

OCEANOGRAFÍA AMBIENTAL

FÍSICA DE LA DIFUSIÓN TURBULENTA EN EL OCÉANO

OCEANOGRAFÍA AMBIENTAL

FÍSICA DE LA DIFUSIÓN TURBULENTA EN EL OCÉANO

José Juan Alonso Rosario

Centro Andaluz Superior de Estudios Marinos
Universidad de Cádiz
Departamento de Física Aplicada



Editorial Tébar, S.L.

Datos de catalogación bibliográfica:

OCEANOGRAFÍA AMBIENTAL
FÍSICA DE DIFUSIÓN TURBULENTA EN EL OCÉANO
José Juan Alonso del Rosario

EDITORIAL TÉBAR, S.L., Madrid, año 2005

ISBN digital: 978-84-7360-396-6

Materias: Física, 53

Formato: 150 × 210 mm Páginas: 168

www.editorialtebar.com

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra sin contar con la autorización expresa de Editorial Tébar. La infracción de estos derechos puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual (arts. 270 y siguientes del Código Penal).

Oceanografía Ambiental

© 2005 Editorial Tébar, S.L.

C/ de las Aguas, 4

28005 Madrid (España)

ISBN digital: 978-84-7360-396-6

Diseño de portada: Rebeca Irazábal

Índice general

1. Conceptos esenciales	1
1.1. Definiciones	1
1.1.1. Difusión	1
1.1.2. Concentración	2
1.1.3. Flujo	3
1.2. La ecuación clásica de la difusión	5
1.2.1. Ley de Fick	5
1.2.2. Conservación de la masa y la ecuación clásica de la difusión	7
1.3. Soluciones básicas	9
1.3.1. Fuente puntual instantánea	9
1.3.2. Fuente de tamaño inicial finito	11
1.3.3. Extensión a 2D y 3D	13
1.3.4. Fuente continua	14
1.3.5. Fuente continua e inclusión de campo de velocidades	15
1.3.6. Inclusión de fronteras	18
1.4. Combinando soluciones	23
1.5. Movimiento Browniano	27
1.5.1. Algunos apuntes históricos	27
1.5.2. La ecuación de Langevin	29
2. Métodos analíticos y numéricos	31
2.1. Introducción	31
2.2. Métodos analíticos	32
2.2.1. Método de separación de las variables	32
2.2.2. Método de las transformadas integrales	35
2.3. Métodos numéricos	39
2.3.1. Introducción	39
2.3.2. Método explícito	40
2.3.3. Método implícito	44
2.3.4. Método de Crank-Nicholson	47
2.3.5. Comparación	49

2.4.	Método de direcciones implícitas alternas	50
2.4.1.	El esquema ADI	50
2.4.2.	Ejemplo de aplicación del esquema ADI	52
2.5.	Inclusión de campo de velocidades	56
2.6.	Hacia una formulación integral	59
3.	Métodos estadísticos	61
3.1.	Introducción	61
3.2.	Estadística	61
3.2.1.	Introducción	61
3.3.	Conceptos de turbulencia	62
3.3.1.	Introducción	62
3.3.2.	Algunos apuntes históricos	64
3.3.3.	Escalas	64
3.4.	Métodos eulerianos y lagrangianos	68
3.5.	Teorema de Taylor SRI	69
3.5.1.	El teorema fundamental	69
3.5.2.	Procesos estacionarios	70
3.5.3.	Teorema de Taylor para un SRI	74
3.5.4.	Consecuencias	76
3.6.	Teorema de Taylor para un SRNI	78
3.7.	Funciones de autocorrelación	80
3.8.	Tensores de dispersión	82
3.8.1.	Introducción y base experimental	83
3.8.2.	Objetivo y notación	85
3.8.3.	Caracterización estadística. Tensores de dispersión.	87
3.9.	Historia de una nube puntual concentrada	95
3.10.	Difusión turbulenta aparente	98
4.	Coefficientes turbulentos	101
4.1.	Introducción	101
4.2.	Ecuaciones del movimiento turbulento	101
4.2.1.	La ecuación de continuidad promediada	102
4.2.2.	Ecuación del movimiento promediada	102
4.2.3.	Ecuación de conservación de sal y del calor promediadas	104
4.3.	Coefficientes turbulentos	106
4.3.1.	Tensiones de Reynolds y viscosidad turbulenta	106
4.4.	Estimación de coeficientes	109
4.4.1.	Estimación del coeficiente turbulento para el intercambio vertical de <i>momentum</i>	110
4.4.2.	Uso de diagramas T-S	114
4.5.	Estimación en la atmósfera	120

5. Difusión en medios estratificados	125
5.1. Introducción	125
5.2. Ecuaciones fundamentales	126
5.3. Forma aproximada de las ecuaciones	127
5.4. Ecuaciones del flujo turbulento	130
5.5. Ecuación de la energía turbulenta	131
5.6. Techos y suelos de difusión	133
5.7. Difusión en medios continuamente estratificados	134
5.8. Autocorrelación de velocidades	136
5.9. Cinemática de plumas afectadas por flotación	140
A. Diagramas T-S	143
A.0.1. Introducción	143
A.0.2. Densidad	143
A.0.3. Sobre las medidas experimentales	144
A.0.4. Diagramas TS	145
B. IES80	147
C. Integración de Simpson	149
D. Algoritmos para EDP	151
D.1. Introducción	151
D.2. Método explícito	152
D.3. Método implícito	152
D.4. Semi-implícito	153
D.5. Sistemas de ecuaciones	153
E. Para saber más:	157