

NAVEGACIÓN

LUIS MEDEROS



Navegación Astronómica

4ª edición revisada y aumentada

Luis Mederos Martín

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Editorial NORAY
www.noray.es

No se permite la reproducción total o parcial de este libro ni el almacenamiento en un sistema informático, ni la transmisión de cualquier forma o por cualquier medio, electrónico, mecánico, fotocopia, registro u otros medios sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Más información sobre Editorial Noray en internet: www.noray.es

© Luis Mederos 2011

© De la presente edición: Editorial Noray, S.A.

Muntaner, 337. 08021 Barcelona

Primera edición, noviembre 2007

Segunda edición, corregida y aumentada, mayo 2008

Tercera edición, corregida y aumentada, noviembre 2009

Cuarta edición, corregida y aumentada, mayo 2011

Diseño cubierta: Sofía Alonso

Depósito Legal: B-15.902-2011

I.S.B.N: 978-84-7486-235-5

Número de edición de E.N, 324

Impresión: Futurgrafic - Molins de Rei (Barcelona)

Printed in Spain - Impreso en España

Índice

I Navegación astronómica básica	9
1. Navegación astronómica: encajemos el puzle antes de empezar	11
2. Trigonometría	21
2.1. Trigonometría plana	21
2.2. Trigonometría esférica	22
3. Cartas Mercator. Cálculos de estima	27
3.1. Cartas Mercator	28
3.2. Cálculos de estima	37
3.3. Cartas Mercator en blanco. Cómo hacer una carta	44
4. La esfera celeste	47
4.1. Esfera celeste. Líneas y puntos principales	47
4.2. Líneas respecto a un astro	51
5. Coordenadas celestes de los astros	53
5.1. Coordenadas horizontales o azimutales	53
5.2. Coordenadas horarias	54
5.3. El movimiento aparente del cielo	56
5.4. Coordenadas uranográficas ecuatoriales	61
5.5. Relación entre las distintas coordenadas que se miden en el ecuador . . .	62
5.6. La órbita de la Tierra. Zonas climáticas. Estaciones	63
5.7. Precesión, nutación y aberración	65
5.8. La Luna. Órbita y fases	71
6. Triángulo de posición	77
6.1. Triángulo de posición. Sus elementos	77
6.2. Resolución analítica del triángulo de posición	81
6.2.1. Conocida la situación del observador y el horario y declinación del astro, hallar su altura y azimut	82
6.2.2. Conocida la situación del observador y la altura y azimut del astro, hallar su horario y declinación y reconocer el astro	84
6.2.3. Caso particular: astro en el meridiano del observador	86
7. Figuras en color	89
7.1. Figuras en color del capítulo 4	89
7.2. Figuras en color del capítulo 5	92
7.3. Figuras en color de los capítulos 6 y 10	96

8. La medida del tiempo, el Almanaque Náutico y el sextante	97
8.1. La medida del tiempo	98
8.2. El Almanaque Náutico	111
8.2.1. Cálculo del horario en Greenwich y la declinación del Sol, la Luna, Aries y los planetas en un instante de <i>UT</i>	113
8.2.2. Cálculo del horario en Greenwich y la declinación de las estrellas en un instante de <i>UT</i>	116
8.2.3. Cálculo de la hora de paso de los astros por el meridiano de un lugar	119
8.2.4. Hora de salida y puesta del Sol y la Luna. Crepúsculos	126
8.3. Cálculo directo de la hora <i>UT</i> de efemérides	127
8.4. El sextante. Correcciones a aplicar a la altura observada	133
8.4.1. Correcciones a aplicar a la altura observada de un astro	141
8.4.2. Tablas de correcciones de alturas del Almanaque Náutico	146
8.4.3. Cómo efectuar correctamente la medición de la altura con el sextante	149
8.4.4. Horizontes artificiales	152
9. Estrellas y constelaciones	155
9.1. Magnitud estelar	155
9.2. Constelaciones	156
9.3. Observando el cielo	159
10. Recta de altura y navegación astronómica	167
10.1. Círculo de alturas iguales. Recta de altura	168
10.2. Un ejemplo práctico	175
10.3. El descubrimiento de la recta de altura. Secante Sumner	180
10.4. Situación por rectas de altura. Rectas de altura no simultáneas	183
10.5. Bisectriz de altura. Situación por bisectrices de altura	184
10.6. Cálculo de la situación mediante observaciones del Sol	186
10.7. Caso particular: situación por altura meridiana del Sol	187
10.8. Coeficiente Pagel	199
10.9. Caso particular: latitud por altura de la Polar	206
10.10. Azimut de la estrella Polar	211
11. Ejercicios	215
11.1. Ejercicio 1	216
11.2. Ejercicio 2	227
11.3. Ejercicio 3	233
11.4. Ejercicios 4, 5 y 6	237
11.4.1. Ejercicio 4	237
11.4.2. Ejercicio 5	238
11.4.3. Ejercicio 6	239
11.5. Ejercicio 7	241
11.6. Ejercicio 8	245
II Navegación astronómica avanzada	249
12. Algunos temas avanzados	251
12.1. Latitud por altura circunmeridiana de un astro	251
12.2. Astro en el primer vertical	253

12.3. Navegación astronómica sin situación de estima	257
12.3.1. Intersección de círculos de altura simultáneos.	257
12.3.2. Intersección de círculos de altura no simultáneos	261
12.4. Aberración estelar y distancias estrella-estrella	265
12.4.1. Cálculo de la distancia verdadera estrella-estrella	266
12.4.2. Corrección de la distancia estrella-estrella observada	267
12.4.3. Aberración estelar	268
12.4.4. Medida de la velocidad de la luz con un sextante	276
13. Navegación astronómica de emergencia	281
13.1. Navegación astronómica sin sextante	281
13.2. Navegación astronómica sin Almanaque Náutico	286
14. Distancias Lunares	291
14.1. Introducción. El problema de medir la longitud	291
14.2. Distancia lunar. Nomenclatura utilizada	293
14.3. Obtención de la distancia lunar verdadera	295
14.4. Corrección de los ángulos medidos con el sextante	297
14.5. Distancia lunar calculada y obtención de la hora <i>UT</i>	303
14.6. Cómo medir una distancia lunar en la práctica	306
14.7. Un ejemplo real	310
14.8. Métodos aproximados	312
14.9. Longitud a partir de distancias lunares.	319
14.10. Distancias lunares sin medir alturas	324
14.11. Método alternativo a las distancias lunares	326
15. Bibliografía y otros recursos	335
15.1. Bibliografía	335
15.2. Programas de ordenador	336
15.3. Recursos en Internet	337