



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA

## CORSI DI INGEGNERIA

A.A. 2017/2018

**Termodinamica dell'Ingegneria Chimica ( I3D )**

**- Jand Nader -**

(Aggiornato il 15-01-2018)

### **Contenuti del corso (abstract del programma):**

Costituiscono le parti principali del corso: la termodinamica classica degli stati di equilibrio applicata all'ingegneria Chimica; ruolo dei vincoli interni ad un sistema termodinamico; calcolo delle proprietà termodinamiche dei sistemi fluidi multicomponenti e multi-fasi. Sono previsti attività sperimentale di laboratorio in gruppi. Nell'ambito di calcolo vengono utilizzate le seguenti famiglie di software: Calcolo simbolico/numerico (WxMaxima, Python) e simulatori di processo (Chemcad, DwSim). Pertanto è consigliato disporre di un hardware in ordine di preferenza (notebook oppure Tablet oppure Smartphone).

### **Programma esteso:**

Termodinamica dell'Ingegneria Chimica I, A.A. 2017/18 Laurea Triennale in Ingegneria Industriale Indirizzo Ing. Chimica, Ing. Nader Jand E' richiesta una buona conoscenza di analisi matematica in particolare del calcolo differenziale e minimizzazione delle funzioni a più variabili e di elementi di geometria analitica. Elementi generali dei corsi di Chimica e Fisica. E' vivamente consigliata una frequenza regolare e continua del corso. Pertanto, lo svolgimento di lezioni, esercitazioni e attività di laboratorio avvengono in giorni distinti in modo da facilitare la programmazione e la frequenza al corso da parte dello studente. Testo di riferimento: libro del docente Termodinamica dell'Ingegneria Chimica vol.I; altro materiale verrà fornita in formato PDF all'occorrenza. Verranno segnalati una moltitudine di altri testi di approfondimenti ai richiedenti. Contenuti principali: Richiami fondamentali, Variabili termodinamiche, esempi di grandezze estensive e grandezze intensive, significato fisico dei volumi parziali molari, calcolo dei volumi parziali molari con il metodo di Bakhuis-Rooseboom, calcolo dei volumi parziali molari in miscele multicomponenti, attività sperimentale di determinazione dei volumi parziali molari. equazioni di stato PVT per i fluidi puri e in miscela. sistemi reagenti, reazioni chimiche in un sistema chiuso, bilancio di materia nei sistemi aperti, primo principio della termodinamica, lavoro nei processi di espansione e compressione, calore, energia interna, entalpia, relazioni fra le due serie di coefficienti termici, leggi della termochimica, primo principio della termodinamica nei sistemi aperti: bilancio di energia, energia totale, lavoro totale, espressione generale del bilancio di energia, valutazione del lavoro motore reversibile, casi particolari dell'equazione di bilancio di energia, bilancio entalpico, calore di mescolamento, retta adiabatca di reazione, secondo principio della termodinamica, potenziali termodinamici, calcolo della produzione di entropia per i processi che interessano i sistemi uniformi, elementi introduttivi alla termodinamica statistica: l'entropia a partire dalla caratterizzazione microscopica della materia, entropia di mescolamento ideale, relazione fra la visione microscopica

dell'entropia ed i concetti macroscopici, calore, lavoro, espansione libera, utilizzo del modello reticolare per la valutazione di alcune grandezze termodinamiche. Esempi di valutazione della variazione di entropia nel caso di processi spontanei (irreversibili), ciclo di Carnot nel diagramma  $T-s$ , bilancio di entropia, potenziali termodinamici nei sistemi chiusi, relazioni di Maxwell, tabelle di Bridgman, utilizzo esteso dei Jacobiani. potenziali termodinamici nei sistemi aperti, significato fisico del potenziale chimico del componente  $i$ , relazione generale di Gibbs-Duhem per i potenziali chimici, equilibri nei sistemi uniformi espressi mediante i potenziali chimici, dipendenza del potenziale chimico del componente  $i$  dalla temperatura e dalla pressione, dipendenza del potenziale chimico del componente  $i$  dalla composizione, relazione generale di Gibbs-Duhem per i coefficienti di attività, dipendenza dei coefficienti di attività da  $T$  e  $p$ , dipendenza dei coefficienti di attività dalla composizione, proprietà termodinamiche di un gas perfetto, potenziale chimico di un componente una miscela di gas perfetti, equilibrio di membrana, equilibrio chimico, equilibrio chimico nei sistemi gassosi, reazioni chimiche eterogenee, metodi di calcolo dell'energia libera standard di reazione alla temperatura  $T$ , prima approssimazione di Ulich, seconda approssimazione di Ulich, il principio di Le Chatelier nell'equilibrio mobile, variazione della pressione del sistema, aggiunta di un gas inerte a volume costante, aggiunta di un gas inerte a pressione costante, aggiunta dei reagenti o dei prodotti a volume costante, aggiunta dei reagenti o dei prodotti a pressione costante, equilibrio in presenza di reazioni chimiche simultanee, regola delle fasi, potenziale chimico di un fluido reale, fluido reale puro, potenziale chimico di un componente in una miscela di fluidi reali, equilibri di fase nella trattazione di Lewis, equilibrio liquido-vapore, equilibrio gas-liquido, equilibrio liquido-liquido, equilibrio chimico per i fluidi reali, equilibri di fase in sistemi ad un solo componente, integrazione dell'equazione di Clausius-Clapeyron ed altre equazioni per la pressione di vapore, equilibrio liquido-liquido nei sistemi binari, diagrammi di equilibrio liquido-liquido binario, equilibrio liquido-vapore, approssimazioni funzionali, miscele del primo tipo, miscele del secondo tipo, calcolo della temperatura di ebollizione e di rugiada, flash isoterma, equilibrio gas-liquido: miscele binarie. Programmazione: Cenni alla programmazione ed uno dei linguaggi (Basic, Fortran, Python) a scelta della classe. Software consigliati: WxMaxima; Maple disponibile agli studenti dell'UNIVAQ al prezzo studentesco (contattare docente) Justbasic, freeware scaricabile dal sito [www.justbasic.com](http://www.justbasic.com) (file `jbwin100.exe` 2.4 Mb) Simulatore di processo Chemcad e altri risorse opensource.

### **Modalità d'esame:**

Prova Unica, composta da un scritto e la sua discussione orale. Valutazione dei lavori assegnati durante il corso.

### **Risultati d'apprendimento previsti:**

Adeguate conoscenza della Termodinamica applicata all'Ingegneria Chimica e all'utilizzo adeguato dei vari pacchetti software: di programmazione, di calcolo numerico e simbolico, e di simulatori di processo.

### **Link al materiale didattico:**

[ELearning@AQ.](#)

### **Testi di riferimento:**

[Termodinamica dell'Ingegneria Chimica I \(2014, 2014\)](#)

**ISBN:9788887182194**

100 Esercizi svolti di Termodinamica dell'Ingegneria Chimica,, Nader Jand Libreria Universitaria Benedetti (AQ), Tel: 27400.

**ISBN:9788887182248**

Il libro di esercizi sarà distribuito in parte in formato Pdf dall'autore, in attesa che la versione cartacea ritorni disponibile in vendite dalla libreria Universitaria Benedetti. Altri testi di approfondimento saranno consigliati secondo le richieste e loro disponibilità presso la biblioteca di sede.