

Didattica di **TECNOLOGIE CHIMICHE INDUSTRIALI**

PRINCIPI DI AUTOMAZIONE E DI ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

Classe 4°CHIMICA ITI - versione #B2 – Prof.A.Tonini – www.andytonini.com

FINALITA'

Le finalità specifiche dell'insegnamento di Tecnologie chimiche industriali, Principi di Automazione e Organizzazione industriale sono:

- la **formazione culturale** relativa agli aspetti di processo, impiantistici ed ecologici connessi alla produzione su scala industriale dei composti chimici;
- l'acquisizione di **competenze** necessarie per risolvere problemi di natura chimica nell'ambito di qualsiasi attività produttiva o di servizi;
- l'acquisizione di **capacità** operative che consentano ai giovani diplomati di collaborare responsabilmente alla conduzione di impianti di produzione;
- la formazione **di base** per accedere a corsi di perfezionamento professionale o universitari.

OBIETTIVI

Al termine del corso, l'allievo dovrà dimostrare di essere in grado di:

- potersi inserire con adeguate competenze nell'industria chimica e operare con diversi gradi di responsabilità nell'ambito della produzione fornendo corretti elementi di valutazione relativamente agli aspetti chimici, chimico fisici, economici ed impiantistici di un processo chimico;
- interpretare e realizzare lo schema di un processo chimico valutando l'efficacia di un sistema di regolazioni automatiche;
- partecipare a lavori d'équipe nella progettazione di apparecchiature industriali;
- comunicare, con proprietà di linguaggio tecnico, con gli specialisti di informatica e di automazione;
- utilizzare autonomamente strumenti informatici e software applicativo operando con strumenti di acquisizione ed elaborazione dati.

CONTENUTI:

CLASSE QUARTA

1. Il calore nelle tecnologie chimiche industriali:
caratteristiche e tipi di scambio termico: conduzione a parete semplice e multipla, convezione naturale e forzata, coefficienti di scambio e coefficiente globale, DTML, equi e controcorrente, equazioni di bilancio di scambio termico. Apparecchiature varie, apparecchi a fascio tubiero uno e più passaggi, a testa fissa flottante, ad "U", a piastre, a tubo in tubo, condensatori a superficie e a miscela, ribollitori kettle e altri.
Dimensionamento regolazione e verifica delle apparecchiature industriali più comuni.
Irraggiamento. Isolamento termico. Il recupero di calore nei processi industriali.
2. I combustibili di uso industriale. Cenni sulla ricerca e produzione di tali combustibili: principali requisiti loro richiesti. Potere calorifico superiore ed inferiore. Recupero di calore dai gas combusti.
3. Separazioni gas-gas e gas-solido.
Problemi di trattamento delle emissioni gassose e depurazione dei fumi.
4. Evaporazione e concentrazione: aspetti generali, tipi di evaporatori. Temperatura di ebollizione per le soluzioni, soluzioni ideali e soluzioni reali. Diagramma di Dühring: validità e limiti di applicazione nello studio del comportamento delle soluzioni. Diagramma entalpia concentrazione. Evaporatori a multiplo effetto in equi e controcorrente. Bilanci e dimensionamento degli evaporatori e controlli negli evaporatori. Evaporazione per termocompressione del vapore. Apparecchiature usate negli impianti di evaporazione: concentratori a fascio tubiero verticale corto, lungo, Kestner, a film sottile, apparecchi impiegati nell'industria anche alimentare. Apparecchiature ausiliarie negli impianti di evaporazione (eiettori, pompe ad anello liquido, scaricatori di condensa, ecc.)
5. L'operazione di cristallizzazione: bilancio di materia e di calore, calcoli di massima relativi a tale operazione.
6. Igommetria e Essiccamento:
Miscele aria-vapor d'acqua. Umidità assoluta e relativa - Temperatura di bulbo umido bulbo secco e rugiada - Diagramma igrometrico e suo impiego nei calcoli delle operazioni di essiccamento, volumi e calori specifici. Raffreddamento adiabatico, diagramma igrometrico, di Asharae. Principi metodi e mezzi per avere aria essiccata, bilanci di materia e di energia in un essiccatore; tipi di essiccatori: a camera, a tunnel, a tamburo rotante, spray dryer, a cilindri; cenni sulla liofilizzazione, controlli negli essiccatori.

7. Termodinamica chimica:
generalità, trasformazioni termodinamiche: isobara, isoterma, adiabatica; principi della termodinamica, cicli termodinamici, ciclo di Carnot, Entropia ed energia Gibbs. Termochimica.
8. Cinetica. Catalisi omogenea ed eterogenea. L'impiego di reattori discontinui, continui e semicontinui.
9. Esempi di processi industriali e stesura di semplici schemi di processo relativi alle Operazioni Unitarie ed ai processi chimici prescelti:
industria dell'azoto: ammoniaca, produzione di N_2-H_2 grezzo di sintesi, puro di sintesi N_2H_2 , NH_3 , schemi di impianto: produzione d'ammoniaca; produzione acido nitrico (vari schemi).
ALTRI PROCESSI: Sintesi del metanolo. Produzione dell'acido solforico. Produzione del saccarosio. Industria Cloro Soda e concentrazione dell'idrossido di sodio.
10. Principi di economia e legislazione industriale. Esempi di applicazione dei criteri economici per ottimizzare il dimensionamento delle apparecchiature industriali.
Sicurezza – Percezione del rischio e prevenzione infortuni in particolare per il settore chimico.
11. L'automazione: regolazione di un impianto reale e simulazione al calcolatore di un sistema automatizzato. Sistemi di regolazione ad anello aperto, ad anello chiuso ed in cascata. Circuiti tipici per la regolazione delle grandezze fisiche più comuni (temperatura, pressione, portata, pH). Il concetto di simulazione di un processo mediante elaboratore. Esempi significativi di automazione di processi industriali.
12. Norme di disegno UNICHIM
13. ARGOMENTI CONSIGLIATI:
Materie plastiche e polimeri [vedi anche classe 3° e 5°].
Impianti di depurazione reflui civili e industriali [vedi anche classe 5°]
La generazione e la distribuzione del vapor d'acqua negli impianti industriali. Significato ed applicazioni del diagramma di Mollier (Entropia/Entalpia). Impiego del vapor d'acqua come fluido trasportatore di calore. Cenni ai fluidi alternativi al vapor d'acqua nel trasporto di calore (oli minerali, Dowtherm, sali fusi, metalli liquidi, ecc.). Compressione e compressori.
La generazione delle basse temperature. Ciclo frigorifero ideale e reale. Fluidi frigoriferi.
Principio di funzionamento della pompa di calore.

Laboratorio

- Esperienze sulla regolazione automatica dello scambio termico e simulazioni al PC;
- Esercitazioni su modelli reali di scambiatori ed evaporatori ed eventuali simulazioni su computer o PLC.
- Uso ed eventuale realizzazione di software specifico relativo allo scambio termico ed all'evaporazione.

VERIFICA E VALUTAZIONE

Premessa

Il processo di apprendimento/insegnamento muove da certe condizioni iniziali per giungere a condizioni finali diverse, rispondenti agli obiettivi prefissati. Il giudizio finale (valutazione) richiesto all'insegnante sarà motivato e fondato se si riuscirà a definire chiaramente ed esplicitamente le condizioni di partenza, le condizioni finali e si riuscirà a controllare razionalmente (verifica), con continuità, il processo di avanzamento degli allievi verso gli obiettivi terminali.

I problemi della verifica e della valutazione si presentano con alcune caratteristiche generali valide per tutti i curricoli e con caratteristiche specifiche per ciascuno di essi. Per quanto riguarda gli aspetti generali i sistemi di verifica dovranno:

- fondarsi su prove razionalmente impostate, opportunamente analizzate e rivolte sia all'acquisizione di elementi informativi sull'andamento dello sviluppo del curricolo (prove formative), sia alla formulazione di giudizi o voti relativi al livello di apprendimento degli allievi (prove sommative);
- permettere di sgombrare il terreno dei rapporti docente/allievo da elementi di soggettività e quindi di potenziale conflittualità che incidano sulla qualità stessa del lavoro scolastico;
- rendere possibile la destinazione alle verifiche di un tempo-scuola indicativamente non superiore al 30%.

1. Prove di verifica: tipi, quantità e scansione

Poiché le prove di verifica hanno per oggetto il livello di conseguimento degli obiettivi specifici disciplinari, la loro tipologia è funzione del tipo di obiettivi suddetti.

Gli obiettivi specifici del curriculum chimico si rivolgono essenzialmente ad attività logico-formali connesse all'espressione verbale o scritta, ad attività connesse alla risoluzione di problemi ed alle attività pratiche di laboratorio.

Le prove necessarie a verificare i suddetti obiettivi saranno perciò di tre tipi: orali, scritte e pratiche. Il colloquio è insostituibile poiché è necessario che l'allievo impari ad esprimersi sinteticamente impiegando un corretto linguaggio chimico in situazioni diverse. Il docente deve essere però consapevole che tale tipo di verifica implica un giudizio molto complesso e di carattere fondamentalmente soggettivo per cui essa non può rappresentare l'unico elemento su cui poggiare la verifica.

Le prove scritte possono avere tutti i requisiti necessari (validità, attendibilità, confrontabilità) per una verifica razionale e rappresentano, perciò, le prove più adatte su cui fondare la verifica. Sarà opportuno che l'insegnante ricorra a test oggettivi solo per verifiche di ingresso o per verifiche in itinere di tipo formativo; per le verifiche di tipo sommativo non appare opportuno privilegiare l'impiego di test, ma sarà necessario ricorrere ad impostazioni particolari e a metodi di analisi razionali ampiamente sperimentati.

La verifica dell'attività di laboratorio è importante per tutte le discipline chimiche.

La verifica riguarda sia l'apprendimento sia i comportamenti in laboratorio (dominio delle tecniche di lavoro, dominio delle problematiche sui rischi, disponibilità e partecipazione ai lavori di gruppo). Attraverso le attività di laboratorio gli studenti imparano ad esercitare quelle "abilità procedurali" attraverso cui si forma la "mentalità operativa" propria del settore. Questa, anche se limitata ad un grado intermedio di professionalità, deve permettere allo studente di affrontare problemi, opportunamente graduati, in modo completo.

Ne consegue che la valutazione della professionalità di base in ambito chimico si atterrà, oltre che ai criteri generali espressi in premessa, alle risultanze delle verifiche circa le attività di laboratorio, tenendo conto dei livelli raggiunti nelle varie fasi procedurali che costituiscono tali attività: impostazione, esecuzione, interpretazione dei risultati.

La verifica dell'apprendimento sarà quindi finalizzata alla "misurazione" delle abilità procedurali conseguite.

Il criterio generale di valutazione privilegerà l'acquisizione di tale abilità ed il controllo del processo da parte dello studente, piuttosto che il risultato finale.

Per quanto riguarda la fase di impostazione, la verifica potrà riguardare ad esempio:

- la validità e la pertinenza degli obiettivi individuati;
- l'impostazione dello schema di processo e la congruenza delle varie fasi tra loro;
- l'adeguata previsione dei tempi di lavoro e la predisposizione dei materiali e della strumentazione idonea.

Nella fase di esecuzione potranno essere oggetto di verifica ad esempio:

- la capacità di effettuare nella corretta sequenza le operazioni manuali e/o strumentali previste dallo schema di lavoro;
- la capacità di effettuare scelte adeguate alle procedure utilizzate;
- la capacità di collocare gli imprevisti di lavoro nella problematica connessa allo schema di processo.

Nella fase di interpretazione la verifica potrà infine riguardare:

- la capacità di elaborare i dati ottenuti;
- la capacità di utilizzare adeguati modelli interpretativi relativi alla tecnica prescelta o al valore del risultato ottenuto;
- la capacità di analisi critica delle singole fasi del processo rispetto a quanto previsto dallo schema operativo di impostazione.

Per effettuare queste verifiche il docente potrà avvalersi di griglie di osservazione che gli consentano di rilevare i comportamenti degli studenti nelle varie fasi di lavoro e le loro reazioni di fronte ad eventuali imprevisti. Possono anche essere utili relazioni prestrutturate in rapporto alle quali il docente può facilmente cogliere la capacità dell'allievo di fare osservazioni sul lavoro effettuato e le procedure seguite.

La necessità di pervenire a modalità di verifica unitarie e l'esigenza di conferire maggior rigore alla verifica dell'apprendimento, suggeriscono di ricorrere a tutti e tre i tipi di prove, sia pure attribuendo a ciascuno di essi un "peso" relativo e differenziato, in ragione delle diverse finalità di ciascun insegnamento.

2. Modalità della valutazione complessiva periodica e finale

La valutazione che si esprime al termine di segmenti significativi di curriculum non è un processo discontinuo, né emerge automaticamente dai risultati delle verifiche, ma viene costruendosi in modo

processuale e trae origine dall'interazione tra i suddetti risultati e altre variabili significative relative agli allievi e altre ancora riconducibili all'ambiente scolastico ed extrascolastico.

Accanto alla qualità e al livello dell'apprendimento, si possono considerare l'atteggiamento dell'allievo nei confronti del lavoro didattico (attenzione alle lezioni, impegno e puntualità nel lavoro, contributo personale alle attività di classe), la frequenza alle attività scolastiche, i progressi registrati rispetto a condizioni precedenti, ecc.

La valutazione si traduce in un giudizio motivato e razionalmente fondato che si basa sulla raccolta del maggior numero di elementi effettuata all'inizio, durante e al termine del processo di apprendimento e si basa sui risultati ottenuti dalla somministrazione di prove razionali opportunamente elaborate.

INDICAZIONI DIDATTICHE GENERALI -

Il programma di Tecnologie chimiche industriali, Principi di automazione e Organizzazione industriale raccoglie in sé ed unifica in un solo insegnamento argomenti basilari tradizionalmente riservati alle discipline "Impianti chimici" e "Chimica Industriale" e al contempo si arricchisce dei contenuti e dei principi teorici di automazione.

Il corso risulta profondamente rinnovato in quanto:

- inizia fin dal terzo anno con gli argomenti relativi alle automazioni ed alle applicazioni dell'informatica;
- introduce la pratica triennale di laboratorio, finora assente nei programmi tradizionali;
- consente una nuova strutturazione e distribuzione degli argomenti nell'arco del triennio.

L'unificazione di Impianti Chimici e di Chimica Industriale in un unico insegnamento intende, per un verso favorire un approccio metodologico moderno alla Chimica Industriale (abbandonando il nozionismo puramente descrittivo che sovente, in passato, ha caratterizzato tale disciplina) e per un altro superare l'artificiosa suddivisione tra produzioni della Chimica Organica ed Inorganica.

La Chimica Industriale rimane, con i temi che l'insegnante riterrà opportuno e doveroso trattare, parte integrante della formazione degli allievi, senza avere più la struttura di "blocco" monolitico e sistematico decisamente impegnativo se indirizzato ad una trattazione minuziosa di un gran numero di argomenti.

Si ritiene fondamentale, invece, che una corretta formazione del Perito del settore chimico debba basarsi sull'inquadramento dei vari processi nell'ottica delle Operazioni Unitarie (Principi di Ingegneria Chimica) che li caratterizzano e su una discussione sufficientemente approfondita degli aspetti termodinamici, cinetici, reattoristici ed impiantistici del processo in esame.

Sarà certamente di grande valore formativo la trattazione dei temi della Chimica industriale in un'ottica "storica" che evidenzia l'evoluzione dei processi: il docente potrà mettere in luce i progressi compiuti nel corso degli anni dal punto di vista delle materie prime utilizzate, delle Operazioni Unitarie impiegate, degli eventuali sottoprodotti ottenuti ed infine degli aspetti energetici ed ecologici.

Tenendo presente che le conoscenze (Know-how) relative ai particolari tecnologici dei processi chimici più recenti e realizzati dalla maggior parte delle industrie non sono liberamente accessibili, in quanto protette dal riserbo dei brevetti, il docente rinuncerà al proposito di fornire dettagliate e precise descrizioni di ogni singola produzione. Occorre infatti accettare l'idea che la preparazione del diplomato sia, in confronto con il passato, meno ricca di "informazione" ma più approfondita come "formazione".

La complessità degli argomenti relativi alle Operazioni Unitarie, anche in relazione alla giovane età degli allievi, fa ritenere raccomandabile che la loro trattazione si limiti solo allo studio dello stato stazionario.

La trattazione degli argomenti relativi all'Automazione non contraddice questa raccomandazione. Essa va infatti vista come lo studio del mezzo idoneo per mantenere o ripristinare lo stato stazionario in un impianto chimico, alterato da variazioni nelle composizioni dei reagenti o per raggiungere nuove condizioni operative al fine di mutare le caratteristiche dei prodotti.

La inderogabile esigenza di salvaguardare l'ambiente rende necessaria la trattazione della possibile prevenzione e dei rimedi da adottare per minimizzare i danni eventualmente causati da un processo industriale. E' bene che il docente favorisca nei giovani allievi lo sviluppo di quella cultura ecologica che costituisce già oggi uno dei tratti caratteristici della professionalità chimica di base.

Occorre inoltre che i docenti forniscano agli allievi gli strumenti conoscitivi di base circa il problema della incolumità sul posto di lavoro ed i temi fondamentali della prevenzione infortuni, unitamente ai primi rudimenti di pronto soccorso.

La trattazione di argomenti relativi all'organizzazione aziendale, pur non volendo costituire un corso approfondito di economia aziendale e marketing, si prefigge di sensibilizzare gli allievi alla valutazione delle scelte ottimali nel campo del dimensionamento delle apparecchiature, della scelta del processo

ritenuto più conveniente (anche in relazione alla disponibilità di materie prime), degli aspetti ecologici, del risparmio energetico e dell'eventuale utilizzo di sottoprodotti.

L'indicazione degli argomenti previsti dal programma deve essere intesa dal docente come una guida alla scelta dei temi di fondamentale importanza e non deve essere considerata vincolante soprattutto per quel che concerne la successione cronologica degli argomenti.

Al docente è data libertà di scelta tra il procedere alla descrizione di un processo industriale e far discendere da questa la trattazione delle Operazioni Unitarie, oppure trattare prima tali Operazioni e illustrare in seguito le applicazioni ai più importanti processi industriali.

La prima via indicata potrebbe rivelarsi utile, nel terzo anno, per un proficuo approccio degli allievi a concetti del tutto nuovi.

Dal punto di vista didattico è importante che il corso venga suddiviso in sequenze e programmato assieme ai docenti delle altre discipline (in particolare Matematica, Chimica fisica, Chimica organica, Chimica delle fermentazioni ed Analisi chimica). Questa è la ragione per cui nel programma non appaiono argomenti i cui principi fondamentali ricadono nelle competenze specifiche delle discipline summenzionate.

Ciò al fine anche di evitare inutili sovrapposizioni e "doppioni". I medesimi argomenti trattati in tempi diversi e da docenti diversi spesso confondono gli allievi più che portare loro dei vantaggi.

E' ad esempio il caso dei concetti inerenti la termodinamica, la cinetica delle reazioni e l'equilibrio chimico. Essi dovrebbero essere applicati e discussi nella trattazione dei processi chimici solo dopo che i contenuti di base fossero stati trattati in Chimica fisica.

Il docente dovrebbe tenere presente che l'attività di laboratorio, che si avvale sia del metodo deduttivo che induttivo, ha lo scopo di realizzare esperienze pratiche su impianti pilota computerizzati e la simulazione su apparecchiature programmabili, quali computer o PLC (Programmable Logic Controller), delle operazioni unitarie fondamentali e delle automazioni.

In laboratorio il docente dovrebbe portare gli allievi a riflettere sui risultati ottenuti, verificarne la coerenza con le teorie proposte nello studio delle operazioni unitarie e delle automazioni.

In particolare la fase di interpretazione dati è importante quando essi si discostano dalle aspettative fondate sulle teorie: ciò allo scopo di acuire lo spirito critico degli allievi ed incoraggiare il loro interesse per la ricerca.

E' consigliabile che il docente proponga lo studio di un linguaggio di programmazione evoluto (Basic, Pascal, ecc...), così da promuovere l'acquisizione di una metodologia di rigorosa strutturazione logica nella impostazione e nella soluzione di ogni tipo di problema in qualsiasi campo di applicazione. Le esercitazioni pratiche di programmazione dovrebbero essere improntate alla enucleazione degli aspetti logico-formali piuttosto che ambire alla realizzazione di programmi dotati di caratteristiche professionali.