industriale ha storicamente suscitato l'interesse di varie aziende del settore chimico e farmaceutico. Per questo è stata sviluppata una offerta formativa originale con l'introduzione di un curriculum di natura industriale: le attività di tale curriculum sono integrate con quelle del curriculum Chimico e Farmaceutico. Nel corso di studi, gli studenti affronteranno quindi problemi legati alla ricerca e allo sviluppo nelle seguenti tematiche: Scale-up di prodotti e processi in ambito chimico e farmaceutico, sviluppo di strategie formulative di interesse industriale</i>

### 3. Collegio dei docenti

#### Coordinatore

Cognome	Nome	Ateneo Proponente:	Dipartimento/ Struttura	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID
COLOMBO	Giorgio	Università degli Studi di PAVIA	CHIMICA	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/C1	03	15739411100	

#### Curriculum del coordinatore

#### Componenti del collegio (Personale Docente e Ricercatori delle Università Italiane)

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
1.	BONFERONI	Maria Cristina	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/D2	03	CHIM/09	FARMACEUTICO...	Ha aderito	7004292071	
2.	CALLERI	Enrica	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/D1	03	CHIM/08	FARMACEUTICO...	Ha aderito	56003382200	
3.	COLLINA	Simona	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/D1	03	CHIM/08	FARMACEUTICO...	Ha aderito	6701762619	
4.	COLOMBO	Giorgio	PAVIA	CHIMICA	Coordinatore	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/C1	03	CHIM/06	CHIMICO...	Ha aderito	15739411100	
5.	CONTI	Bice	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Ordinario	03/D2	03	CHIM/09	FARMACEUTICO...	Ha aderito	7005621694	
6.	DONDI	Daniele	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/B2	03	CHIM/07	CHIMICO...	Ha aderito	7003556332	
7.	FAGNONI	Maurizio	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/C1	03	CHIM/06	CHIMICO...	Ha aderito	7003487345	
8.	FRECCERO	Mauro	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/C1	03	CHIM/06	CHIMICO...	Ha aderito	7004002415	
9.	GRANCINI	Giulia	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Associato confermato	03/A2	03	CHIM/02	CHIMICO...	Ha aderito	6508101563	
10.	MALAVASI	Lorenzo	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/A2	03	CHIM/02	INDUSTRIALE...	Ha aderito	7004454798	
11.	MASSOLINI	Gabriella	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Ordinario	03/D1	03	CHIM/08	FARMACEUTICO...	Ha aderito	7004232052	
12.	MERLI	Daniele	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/A1	03	CHIM/01	CHIMICO...	Ha aderito	8368483400	
13.	PALLAVICINI	Piersandro	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/B1	03	CHIM/03	CHIMICO...	Ha aderito	57202718654	
14.	PAPETTI	Adele	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/D1	03	CHIM/10	INDUSTRIALE...	Ha aderito	6603497119	

n.	Cognome	Nome	Ateneo	Dipartimento/ Struttura	Ruolo	Qualifica	Settore concorsuale	Area CUN	SSD	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Stato conferma adesione	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	ORCID ID (facoltativo)
15.	PASINI	Dario	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/C1	03	CHIM/06	INDUSTRIALE...	Ha aderito	7003545655	
16.	PROFUMO	Antonella	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario	03/A1	03	CHIM/01	INDUSTRIALE...	Ha aderito	7003364620	
17.	QUARTARONE	Eliana	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/A2	03	CHIM/02	CHIMICO...	Ha aderito	7004497257	
18.	ROSSI	Daniela	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/D1	03	CHIM/08	CHIMICO...	Ha aderito	55621976800	
19.	ROSSI	Silvia Stefania	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Ordinario (L. 240/10)	03/D2	03	CHIM/09	INDUSTRIALE...	Ha aderito	30567744800	
20.	SANDRI	Giuseppina	PAVIA	SCIENZE DEL FARMACO	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/D2	03	CHIM/09	FARMACEUTICO...	Ha aderito	7005221569	
21.	TAGLIETTI	Angelo Maria	PAVIA	CHIMICA	COMPONENTE	Professore Associato (L. 240/10)	03/B1	03	CHIM/03	CHIMICO...	Ha aderito	6701595216	

**Componenti del collegio (Personale non accademico dipendente di Enti italiani o stranieri e Personale docente di Università Straniere)**

n.	Cognome	Nome	Codice fiscale	Tipo di ente:	Ateneo/Ente di appartenenza	Paese	Qualifica	SSD	Settore Concorsuale	Area CUN	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Scopus Author ID (obbligatorio per bibliometrici)	P.I. vincitore di bando competitivo europeo*	Codice bando competitivo
----	---------	------	-------------------	------------------	--------------------------------	-------	-----------	-----	------------------------	-------------	--	---	--	-----------------------------

**1-300 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	--------	-------------------------------	---------------------------------	------	------	-----	--

**301-600 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	--------	-------------------------------	---------------------------------	------	------	-----	--

**601-900 - Produzione scientifica di ricercatori di enti di ricerca italiani o esteri ovvero di docenti di università estere dei settori non bibliometrici**

n.	Autore	Eventuali altri autori	Anno di pubblicazione	Tipologia pubblicazione	Titolo	Titolo rivista o volume	ISSN (formato: XXXX-XXXX)	ISBN	ISMN	DOI	Scientifica e Classe A (rilevata in automatico in base all'ISSN, all'anno e al Settore Concorsuale del docente)
----	--------	---------------------------	--------------------------	----------------------------	--------	-------------------------------	---------------------------------	------	------	-----	--

**Componenti del collegio (Docenti di Istituzioni AFAM)**

n.	Cognome	Nome	Istituzione di appartenenza	Codice fiscale	Qualifica	Settore artistico- disciplinare	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Partecipazione nel periodo 18-22 a gruppi di ricerca finanziati su bandi competitivi	Riferimento specifico al progetto (Dati identificativi del progetto e descrizione)	Ricezione nel periodo 18-22 riconoscimenti a livello internazionale	Attestazione (PDF)	Descrizione campo precedente
----	---------	------	--------------------------------	-------------------	-----------	---------------------------------------	---	---	---	---	-----------------------	------------------------------------

**Componenti del collegio (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)**

n.	Cognome	Nome	Codice fiscale	Istituzione di appartenenza	Paese	Qualifica	Tipologia (descrizione qualifica)	Area CUN	In presenza di curricula, indicare l'afferenza	Scopus Author ID (facoltativo)
----	---------	------	-------------------	--------------------------------	-------	-----------	---	-------------	---	-----------------------------------

**Dati aggiuntivi componenti (altro personale, imprese, p.a., istituzioni culturali e infrastrutture di ricerca)**
**4. Progetto formativo**

**Attività didattica programmata/prevista****Insegnamenti previsti (distinti da quelli impartiti in insegnamenti relativi ai corsi di studio di primo e secondo livello)**

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
1.	<i>Basics of intellectual property</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>The aim of the course is to provide participants with an overview of the main principles of intellectual property and of its importance to research, development and innovation processes, both in academic and in applied science environments. A special focus will be aimed at patents, utility models and management of confidential information</i>	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	TUTTI I CURRICULA (corso trasversale)
2.	<i>Sviluppo di un integratore alimentare</i>	16	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso si propone di fornire al dottorando una panoramica sulle fasi di progettazione di un integratore alimentare, partendo dall'idea progettuale fino ad arrivare a -sviluppo e produzione del prodotto finito, -controlli da eseguire nei differenti steps della filiera (considerando le principali tecniche analitiche utilizzate e illustrando esempi pratici), e -immissione in commercio (con cenni sulla normativa europea vigente). Verranno anche affrontate criticamente le problematiche relative a bioaccessibilità e biodisponibilità soprattutto dei componenti di miscele complesse, quali i "botanicals", prendendo in considerazione i metodi in vitro utilizzabili per tali studi.</i>	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	TUTTI I CURRICULA (corso trasversale)
3.	<i>Ricerca e Nanomedicina</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Aspetti formulativi di sistemi nanoparticellari: classificazione e metodi di preparazione dei diversi sistemi, caratterizzazione delle proprietà fisiche e di drug loading. Miglioramento delle proprietà biofarmaceutiche dell'attivo. Proprietà delle nanoparticelle in riferimento alle loro interazioni con cellule e organi, e ai loro principali usi nelle tecniche diagnostiche e Introduzione alla ingegneria tissutale/medicina riparativa, lo sviluppo di nanostrutture e nanosistemi e lo studio dei processi adesivi cellulari. Introduzione alle neuroscienze, definizione della disciplina e settori della stessa, dalla neuroscienza molecolare alla sistemica del comportamento e sui rapporti tra Neuroscienze e Nanomedicina. Workshop annuale Ricerca e Nanomedicina (singola giornata) svolto secondo la modalità di lectures (invited speaker esterni) e short communications (speaker Unipv) su ricerche e case study nel campo nanomedico da parte di ricercatori appartenenti alle due macroaree cui afferiscono i tre dottorati proponenti: 8 ore.</i>	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	TUTTI I CURRICULA (corso trasversale)
4.	<i>Origins of Life</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso si propone di ripercorrere le tappe fondamentali prebiologiche dell'origine della vita ed evoluzione della biosfera. Si prenderanno in considerazione le teorie più accreditate in merito alla nascita e allo sviluppo dei primi organismi viventi: panspermia, origini abiogenetiche, la generazione spontanea, l'ipotesi del brodo primordiale di Oparin, il replicone, il mondo a RNA e a DNA e altri. Si considereranno le principali reazioni chimiche che possono essere avvenute sulla Terra primordiale, e che possono aver dato luogo alla formazione dei composti essenziali per la sopravvivenza e lo sviluppo degli organismi viventi. Quindi, partendo dai pionieristici esperimenti di Miller-Urey, si descriveranno possibili reazioni di formazione degli zuccheri (come la reazione di Butlerov), di amminoacidi e molecole più complesse ottenute dalla loro condensazione (acidi nucleici). Riceveranno attenzione anche gli ambienti in cui possono aver avuto luogo tali reazioni: le sorgenti idrotermali, i vulcani, profondità terrestri (ipotesi di Gold), lagune radioattive (ipotesi di Adam). Verranno presi in considerazione alcuni</i>	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	TUTTI I CURRICULA (corso trasversale)

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>problemi non ancora risolti e di fondamentale importanza, come l'origine della chiralità, la selezione di particolari molecole da parte degli organismi viventi a discapito di altre, l'auto-organizzazione, il paradosso di Orgel, l'autocatalisi nella replicazione delle prime forme di vita. L'approccio sarà integrato, sia chimico che biologico, con l'uso di un lessico comprensibile a studenti di tutte le facoltà scientifiche.</i>				
5.	<i>Introduzione alla chimica fisica dei sistemi complessi</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Lo studio dei sistemi complessi ha avuto un enorme sviluppo negli ultimi decenni, consentendo di razionalizzare molti comportamenti non intuitivi che si osservano in sistemi costituiti da un numero elevato di elementi semplici che interagiscono tra di loro mediante relazioni non lineari. Il corso vuole dare una semplice introduzione alla teoria dei sistemi complessi, con particolare attenzione alle sue applicazioni in ambito chimico e biologico. L'analisi di questi sistemi verrà affrontata considerando inizialmente le condizioni necessarie perché i processi chimici possano dare luogo ad instabilità temporali (oscillazioni e comportamenti caotici) o spaziali (sviluppo di pattern). L'approccio verrà poi generalizzato per mostrare come le tecniche sviluppate possano essere utilizzate per affrontare problemi molto diversi, anche in ambiti differenti da quelli chimici.</i>	CHIMICO INDUSTRIALE		SI	
6.	<i>La fotocatalisi nella sintesi e nelle tecnologie: passato, presente e futuro</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso sarà focalizzato sulla fotocatalisi e sullo sviluppo recente dei processi fotocatalitici in diversi ambiti (dalle applicazioni tecnologiche fino alla sintesi organica), con particolare attenzione all'utilizzo di luce visibile. La parte introduttiva del corso riguarderà la definizione del concetto di fotocatalisi (sia in fase omogenea, sia eterogenea) e sarà accompagnata dalla definizione dei parametri-chiave che caratterizzano questi processi. Successivamente verranno offerti alcuni cenni storici riguardanti i primi lavori in cui è stato utilizzato il termine "fotocatalisi", seguiti da un excursus sulle tappe fondamentali che hanno segnato l'evoluzione di questa disciplina fino ai giorni nostri. Seguirà una descrizione delle principali tipologie di fotocatalizzatori (complessi a base di metalli di transizione, fotoorganocatalizzatori, derivati inorganici e particelle di materiale semiconduttore) e dei meccanismi di reazione ad essi legati. La parte centrale del corso riguarderà le applicazioni dell'approccio fotocatalitico, quali la messa a punto di sistemi per la degradazione di inquinanti (es. trattamento di acque reflue contenenti principi attivi di farmaci) o per la fotosintesi artificiale. Particolare attenzione verrà inoltre dedicata allo sviluppo di procedure sintetiche ecosostenibili, dando ampio spazio alla preparazione di molecole bioattive e alla loro funzionalizzazione. L'ultima parte del corso sarà infine dedicata alla descrizione di tecniche ibride, dove la fotocatalisi è stata accoppiata ad altri approcci, sia in ambito sintetico (es. strategie basate sulla "dual catalysis", dove un fotocatalizzatore è impiegato in azione combinata con altri sistemi catalitici, quali: organocatalizzatori, complessi a base di metalli di transizione e catalizzatori acido-base), sia in ambito applicativo (es. approcci fotoelettrochimici per l'immagazzinamento di energia). Lo scopo finale del corso è quello di fornire allo studente una panoramica completa sulla...</i>	CHIMICO INDUSTRIALE		SI	
7.	<i>Tecniche di diffrazione avanzate per la caratterizzazione</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>copo del presente corso è quello di fornire una panoramica delle tecniche avanzate per la caratterizzazione strutturale di varie classi di materiali allo stato solido. Verrà dapprima fornita un'introduzione sulla diffrazione da</i>	CHIMICO INDUSTRIALE		SI	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
	<i>strutturale dei materiali*</i>			<i>polveri e successivamente verranno presi in esame vari metodi di indagine basati su questa tecnica. In particolare: diffrazione di raggi X e neutroni combinate; determinazione strutturale ab-initio da dati di diffrazione su polveri; determinazione della struttura magnetica; tecniche in-situ e risolte nel tempo; determinazione della struttura locale mediante dati di "total scattering". I diversi argomenti verranno presentati con informazioni teoriche di base mentre una più approfondita descrizione sarà dedicata all'applicabilità dei differenti metodi e ai dettagli pratici relativi alla raccolta e all'analisi dati (con sessioni "pratiche" di analisi dati)</i>				
8.	<i>Sensori, biosensori e nasi elettronici</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Alla base della moderna tecnologia dei sensori chimici sta l'interazione tra la molecola di interesse e un opportuno recettore. Il sensore è costituito dalla integrazione tra la formazione dell'addotto e la trasduzione del relativo segnale. Verranno presentati i recettori attualmente più utilizzati, cioè molecole di origine biologica quali proteine (anticorpi, enzimi) e acidi nucleici (DNA, RNA, aptameri). Verrà anche descritto un particolare tipo di recettori sintetici solidi, cioè i polimeri a imprinting molecolare (MIP) che costituiscono un approccio interessante alla sintesi di recettori biomimetici, con notevoli vantaggi rispetto a questi. Verranno descritte tecniche di traduzione del segnale tanto basate sull'uso di marcatori, quanto label-free. Nel caso dei sensori a recettore la selettività è ottenuta sfruttando la specificità del recettore. Un altro promettente approccio consiste invece nell'utilizzo di molti sensori poco selettivi in array. Metodi di questo tipo sono spesso chiamati "nasi elettronici" per analogia con i corrispondenti "sensori naturali". Le risposte dei singoli sensori vengono analizzate simultaneamente con metodi di analisi multivariata. Alcuni metodi verranno descritti.</i>	<i>CHIMICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	
9.	<i>Tecniche NMR in Chimica Organica</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso sarà suddiviso in due moduli, con la possibilità di sceglierne anche uno solo. Modulo A: Breve introduzione sui principi generali dell'NMR in alta risoluzione, aspetti pratici e tecniche monodimensionali. Esempi ed eventuali esercitazioni pratiche. Modulo B: Esperimenti bidimensionali di correlazione omo- ed etero-nucleare attraverso legami chimici, esperimenti di correlazione attraverso lo spazio. Esempi ed eventuali esercitazioni pratiche. 3 CFU per Modulo.</i>	<i>CHIMICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	
10.	<i>Nuove frontiere sul fotovoltaico: materiali e tecnologie</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso si propone di illustrare le tecnologie emergenti nel panorama del fotovoltaico. Verranno discusse le tecnologie attuali (con limiti e plus), e presentate le nuove tecnologie, anche dette "di nuova generazione", basate sull'utilizzo di materiali semiconduttori organici o ibridi. In particolare, verranno discussi da un lato le proprietà chimiche dei materiali, le tecniche di deposizione e dall'altro le proprietà fisiche e i processi che regolano il meccanismo di conversione fotovoltaica. Verranno discussi più in dettaglio i meccanismi e le dinamiche di generazione di carica in sistemi organici, ibridi (polimero/ossido) e a perovskite ibrida. I tre sistemi saranno poi confrontati spiegandone le loro peculiari proprietà ottiche e elettroniche. Infine, si tratterà il dispositivo per intero, presentando la fisica-chimica e i principi base del funzionamento di una cella solare, descrivendone i parametri fondamentali e quindi le caratteristiche di trasporto e mobilità di carica. A seconda del background degli studenti, per ciascuna tematica saranno brevemente</i>	<i>CHIMICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>introdotte o approfondite, per quanto serve, le necessarie conoscenze di base.</i>				
11.	<i>Analisi e chimica degli alimenti</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>L'obiettivo del corso è illustrare come nel cibo si formano le sostanze responsabili delle proprietà organolettiche ad esso attribuite e quali interazioni fisiologiche portano alla loro percezione sensoriale, con riferimento sia ai sapori veri e propri (dolce, salato, umami...), che alle sensazioni chemestetiche (piccante, rinfrescante, astringente), che agli aromi percepiti tramite l'olfatto. Si mostrerà anche quali trasformazioni chimiche avvengono durante le fasi di processamento (cottura, conservazione, stagionatura). In particolare, si descriveranno i meccanismi chimici e le vie biosintetiche che portano alla genesi di alcuni aromi negli alimenti (ad esempio esteri della frutta, composti odorosi in verdure quali pomodoro, cipolla, cetriolo), dettagliando i meccanismi di reazione e gli intermedi chiave. Si prenderà in considerazione anche la generazione di off-flavours (aromi sgraditi) e sostanze tossiche (acrilamide) nei cibi, e i processi atti a limitare questi fenomeni. Verranno esposti i principi e le applicazioni di tecniche analitiche innovative che permettono di determinare la composizione delle matrici alimentari e soprattutto di verificare l' "originalità" di un prodotto e la sua provenienza geografica. In particolare, oltre all'uso di nasi elettronici e lingue elettroniche, si descriverà l'uso di tecniche cromatografiche quali la sniff chromatography. In particolare, si descriverà l'applicazione di queste tecniche all'analisi della provenienza geografica dell'olio di oliva e alla caratterizzazione del miele. In ultimo, verranno brevemente descritti i principi fondamentali della tossicologia alimentare, con un'attenzione particolare ai principali residui chimici nocivi anche di origine naturale che possono trovarsi nei cibi. Nel dettaglio, si descriveranno i metodi analitici per le N-nitrosamine e per gli idrocarburi policiclici aromatici in matrici alimentari complesse.</i>	<i>CHIMICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	
12.	<i>Get Prepared for the Next: How to build an Effective Scientific Research Project, tools and tricks</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso si propone di fornire gli strumenti necessari per sviluppare le soft skills indispensabili per affrontare la scrittura di un progetto di ricerca scientifico. Verranno discussi i punti chiave che ogni progetto scientifico - trasversalmente dal topic di ricerca- deve contenere. Come prima cosa sarà affrontato e discusso il tema del CV scientifico. A seguito verranno analizzati esempi di progetti di ricerca (sulla base di progetti vincenti, con focus ad esempio su progetti individuali come Marie Curie) e fornite le istruzioni su modalità di stesura di un progetto scientifico. Verranno analizzate le parti componenti (abstract, WP, obiettivi, Gantt, Milestones, Valutazione Rischi, Deliverables, Management). Infine verranno evidenziate brevemente le possibili calls europee e forniti i relativi link.</i>	<i>CHIMICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	
13.	<i>DOE: Applicazioni pratiche a formulazioni farmaceutiche</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Contenuti. Obiettivo del corso è fornire una conoscenza degli strumenti utili a impostare e interpretare disegni sperimentali e a ottimizzare risultati in ambito farmaceutico, con particolare riguardo all'applicazione dell'approccio di "Quality by design" nello sviluppo farmaceutico La prima parte del programma riguarda disegni fattoriali completi e frazionari, nonché metodi di screening (es Plackett Burman) e loro impiego per individuare le variabili critiche di metodi, processi produttivi e formulazioni. La seconda parte riguarda metodi di ottimizzazione. Verrà considerata la costruzione di superfici di risposta per combinazione di due fattori, e la ricerca della zona di risposta ottimale.</i>	<i>FARMACEUTICO</i>		<i>SI</i>	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				La costruzione di superfici di risposta per tre fattori verrà analizzata nel caso dei "mixture design", con particolare attenzione all'impiego di questi disegni nell'ottimizzazione di formulazioni. Di tutte le metodiche si prevede di analizzare diversi esempi di applicazione con particolare riguardo all'ambito farmaceutico, prestando attenzione all'impiego dei disegni sperimentali nella più recente normativa riguardante la costruzione della qualità.				
14.	Metodologie analitiche innovative nel drug discovery	16	primo anno secondo anno terzo anno	Scopo del corso è fornire al dottorando una panoramica delle principali tecniche di analisi utilizzate nel drug discovery e, in particolare, nella determinazione del legame farmaco-proteina (metodi separativi e non separativi). Il corso si prefigge quindi i seguenti obiettivi: 1) offrire agli studenti le nozioni teoriche fondamentali sulle più recenti tecniche e metodologie analitiche utilizzate nelle diverse fasi del processo di drug discovery (metodi di bioaffinità, metodi basati sulla spettrometria di massa, metodi ITC, metodi basati sulla luminescenza ecc.). 2) presentare allo studente casi di studio, anche grazie ad incontri con esperti operanti in tali settori, sui molteplici aspetti applicativi e sul ruolo dell'analisi strumentale nelle diverse fasi del processo di drug discovery.	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
15.	Produzione industriale e caratterizzazione di principi attivi ed eccipienti farmaceutici	4	primo anno secondo anno terzo anno	Come presentare alle Autorità Regolatorie le informazioni sui principi attivi di interesse farmaceutici o API (Active Pharmaceutical Ingredients). L'ASMF (Active Substance Master File) del produttore. Sostanze di interesse farmaceutico presenti in Farmacopea Europea e il certificato di conformità alla Farmacopea Europea (CEP). I nuovi eccipienti, qualità e sicurezza. I farmaci atipici, quali requisiti di qualità? La sintesi degli API, il problema dei materiali di partenza e delle impurezze. Eccipienti ed impurezze. La produzione industriale di API e le Norme di Buona fabbricazione. GMP applicabili agli eccipienti. La produzione di principi attivi sterili.	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
16.	Farmaci peptidici e peptidomimetici	24	primo anno secondo anno terzo anno	Il corso intensivo di 3 giorni si propone di trattare le fasi del processo di identificazione di farmaci peptidici e peptido mimetici. Verrà effettuata un'analisi critica della recente espansione del mercato dei farmaci peptidici/peptidomimetici, mettendone in evidenza i punti di forza, le criticità e le opportunità di sviluppo. Nel corso verranno ripresi i concetti base di sintesi peptidica: gruppi protettori; metodi di attivazione per la formazione del legame peptidico; sintesi in fase solida e verranno anche trattati aspetti che relativi alla loro stabilità (chimica, fisica e fotochimica). Particolare attenzione verrà riservata agli aspetti che riguardano la sviluppabilità. La trattazione teorica degli argomenti verrà accompagnata dall'esame di idonei casi di studio.	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
17.	Produzione industriale dei medicinali sterili	16	primo anno secondo anno terzo anno	Aspetti generali sulle caratteristiche della produzione di medicinali sterili. L'assicurazione di sterilità, progettazione e qualificazione di aree aseptiche in ottemperanza ai requisiti regolatori. Il transfer technology applicato ai medicinali sterili. L'applicazione del "risk assessment" nell'assicurazione di sterilità. Il controllo microbiologico. Il "process simulation testing" applicato alle lavorazioni in asepsi. Isolatori e contenimento.	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
18.	Proprietà fisiche di polveri	8	primo anno secondo anno terzo anno	La caratterizzazione granulometrica di un sistema particellare è comune a molte discipline in ambito chimico, tecnologico farmaceutico e dell'ingegneria chimica. In ambito farmaceutico essa risulta rilevante in tre momenti: studi di preformulazione,	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>processi produttivi, proprietà biofarmaceutiche della forma finita. Nel corso verranno trattate le proprietà fondamentali (dimensioni, forma e area superficiale) e derivate (di impaccamento e scorrimento) delle polveri e verranno descritti i relativi metodi di misura. La trattazione teorica degli argomenti verrà accompagnata dall'esame di idonei casi di studio.</i>				
19.	<i>Progettazione di farmaci</i>	16	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso intensivo di 2 giorni si propone di fornire nozioni introduttive sulla modellistica molecolare per la progettazione di farmaci (Computer Aided Drug Design – CADD). Verranno trattate le principali metodiche per la progettazione indiretta (studi QSAR, costruzione di modelli farmacoforici) e diretta (studi di docking, costruzione di modelli per omologia, virtual screening) di composti potenzialmente attivi. Verrà inoltre affrontato l'aspetto relativo alla predizione in silico delle proprietà ADMET. La trattazione teorica degli argomenti (2 CFU) verrà accompagnata da esercitazioni pratiche al calcolatore (2CFU).</i>	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
20.	<i>Controlli tecnologici di forme farmaceutiche semisolide</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso intende fornire competenze avanzate sui controlli tecnologici di formulazioni farmaceutiche semisolide. Particolare rilievo verrà riservato alla trattazione di misure reologiche di viscosità e viscoelasticità funzionali alla caratterizzazione e allo sviluppo formulativo dei sistemi considerati. Verranno inoltre esaminati test idonei a valutare le proprietà meccaniche e biofarmaceutiche delle preparazioni. La trattazione teorica degli argomenti verrà accompagnata dalla presentazione di casi di studio.</i>	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
21.	<i>Brevettistica</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Obiettivi: fornire una guida teorica e pratica per la brevettazione nel settore chimico, farmaceutico e biotecnologico e per il trasferimento tecnologico. Contenuti: Introduzione sulla tutela della proprietà intellettuale nella società moderna. Requisiti necessari per ottenere un brevetto. Valutazione dei limiti, dei costi e delle possibilità di successo nella brevettazione di una invenzione. Ricerca bibliografica di priorità di un brevetto e banche dati reperibili in rete. Norme e tempistica per la stesura, il deposito e la concessione di brevetti nazionali ed internazionali di nuove molecole, di nuove applicazioni di molecole note, di processi di sintesi e di produzione industriale. Direttiva europea sulla brevettazione di materiale biologico e procedimenti biotecnologici. Estensione, concessione, opposizione, violazione e difesa di brevetti secondo normativa italiana, europea, statunitense e PCT (Word Intellectual Property Organization). Analisi ed esempi pratici di alcune tipologie di brevetti. Trasferimento tecnologico: iniziative nazionali e internazionali per la promozione dell'imprenditorialità innovativa, per il sostegno della ricerca scientifica e tecnologica, per la diffusione delle tecnologie innovative e high-tech. Spin-off and start-up</i>	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	
22.	<i>Modelli sperimentali in biofarmaceutica</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Il corso intende fornire competenze avanzate sui modelli sperimentali maggiormente utilizzati per la caratterizzazione preclinica di sistemi di interesse farmaceutico ed in particolare sistemi nanoparticellari. Particolare rilievo verrà riservato alla trattazione dei modelli cellulari in vitro, inclusi i modelli 3D, evidenziando le peculiarità dei diversi distretti fisiologici (gastro-intestinale, cutaneo, oculare, buccale/gengivale, vaginale, nasale/polmonare, barriera ematoencefalica). Saranno trattati nel dettaglio i test di</i>	FARMACEUTICO INDUSTRIALE		SI	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>citotossicità/biocompatibilità, proliferazione cellulare e risposta immunitaria. La trattazione teorica degli argomenti verrà accompagnata dalla presentazione di casi di studio.</i>				
23.	<i>Simulazioni molecolari in chimica biologica</i>	24	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>L'obiettivo di questo corso è preparare gli studenti ad affrontare i problemi all'interfaccia tra la chimica e la biologia attraverso l'uso di metodi computazionali di simulazione. Il programma mira a fornire agli studenti la conoscenza di base delle principali strategie di chimica computazionale per l'analisi a livello atomico dei processi chimici complessi nei sistemi biologici. Inoltre, il corso mira a fornire una formazione mirata sugli approcci utilizzati per selezionare, progettare e ottimizzare nuove molecole come chemical tools e candidati farmaci. Particolare attenzione sarà data alla presentazione dei metodi computazionali in grado di catturare i determinanti chimici delle funzioni biologiche a diversi livelli di organizzazione, dalla scala atomica a quella molecolare e cellulare, e alla traduzione di queste informazioni in principi di progettazione molecolare. Durante il corso saranno discussi esempi specifici tratti dalla letteratura. A seconda del background degli studenti, per ciascuna tematica saranno brevemente introdotte o approfondite, per quanto serve, le necessarie conoscenze di base.</i>	<i>FARMACEUTICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	
24.	<i>Trasferimento di chiralità in sintesi organica</i>	6	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>a. Introduzione – Nomenclatura. Parte introduttiva in cui saranno richiamati i concetti e la terminologia base della stereochimica organica. b. Utilizzo di ausiliari chirali. Verranno presentati i principali ausiliari chirali (sia mono che bidentati) utilizzati in sintesi diastereoselettive focalizzando l'attenzione sui risultati ottenuti nelle cicloaddizioni di Diels-Alder. c. Catalisi asimmetrica in sintesi organica. Verranno illustrati e confrontati le principali tipologie di catalizzatori chirali apparsi in letteratura e il relativo utilizzo in una stessa reazione presa come benchmark di riferimento. d. Utilizzo di leganti chirali a struttura bis e tris(ossazolinica). Partendo dai diversi metodi di sintesi dei leganti chirali verranno presentati i diversi catalizzatori ottenibili con vari cationi, soprattutto nei casi in cui è disponibile la relativa struttura a raggi-X. Saranno discusse varie categorie di bis(ossazoline), con diversi spaziatori tra le due unità chirali, e tris(ossazoline) in diverse tipologie di sintesi asimmetrica. Laddove possibile, verrà discusso il ciclo catalitico e i diversi intermedi isolati in relazione al risultato stereochimico del processo enantioselettivo. e. Organocatalisi. Nell'ultima parte saranno illustrati i concetti base e le principali applicazioni sintetiche derivanti dall'introduzione di portatori di informazione chirale di natura organica e senza l'intervento di alcun catione metallico.</i>	<i>CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	
25.	<i>Inventare le batterie sostenibili del futuro</i>	8	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Lo scopo del corso è quello di presentare le tendenze di ricerca e sviluppo più attuali che puntano ad inventare le batterie del futuro, necessarie per raggiungere gli obiettivi previsti nel Green Deal Europeo, ovvero una società neutra dal punto di vista climatico entro il 2050. Nell'ottica di una definitiva transizione energetica, sia in caso di applicazioni stazionarie che di mobilità intelligente, le batterie a litio-metallo e litio-ione rappresentano una svolta oramai certa nella generazione e nell'uso dell'energia verde. Devono essere, però, soddisfatti simultaneamente dei requisiti molto stringenti, ovvero sostenibilità, sicurezza,</i>	<i>CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	

n.	Denominazione dell'insegnamento	Numero di ore totali sull'intero ciclo	Distribuzione durante il ciclo di dottorato (anni in cui l'insegnamento è attivo)	Descrizione del corso	Eventuale curriculum di riferimento	Per i dottorati nazionali: percorso formativo di elevata qualificazione	Verifica finale	Note
				<i>alte prestazioni funzionali, compatibilità con una economia circolare e pulita. Al fine di dare un adeguato inquadramento di come questi target possano essere raggiunti, il corso verrà suddiviso in una prima parte, che fornirà una breve panoramica sullo stato dell'arte delle batterie a base di litio, e una seconda, che viceversa prenderà in esame il nuovo approccio di chimica neutra riguardante l'intera catena di valore. In particolare: 1) la scoperta accelerata di nuovi materiali ottimizzati mediante strategia di intelligenza artificiale (AI); 2) l'integrazione di funzionalità chimiche intelligenti in modo da garantire elevate stabilità operativa e sicurezza (ad es. l'uso di gruppi funzionali con caratteristiche di sensing per le reazioni chimiche ed elettrochimiche o auto-riparanti in grado di rigenerare funzionalità perse durante l'operatività della batteria); 3) nuove tecnologie di produzione più sostenibili, digitalizzate e in un ottica di industria 4.0 (ad es. stampa 3D); 4) nuovi concetti di riciclo, recupero e rigenerazione dei materiali di partenza e delle componenti elettrodiche ed elettrolitiche</i>				
26.	<i>Nuove frontiere nella catalisi inorganica</i>	16	<i>primo anno secondo anno terzo anno</i>	<i>Illustrare le nuove tendenze in catalisi inorganica correlate a tecniche emergenti di microscopia e spettroscopia che consentono l'analisi ad alta risoluzione delle proprietà chimiche e fisiche di sistemi inorganici in-operando. Programma e contenuti: il corso parte da una panoramica sulle nuove tendenze in catalisi inorganica, presentando l'orizzonte di sviluppo delle tecniche convenzionali di microscopia e spettroscopia dei sistemi inorganici che hanno consentito lo studio dettagliato di reazioni chimiche e biochimiche a scala nanometrica, centrandosi su tre aree fondamentali: 1) Tecniche di microscopia elettronica in sistemi liquidi e gassosi per lo studio in-situ di reazioni chimiche (p.es. liquid-TEM, environmental SEM) 2) Tecniche basate su sistemi plasmonici per il sensing di reazioni catalitiche a livello di singola particella (p.es. indirect plasmonic sensing) 3) Tecniche di analisi spettroscopica correlata per lo studio di sistemi catalitici (p.es. TERS, TEM-EELS, field-flow-fractionation accoppiato a DLS e single-particle ICPMS) Per ognuna di queste tematiche vengono illustrate i metodi tipici per la fabbricazione di dispositivi e substrati compatibili con le specifiche tecniche d'analisi, ponendo particolare enfasi sulle tecniche accessibili ai dottorandi dell'Università di Pavia. Verranno discussi altresì i vantaggi e le limitazioni di ogni tecnica di analisi nel contesto della ricerca fondamentale di base e delle applicazioni industriali di questi metodi.</i>	<i>CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE</i>		<i>SI</i>	

Riepilogo automatico insegnamenti previsti nell'iter formativo

**Totale ore medie annue:** 134 (valore ottenuto dalla somma del Numero di ore totali sull'intero ciclo di tutti gli insegnamenti diviso la durata del corso)

Numero insegnamenti: 26

Di cui è prevista verifica finale: 26

**Altre attività didattiche (seminari, attività di laboratorio e di ricerca, formazione interdisciplinare, multidisciplinare e transdisciplinare)**

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
1.	<i>Seminari</i>	<i>Seminari tenuti dai dottorandi per la valutazione dell'attività di ricerca; poster presentati dai dottorandi (primo anno) per la valutazione dell'attività di ricerca; presentazione del progetto ad inizio ciclo</i>	<i>CHIMICO</i>

n.	Tipo di attività	Descrizione dell'attività (e delle modalità di accesso alle infrastrutture per i dottorati nazionali)	Eventuale curriculum di riferimento
			FARMACEUTICO INDUSTRIALE
2.	Seminari	La scuola di dottorato organizza con cadenza regolare seminari di scienziati riconosciuti a livello internazionale. Gli argomenti variano dalla presentazione della ricerca allo sviluppo di start-up, dalla scrittura di articoli alla presentazione di progetti per l'acquisizione di fondi. Gli studenti della scuola di dottorato sono tenuti a partecipare a questi seminari, che permettono di acquisire CFU	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE
3.	Seminari	Su indicazione del Collegio Docenti, gli Studenti sono tenuti a partecipare ad almeno un congresso/scuola/workshop per ogni anno accademico. L'attività di dissemination e networking, attraverso la presentazione dei propri risultati di ricerca in congressi nazionali ed internazionali è fortemente supportata dal collegio docenti.	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE
4.	Valorizzazione e disseminazione dei risultati, della proprietà intellettuale e dell'accesso aperto ai dati e ai prodotti della ricerca	Si prevede la frequenza obbligatoria di un corso trasversale SAFD, per un totale di 12 ore (pari a 3 CFU) liberamente collocabili dal dottorando nel corso del triennio. Sito web: <a href="http://phd.unipv.it/corsi-trasversali-per-dottorandi/">http://phd.unipv.it/corsi-trasversali-per-dottorandi/</a>	CHIMICO FARMACEUTICO INDUSTRIALE

## 5. Posti, borse e budget per la ricerca

### Posti, borse e budget per la ricerca

	Descrizione	Posti	
<b>A - Posti banditi (incluse le borse PNRR)</b>	1. Posti banditi con borsa	N. 14	
	2. Posti coperti da assegni di ricerca		
	3. Posti coperti da contratti di apprendistato		
	<b>Sub totale posti finanziati (A1+A2+A3)</b>	<b>N. 14</b>	
	4. Eventuali posti senza borsa		
<b>B - Posti con borsa riservati a laureati in università estere</b>			
<b>C - Posti riservati a borsisti di Stati esteri</b>			
<b>D - Posti riservati a borsisti in specifici programmi di mobilità internazionale</b>			
<b>E - Nel caso di dottorato industriale, posti riservati a dipendenti delle imprese o a dipendenti degli enti convenzionati impegnati in attività di elevata qualificazione (con mantenimento dello stipendio)</b>			
<b>F - Posti senza borsa riservati a laureati in Università estere</b>			
<b>(G) TOTALE = A + B + C + D + E + F</b>		<b>N. 14</b>	
<b>(H) DI CUI CON BORSA = TOTALE - A4 - F</b>		<b>N. 14</b>	
<b>Importo di ogni posto con borsa</b> (importo annuale al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(1) Euro: 16.243,00	Totale Euro: (1) x (H-D) x n. anni del corso	€ 682.206
<b>Budget pro-capite annuo per ogni posto con e senza borsa per attività di ricerca in Italia e all'Estero coerenti con il progetto di ricerca</b>  (in termini % rispetto al valore annuale della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(min 10% importo borsa; min 20% per dottorati nazionali): %10,00  (2) Euro: 1.624,3	Totale Euro: (2) x (G-D) x n. anni del corso	€ 68.220,6
<b>Importo aggiuntivo per mese di soggiorno di ricerca all'estero per ogni posto con e senza borsa</b> (in termini % rispetto al valore mensile della borsa al lordo degli oneri previdenziali a carico del percipiente)	(MIN 50% importo borsa mensile): %50,00  Mesi (max 12, ovvero 18 per i dottorati co-tutela o con università estere): 12,00  (3) Euro: 8.121,5	Totale Euro: (3)x(G-D)	€ 113.701
<b>BUDGET complessivo del corso di dottorato</b>			<b>€ 864.127,6</b>

(2): (importo borsa annuale \* % importo borsa mensile)

(3): (% importo borsa mensile \* (importo borsa annuale/12) \* mesi estero)

### Fonti di copertura del budget del corso di dottorato (incluse le borse).

FONTE	Importo (€)	% Copertura	Descrizione Tipologia (max 200 caratteri)
Fondi ateneo (in caso di forma associata il capofila)	421.442,52	48.77	Fondi destinati da Bilancio di Ateneo a borse di dottorato, alla copertura del 10%. Centro Ricerca di Ateneo: Dip. di Ing. Industriale e dell'Informazione
Fondi MUR	320.961,68	37.14	Finanziamenti ministeriali per le borse di dottorato, nonché per la quota 10% di cui al DM 226/2021
di cui eventuali fondi PNRR	180.000,00		Finanziamento n. 2 borse DM 118 Cofinanziamento n. 2 borse DM 117
Fondi di altri Ministeri o altri soggetti pubblici/privati	121.723,40	14.09	Finanziamento n.1 borsa di dottorato Banca Intesa - progetto Facing Global Challenges e 2 borse cofinanziamenti DM 117
di cui eventuali fondi PNRR			
Fondi da bandi competitivi a livello nazionale o internazionale		0	
Finanziamenti degli altri soggetti che partecipano alla convenzione/consorzio (nel caso di dottorati in forma associata)		0	
Altro		0	
Totale	864127.6		

### Soggiorni di ricerca

		Periodo medio previsto (in mesi per studente):	periodo minimo previsto (facoltativo)	periodo massimo previsto (facoltativo)
Soggiorni di ricerca (ITALIA - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6		
Soggiorni di ricerca (ESTERO nell'ambito delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6		
Soggiorni di ricerca (ESTERO - al di fuori delle istituzioni coinvolte)	SI	mesi 6		

### Note

(MAX 1.000 caratteri):

Il collegio dei docenti dispone che tutti i dottorandi non vincitori di borsa di studio al momento del concorso siano comunque pagati con borse finanziate da ditte o fondi di ricerca nazionali e/o internazionali. Nei quattro cicli (dal 29° al 32°) del dottorato, da cui la presente proposta trae origine, sono stati assegnati 60 posti di cui: 29 con borse di Ateneo/MIUR, 10 con borse tematiche finanziate da Istituti di ricerca, 2 coperti da borse INPS, 4 riservati a dipendenti di imprese (PhD executive), 1 coperto da borsa di studio in apprendistato, 1 coperto da borsa del programma di mobilità internazionale INTEGRATE, 13 senza borsa, pagati con contratti. Nel 33° e 34° ciclo sono stati assegnati 43 posti: 19 borse MIUR/ATENEO, 15 borse tematiche, 7 senza borsa (pagati con contratti), 2 PhD executive. Nel 35° ciclo sono stati attivate 14 posizioni (6 ateneo, 8 finanziati esternamente) e nel 36° 27 posizioni (6 ateneo, 21 finanziamenti esterni)

### 6. Strutture operative e scientifiche

#### Strutture operative e scientifiche

Tipologia	Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)	
Attrezzature e/o Laboratori	I Dipartimenti proponenti, Chimica e Scienze del Farmaco, dispongono nei loro laboratori e nel Centro Grandi Strumenti dell'Ateneo Pavese, di attrezzature all'avanguardia per la ricerca nell'ambito della chimica, chimica-farmaceutica e tecnologia farmaceutica. Queste comprendono tutta la strumentazione per la sperimentazione riportate dettagliatamente nelle Note.	
Patrimonio librario	consistenza in volumi e copertura delle tematiche del corso	La Biblioteca di Chimica e la "Sezione Farmaceutica" della Biblioteca delle Scienze presso il Dipartimento di Scienze del Farmaco, dispongono di abbonamenti alle più importanti riviste e monografie in campo chimico e farmaceutico. La consultazione può avvenire on line attraverso il sistema bibliotecario d'Ateneo ( <a href="http://biblioteche.unipv.it">http://biblioteche.unipv.it</a> ) che dispone di 1.500.000 documenti tra i quali 1576 riviste digitali per discipline in ambito Chimico ( <a href="http://sfx.cilea.it:9003/unipv/az/unipv">http://sfx.cilea.it:9003/unipv/az/unipv</a> )
	abbonamenti a riviste (numero, annate possedute, copertura della tematiche del corso)	Il catalogo Unico pavese (OPAC) offre l'accesso on line a 1576 riviste digitali per discipline caratterizzanti i curricula, attraverso il link ( <a href="http://sfx.cilea.it:9003/unipv/az/unipv">http://sfx.cilea.it:9003/unipv/az/unipv</a> ). In maggiore dettaglio le riviste sono distribuite nei seguenti ambiti: 107 Chimico analitico, 93 Chimico-Fisico, 54 Chimico Inorganico, 82 Chimico Organico, 21 Sintesi, 38 Chimico Ambientale, 52 Chimica Applicata, 512 Biochimico, 47 Chimico Farmaceutico.
E-resources	Banche dati (accesso al contenuto di insiemi di riviste e/o collane editoriali)	Scifinder ( <a href="https://sso.cas.org/">https://sso.cas.org/</a> ), Reaxys ( <a href="https://www.reaxys.com">https://www.reaxys.com</a> )
	Software specificatamente attinenti	Mathematica; Matlab

Tipologia	Descrizione sintetica (max 500 caratteri per ogni descrizione)
ai settori di ricerca previsti	
Spazi e risorse per i dottorandi e per il calcolo elettronico	CLUSTER di HPC EOS appartenente a UNIPV; Cluster CPU del dipartimento chimica; Cluster GPU del dipartimento chimica
Altro	Accesso a NMR dipartimentali e di Ateneo; Accesso al Centro Grandi Strumenti con facilities avanzate a disposizione dei gruppi di ricerca ( <a href="https://cgs.unipv.it">https://cgs.unipv.it</a> )

**Note**

(MAX 1.000 caratteri):

Apparecchiature per l'allestimento di: forme solide e liquide a dose singola, sistemi micro e nano particellari e loro caratterizzazione chimica e biofarmaceutica. Sistemi PVD per la deposizione di film sottili. Sintetizzatori (sintesi parallela, MW), spettrofotometri FTIR, UV, 2 NMR 400 (anche per stato solido) e 1 300 MHz, ESR pulsato, cromatografi, LC-MS, flash-photolysis laser, diffrattometro X, SEM, analisi termica, fluorimetri, dynamic light scattering, angolo di contatto, assorbimento atomico, stopped flow, potenziostati/galvanostati, sistemi per test di batterie e celle a combustibile. Logistica residenziale per i dottorandi: <http://www.unipv.eu/site/home/naviga-per/studenti/campus-e-collegi.html>

**7. Requisiti e modalità di ammissione****Requisiti richiesti per l'ammissione**

Tutte le lauree magistrali: *SI, Tutte*

se non tutte, indicare quali:

Altri requisiti per studenti stranieri: (max 500 caratteri):  
*Il titolo accademico conseguito all'estero deve essere dichiarato equipollente a un titolo italiano idoneo all'ammissione al corso di dottorato. L'equipollenza viene stabilita dal Collegio dei Docenti*

Eventuali note

**Modalità di ammissione**

Modalità di ammissione

- Titoli
- Prova scritta
- Prova orale
- Lingua

Per i laureati all'estero la modalità di ammissione è diversa da quella dei candidati laureati in Italia?

NO

se SI specificare:

**Attività dei dottorandi**

È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di tutorato	SI	
È previsto che i dottorandi possano svolgere attività di didattica integrativa	SI	Ore previste: 40
È previsto che i dottorandi svolgano attività di terza missione?	SI	Ore previste: 10

**Note**

Chiusura proposta e trasmissione: 05/06/2023