



UNIVERSITÀ DI PISA

FLUIDODINAMICA CHIMICO-FISICA

VINCENZO TRICOLI

Anno accademico

2017/18

CdS

INGEGNERIA CHIMICA

Codice

623II

CFU

6

Moduli	Settore/i	Tipo	Ore	Docente/i
FLUIDODINAMICA CHIMICO-FISICA	ING-IND/24	LEZIONI	60	VINCENZO TRICOLI

Obiettivi di apprendimento

Conoscenze

Conoscenze della fluidodinamica con particolare riferimento alle applicazioni nel settore dell'Ingegneria Chimica

Modalità di verifica delle conoscenze

Esame orale

Capacità

Analizzare e formulare correttamente ed efficacemente i problemi inerenti la fluidodinamica chimico-fisica e sviluppare metodi corretti di risoluzione esatti o approssimati.

Modalità di verifica delle capacità

Discussione di specifici problemi in sede di esame orale.

Comportamenti

Sviluppo di competenze e sensibilità nel campo della fluidodinamica chimico-fisica

Modalità di verifica dei comportamenti

In sede di esame orale

Prerequisiti (conoscenze iniziali)

analisi matematica, principi di ingegneria chimica, termodinamica

Prerequisiti per studi successivi

corso obbligatorio previsto da ordinamento

Indicazioni metodologiche

lezioni frontali

Programma (contenuti dell'insegnamento)

PARTE I: Fondamenti di Dinamica dei Fluidi (con complementi di Fenomeni di Trasporto)

(Preliminari: richiami su campi scalari e vettoriali, calcolo tensoriale, operatori differenziali).

Cinematica del campo di moto; analisi localizzata del moto: composizione di espansione (contrazione) isotropa, rotazione rigida, pura deformazione, concetto di vorticità (GKB 2.3, 2.4). Derivata Euleriana e Lagrangiana. Equazione di conservazione della massa; moti piani e assialsimmetrici: funzione di corrente e sue proprietà, condizioni al contorno (GKB 2.1, 2.2). Moto irrotazionale e solenoidale (moto potenziale) e sue proprietà: funzione potenziale; applicazioni: moto potenziale intorno a corpi sferici o cilindrici; moto potenziale intorno a un punto di stagnazione: proprietà (GKB 2.7, 2.8, 2.10). Tensore degli sforzi, equazione generale della dinamica dei fluidi, relazione costitutiva (sforzo vs. velocità di deformazione) per fluidi newtoniani e sua giustificazione su base molecolare, equazioni di Navier-Stokes, condizioni al contorno (GKB 3.2, 3.3). Dinamica di fluidi comprimibili, pressione dinamica e pressione di equilibrio: "bulk viscosity", equazione generale dell'energia (GKB 3.4, BSL 11.1, 11.2). Flusso pseudo-isoentropico, condizione di pseudo-incompressibilità (GKB 3.6, 3.7). Flusso non stazionario,



UNIVERSITÀ DI PISA

condizione di pseudo-stazionarietà (GKB 4.3). Applicazioni: caso studio della spalmatura di un film liquido su superficie piana mediante un sistema di setole (paint-brush model): analisi e parametrizzazione del sistema, esame dei vari casi limite (GKB 4.2 con ulteriori elaborazioni). Criteri di similitudine dinamica: metodi di utilizzo con esempi (GKB 4.7); analogie con altre forme di fenomeni di trasporto (calore, materia) (BSL 11.5, 19.5). Flussi a inerzia trascurabile (creeping flow): caso studio di creeping flow indotto da particella sferica in moto (GKB 4.8, 4.9). Flussi a elevato n. di Reynolds: sorgenti di vorticità, diffusione e dinamica della vorticità, teoria dello strato limite (GKB 4.12, 5.2, 5.4, 5.7, 5.8, 5.10).

PARTE II: Fluidodinamica Chimico-Fisica

Moto di gocce in un liquido. Risalita di bolle di gas in liquidi, effetto della tensione interfacciale e condizione di indeformabilità: moto di bolle o gocce indeformate in regime di creeping flow (GKB 4.9, 4.10). Elementi di teoria dei moti irrotazionali con applicazioni, analisi della vorticità applicata al moto di bolle che si deformano durante la risalita: calcolo della velocità di risalita di bolle deformate di grosse dimensioni in regime di $Re \gg 1$ (moto quasi irrotazionale) (GKB 6.11). Cavitazione in una fase liquida: analisi del moto di espansione di sacche di vapore che si formano in seno al liquido; analisi del collassamento di bolle di vapore sovrassaturo in fase liquida: insorgenza di shock di pressione (GKB 6.12). Fluidodinamica capillare, condizioni di interfase, moto di particelle in liquidi in presenza di gradiente di tensione interfacciale (VGL 7 e 8). Effetto della presenza di menisco in moti di film liquidi: teoria di Landau-Levich del "coating flow" a basso n. Reynolds (VGL, 12). Fenomeni di trasporto elettrocinetici, elettroosmosi, moto di particelle elettricamente cariche in una soluzione elettrolitica in presenza di campo elettrico in condizioni di moto irrotazionale: elettroforesi (VGL 9). Cinetica di coagulazione di sospensioni colloidali: coagulazione in regime diffusivo (teoria di Smoluchowsky), coagulazione indotta da "shear", effetto dell'interazione idrodinamica (VGL 5). Analisi dell'impattamento di particelle sospese in fluido in moto sulla superficie di corpi sommersi: effetti inerziali, il numero di Stokes, applicazioni al calcolo dell'efficienza di impatto di separatori inerziali (VGL 5).

Onde superficiali di un liquido newtoniano pesante in presenza di tensione interfacciale, introduzione: onde gravitazionali e onde capillari. Analisi di getto liquido: tipi di onde (capillari) sulla superficie del getto: onde degeneri e non. Condizione di degenerazione dell'onda con frantumazione del getto. Tempo di frantumazione del getto nel caso di onda inerziale o viscosa (aperiodica smorzata). Nebulizzazione di un getto. Analisi dell'effetto dinamico del gas circostante, condizione di nebulizzazione: lunghezza d'onda di nebulizzazione. Tempo di nebulizzazione nei casi di onda inerziale e onda viscosa.

Bibliografia e materiale didattico

G.K. Batchelor "An Introduction to Fluid Dynamics"

V.G. Levich "Physico-Chemical Hydrodynamics"

Modalità d'esame

Prova orale

Ultimo aggiornamento 21/09/2017 18:17