

MECCANICA DEI FLUIDI (Dott. Stefano Pierini)

Il corso si propone di fornire agli studenti le conoscenze di base della meccanica dei fluidi non rotanti e della fluidodinamica geofisica (che si occupa dei fluidi rotanti con riferimento a flussi di grande scala in oceani ed atmosfere), dotandoli degli strumenti teorici necessari ad affrontare i problemi di meccanica dei fluidi che essi incontreranno nei successivi studi di materie oceanografiche e meteorologiche. La trattazione è corredata da una serie di esempi concreti, con speciale attenzione alle scienze del mare e dell'atmosfera. Il corso comprende una sezione dedicata ad esempi di modelli matematici, la cui discussione sarà accompagnata da dimostrazioni presso il Centro di Calcolo dell'I.U.N..

Parte I - Meccanica dei fluidi non rotanti

Proprietà fisiche dei fluidi. Statica.

Solidi, liquidi, gas. Forze di volume e di superficie. Tensore degli stress. La pressione. Statica dei fluidi. Galleggiamento. Spinta di Archimede.

Cinematica.

Derivazione totale. Equazione di continuità. Moto relativo intorno ad un punto. Tensore rate-of-strain. Vorticità. Calcolo della velocità a partire dalla distribuzione di rate di espansione e di vorticità. Proprietà cinematiche dei flussi irrotazionali.

Dinamica.

Integrali materiali. Leggi di conservazione. Relazione tra tensori degli stress e rate-of-strain per un fluido Newtoniano. Equazione di Navier-Stokes. Condizioni iniziali e al contorno. Equazioni per l'entropia e per l'energia interna. Set completo di equazioni del moto. Teorema di Bernoulli.

Flussi in fluidi viscosi e non viscosi.

Esempi di flussi viscosi stazionari unidimensionali. Parametri adimensionali. Leggi di similarità. Numero di Reynolds. Esempi di flussi a basso numero di Reynolds. Il coefficiente di drag. Effetto della viscosità per alti numeri di Reynolds. Dinamica della vorticità. Teoria del boundary layer. Esempi di flussi irrotazionali. Onde di gravità superficiali e interne. Relazioni di dispersione. Salti idraulici.

Turbolenza.

Transizione alla turbolenza. Turbolenza sviluppata. Stress di Reynolds. Eddy viscosity. Diffusione di contaminanti passivi. Eddy diffusion.

Parte II - Fluidodinamica geofisica

Introduzione alla fluidodinamica geofisica.

Equazioni del moto in un riferimento rotante. Numero di Rossby. Vorticità potenziale. Vento termico. Teorema di Taylor-Proudman. Moto geostrofico. Equazioni in shallow water. Conservazione della vorticità potenziale. Vincoli integrali. Onde di Poincaré, di Kelvin e di Rossby in un canale zonale. Relazioni di dispersione.

L'approssimazione quasigeostrofica.

Scaling quasigeostrofico nella teoria di shallow water. Moto quasigeostrofico stazionario. Boundary currents inerziali. Il plane. Onde di Rossby su una corrente zonale. Modi normali quasigeostrofici in bacini chiusi. Interazioni risonanti. Cenni sulla turbolenza geostrofica.

Modelli matematici.

Esempi di modelli matematici, cenni sui metodi numerici usati e sulla loro implementazione al calcolatore. Propagazione di onde lunghe superficiali e interne. Sistema a due strati. Salti idraulici.

Diffusione di contaminanti passivi. Equazioni di shallow water e loro applicazione in vari casi.

Testi

BATCHELOR G. K.: "An introduction to Fluid Dynamics". Cambridge University Press (1967)

PEDLOSKY J.: "Geophysical Fluid Dynamics". Springer-Verlag (1987)

PIERINI S.: "Appunti di Meccanica dei Fluidi con elementi di Fluidodinamica Geofisica".