

GEOFLUIDODINAMICA E APPLICAZIONI OCEANOGRAFICHE

A. A. 2007-2008
Prof. Stefano Pierini

Corso di Laurea di I Livello in *Scienze Nautiche e Aeronautiche*, Indirizzo in *Meteorologia e Oceanografia*. Numero di CFU: 9

In questo corso viene introdotta la meccanica dei fluidi incompressibili, dapprima per un sistema di riferimento inerziale, poi per un sistema rotante. Questi argomenti, propedeutici per gli studi di oceanografia e di meteorologia, vengono quindi applicati all'analisi di aspetti di base dell'oceanografia dinamica.

STATICA E CINEMATICA DEI FLUIDI

Cenni di fisica dei fluidi. Il problema della descrizione di un sistema meccanico continuo. Forze di volume e di superficie. Tensore degli sforzi. La pressione. Pressione idrostatica. Condizione di equilibrio meccanico. Spinta di Archimede, gravità ridotta. Rappresentazione Euleriana e Lagrangiana. Derivazione totale. Equazione di conservazione della massa. Flussi incompressibili e bidimensionali, funzione di corrente. Vorticità. Flussi incompressibili e irrotazionali, potenziale di velocità.

DINAMICA DEI FLUIDI NON ROTANTI

Integrali materiali. Risultante di volume delle forze di superficie. Viscosità, relazione costitutiva per un fluido Newtoniano. Equazioni di Navier-Stokes. Set completo di equazioni del moto. Approssimazione per un fluido incompressibile. Condizioni al contorno e iniziali. Soluzioni stazionarie. Considerazioni energetiche, lavoro fatto dalle forze di superficie. Flussi unidimensionali incompressibili, pressione modificata, flussi di Poiseuille. Adimensionalizzazione delle equazioni del moto. Leggi di similarità, numero di Reynolds. Moto laminare e turbolento, transizione alla turbolenza. Valori medi e fluttuazioni turbolente. Stress di Reynolds, eddy viscosity. Analogia formale con la viscosità molecolare. Cenni di dinamica della vorticità e di teoria del boundary layer. Flussi irrotazionali. Teoremi di Bernoulli e di Torricelli.

DINAMICA DEI FLUIDI ROTANTI; APPROSSIMAZIONE DI SHALLOW WATER E QUASIGEOSTROFICA

Forze apparenti in un sistema di riferimento rotante. Accelerazione assoluta in termini di quantità misurate in un sistema di riferimento rotante. Forza di Coriolis. Numero di Rossby. Vorticità assoluta, relativa e planetaria e loro peso relativo in moti di grande scala. Approssimazione di shallow water, derivazione delle equazioni del moto. Forza di Coriolis efficace sul piano tangente. Piano-f e piano-beta. Correnti geostrofiche in un fluido omogeneo. Equazione di continuità integrata e sue applicazioni. Il vento come forza di volume. Trasporto di Ekman. Equazione di evoluzione della vorticità potenziale in shallow water. Approssimazione quasigeostrofica. Equazione di evoluzione della vorticità potenziale nell'approssimazione quasigeostrofica Effetto beta topografico. Moto geostrofico lineare su batimetria.

CIRCOLAZIONE OCEANICA: FLUSSI STAZIONARI

Elementi di teoria dell'interazione aria-mare. Correnti di Ekman. Generazione di correnti geostrofiche barotropiche in presenza di coste, upwelling e downwelling. Il rotore dello stress del vento come forzante di correnti geostrofiche, Ekman pumping. Effetto della stratificazione: compensazione baroclina, correnti relative e loro calcolo da dati idrologici. Vento termico, formula di Margules. Livello di assenza di moto e di moto noto. Esempi relativi al Mediterraneo e ai grandi oceani. Vortici geostrofici barotropici e baroclini. Correnti inerziali e ciclostrofiche. Esempi di vortici a varie scale. Circolazione indotta dal vento nei grandi oceani: cenni sulla fenomenologia, il

bilancio di Sverdrup, intensificazione occidentale, cenni sui modelli di Stommel e di Munk. Effetti nonlineari.

CIRCOLAZIONE OCEANICA: VARIABILITÀ

Introduzione al problema della variabilità oceanica. Onde di Rossby barotropiche: derivazione della relazione di dispersione, frequenza di cutoff, velocità di fase e di gruppo. Onde di Rossby barocline in un oceano a due strati. Telerilevamento del mare mediante il radar altimetro: principi base, geoide, filtraggio di segnali non bilanciati geostroficamente. Dinamica osservabile da dati altimetrici: maree (cenni di carattere generale, fenomeno dell'aliasing), risposta a barometro inverso (cause fisiche), variabilità sterica (cause fisiche, fenomenologia). Variabilità subsuperficiale geostrofica osservata col radar altimetro e interpretata alla luce degli aspetti teorici trattati. Osservazione di onde di Rossby da dati altimetrici. Implicazioni climatologiche, cenni sulla variabilità nella zona equatoriale, dinamica di "El Niño".

PRE-REQUISITI: Analisi Matematica I e II, Fisica I

TESTI DI RIFERIMENTO:

BATCHELOR, G. K., 1967: "An Introduction to Fluid Dynamics". Cambridge University Press.

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

GILL, A. E., 1982: "Atmosphere-Ocean Dynamics". Academic Press.

POND, S., PICKARD, G. L., 1983: "Introductory Dynamical Oceanography". Pergamon Press.

PIERINI, S., 2002: "Sea modeling by microwave altimetry". In: "*Remote Sensing of Atmosphere and Ocean from Space: Models, Instruments and Techniques*", Kluwer Academic Publishers.

OPEN UNIVERSITY Course Team, 2001: "Ocean Circulation", Pergamon Press.

Appunti e materiale vario distribuiti durante il corso.