



Ministero dell'Istruzione e del Merito  
ISTITUTO DI ISTRUZIONE SUPERIORE "J. TORRIANI" - ISTITUTO TECNICO - LICEO SCIENTIFICO  
Via Seminario, 17/19 - 26100 CREMONA - Tel. 0372 28380  
ISTITUTO PROFESSIONALE – Sezione associata "ALA PONZONE CIMINO"  
Via Gerolamo da Cremona, 23 - 26100 CREMONA - Tel. 0372 35179  
E-mail: [cris004006@pec.istruzione.it](mailto:cris004006@pec.istruzione.it), [cris004006@istruzione.it](mailto:cris004006@istruzione.it) - [www.iistorriani.it](http://www.iistorriani.it)  
C.F.: 80003100197 – Cod. Mecc.CRIS004006 - Sistema Certificato ISO 9001:2015 CSQA n. IT-144594-83471

## **PROGRAMMA SVOLTO**

### **A.S. 2023/2024**

<b>DOCENTI:</b>	<b>Eletta Censi – Mauro Conca</b>
<b>DISCIPLINA:</b>	<b>Tecnologie Chimiche Industriali</b>
<b>CLASSE:</b>	<b>4AMAT</b>

**Per ogni Modulo svolto vengono indicati i relativi contenuti affrontati.**

<b>MODULO</b>	<b>CONTENUTI</b>
<b>Bilanci di materia ed energia</b>	Bilanci di materia in regime stazionario. Bilanci parziali in sistemi con più componenti. Contenuti termici di liquidi e vapori. Calcolo del calore specifico medio ponderato nelle soluzioni. Bilanci di energia: equazione di bilancio complessiva
<b>Primo principio della termodinamica</b>	Definizioni e concetti fondamentali, calore e lavoro; sistema; contorno ed ambiente. Sistemi aperti, chiusi, isolati, adiabatici; variabili di stato, equazioni di stato. Funzioni di stato. Trasformazioni aperte e trasformazioni chiuse. Convenzione dei segni, criterio misto. Equivalenza tra calore e lavoro. Energia interna, enunciato del primo principio. Calore e lavoro non sono in genere funzioni di stato. Processi reversibili ed irreversibili. Calcolo infinitesimale. Calcolo del lavoro e del calore scambiato dal gas perfetto nelle trasformazioni isobare, isocore, isoterme, adiabatiche, cicliche. Diagrammi relativi. Calcolo del lavoro scambiato dal gas perfetto in una trasformazione irreversibile. Lavoro massimo. Espansione reversibile ed irreversibile gas perfetto. Calori specifici a volume ed a pressione costante. Entalpia come funzione di stato termodinamico.

<b>MODULO</b>	<b>CONTENUTI</b>
<b>Trasferimento di calore</b>	<p>Equazioni di trasferimento.  Trasferimento di calore per conduzione, equazione di Fourier per le pareti piane.  Interpretazione particellare della conduzione, conducibilità dei materiali.  Equazione di Fourier per le superfici piane composte e per le superfici cilindriche, resistenze al trasferimento di calore.  Convezione: coefficiente di pellicola, coefficienti di pellicola in alcuni casi particolari.  Irraggiamento: onde elettromagnetiche.  Emissione ed assorbimento da un corpo nero.  Emissione ed assorbimento da un corpo grigio, legge di Stefan-Boltzmann.  Equazione di trasferimento per l'irraggiamento.  Applicazione delle equazioni di bilancio e trasferimento.  Isolamento termico.</p>
<b>Apparecchiature per lo scambio termico</b>	<p>Scambiatori di calore a doppio tubo in equi- e controcorrente.  Equazione di trasferimento globale e differenza di temperatura media logaritmica.  Fattori di sporcamento.  Equazioni di bilancio e calcoli di dimensionamento degli scambiatori.  Scambiatori a fascio tubiero.  Altri tipi di scambiatori: a piastre, refrigeranti a pioggia.  Condensatori e ribollitori.  Il controllo della temperatura negli scambiatori.  Trasferimento dell'energia termica tramite il vapore.</p>
<b>Fondamenti chimico-fisici delle operazioni unitarie: diagrammi di fase</b>	<p>Diagramma di fase delle sostanze pure. Regola delle fasi di Gibbs.  Evaporazione ed ebollizione di sostanze pure, la tensione di vapore.  Equilibrio liquido-vapore nelle soluzioni ideali, legge di Raoult.  Abbassamento della tensione di vapore in soluzioni di soluti non volatili.  Proprietà colligative.</p>
<b>Evaporazione e concentrazione</b>	<p>Aspetti generali della concentrazione.  Impianti di evaporazione a singolo effetto.  Bilanci di materia all'evaporatore. Bilanci di energia.  Equazione di trasferimento.  Bilancio di energia al condensatore barometrico.  Influenza delle variabili di processo nella progettazione e nella gestione degli impianti di evaporazione. Conduzione ed economia negli evaporatori.  Impianti di evaporazione a multiplo effetto.  Bilanci e dimensionamento degli evaporatori a multiplo effetto in equi- e controcorrente. Bilanci al condensatore barometrico.  Evaporazione per ricompressione meccanica del vapore.  Economia degli evaporatori.  Caratteristiche e classificazione degli evaporatori.</p>

<b>MODULO</b>	<b>CONTENUTI</b>
	Apparecchiature ausiliarie. Schemi di controllo negli impianti di evaporazione.
<b>Secondo e terzo principio della termodinamica.</b>	Enunciati del secondo principio. Macchine termiche motrici, rendimento. Frigoriferi e pompe di calore, coefficienti di prestazione. Ciclo di Carnot, teorema di Carnot, rendimento delle macchine irreversibili. Uguaglianza di Clausius. Entropia. Variazioni di entropia nelle trasformazioni tipiche dei gas ideali, nelle trasformazioni cicliche e nelle transizioni di fase. Calcolo della variazione di entropia in una trasformazione generica. Variazione entropia nei processi irreversibili. Principio di accrescimento dell'entropia. Terzo principio della Termodinamica.
<b>Energia libera ed equilibrio.</b>	Energia libera di Gibbs, lavoro utile. Relazione tra energia libera, entalpia ed entropia in una reazione. Calcolo della variazione di energia libera in una reazione: stato standard di riferimento. Diagrammi T/DG° Derivazione termodinamica dell'equilibrio. Equazione di Van't Hoff, quoziente di reazione, Kp.
<b>Essiccamento</b>	Generalità ed ambiti applicativi. Psicrometria: umidità assoluta, a saturazione, relativa. Parametri termodinamici dell'aria umida: entalpia, temperature a bulbo secco ed a bulbo umido, punto di rugiada. Igrometro. Diagramma psicrometrico. Trasformazioni dell'aria umida. Interazioni acqua-solido Classificazione e controllo essiccatori.
<b>Educazione Civica</b>	Esplosione di Beirut agosto 2020, aspetti chimico-fisici, socioeconomici e sicurezza dei luoghi di lavoro.

## **STRUTTURA, CONTROLLO E RAPPRESENTAZIONE DEGLI IMPIANTI CHIMICI**

<b>MODULO:</b>	<b>CONTENUTI:</b>
<b>Rappresentazione dei processi industriali</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Norme UNICHIM.</li><li>• Rappresentazioni grafiche di impianti: schemi di processo.</li><li>• Tabelle complementari al disegno: apparecchiature, bilancio materiali.</li><li>• Schema impianto di evaporazione a singolo effetto.</li><li>• Schema impianto di evaporazione singolo stadio con ricompressione meccanica del vapore.</li><li>• Schema impianto di evaporazione duplice stadio in equicorrente.</li><li>• Schema impianto di evaporazione multiplo stadio in controcorrente.</li><li>• Schema impianto di essiccamento a tamburo rotante.</li></ul>

**Firmato dai docenti**

**24/05/2024**

**Il programma è stato visionato e approvato dai rappresentanti degli studenti della classe.**