
Índice

PRESENTACIÓN	13
PRÓLOGO	15
PREFACIO	19
Capítulo 1. Astronomía: objetivos e historia	21
1.1 ¿Qué es la astronomía?	21
1.2 Introducción histórica	22
1.3 La astronomía antigua	22
1.3.1 Los observatorios neolíticos y de la edad del bronce	22
1.3.2 La astronomía en las grandes civilizaciones antiguas	24
1.3.3 La astronomía griega	25
1.4 La astronomía en la Edad Media	33
1.5 El nacimiento de la astronomía moderna	33
1.5.1 Nicolás Copérnico (1473-1543)	33
1.5.2 Tycho Brahe (1546-1601)	35
1.5.3 Johannes Kepler (1571-1629)	37
1.5.4 Galileo Galilei (1564-1642)	38
1.5.5 Isaac Newton (1643-1727)	39
1.6 El desarrollo de la astronomía observacional	40
1.7 El nacimiento de la astrofísica	43
Capítulo 2. Astronomía esférica	47
2.1 Introducción	47
2.1.1 Constelaciones	48
2.1.2 Los nombres de las estrellas y los catálogos	48
2.2 La Tierra	50

2.3	La esfera celeste	52
2.3.1	El sistema de coordenadas horizontales	52
2.3.2	El sistema de coordenadas ecuatoriales	55
2.3.3	El sistema de coordenadas eclípticas	59
2.4	Correcciones de las coordenadas	65
2.4.1	Precesión	65
2.4.2	Nutación	68
2.5	Paralajes diurna y anua	69
2.6	La medida del tiempo	72
2.6.1	El día sidéreo y la rotación de la Tierra	72
2.6.2	El tiempo solar o sinódico. El día solar verdadero	72
2.6.3	La ecuación de tiempo	75
2.7	El calendario	77
2.8	Transformación de coordenadas	79
2.8.1	Transformación general	79
2.8.2	Cambio de coordenadas horizontales y horarias	81
2.8.3	Cambio de coordenadas ecuatoriales a eclípticas	83
Capítulo 3.	El movimiento de los astros	85
3.1	Ecuaciones de movimiento	85
3.2	Propiedades generales del movimiento	87
3.2.1	Momento angular	87
3.2.2	Vector de Runge-Lenz	88
3.2.3	Energía	89
3.2.4	Relación entre las cantidades conservadas	89
3.3	Ecuaciones de las órbitas	90
3.4	Leyes de Kepler	91
3.5	El problema de dos cuerpos	94
Capítulo 4.	El Sistema Solar	99
4.1	Características generales	99
4.2	Formación del Sistema Solar o cosmogonía	101
4.3	Geometría de las posiciones planetarias	103
4.3.1	Movimiento retrógrado de los planetas	103
4.3.2	Configuraciones geométricas y condiciones de visibilidad de los planetas	104
4.4	El Sol, nuestra estrella	107
4.4.1	Interior	107
4.4.2	La atmósfera	108
4.4.3	Actividad solar	110
4.5	El nuevo Sol	114
4.5.1	El interior solar	114
4.5.2	La atmósfera solar	115
4.6	Mercurio, al calor del Sol	116

4.7	Venus, el planeta hermano	117
4.8	La Tierra, nuestra nave	118
	4.8.1 Atmósfera	118
	4.8.2 Edad de la Tierra	120
	4.8.3 Estructura interna	121
4.9	La Luna	125
	4.9.1 Movimientos de la Luna	126
	4.9.2 Rotación y libraciones de la Luna	127
	4.9.3 Fases lunares	128
	4.9.4 Eclipses	131
4.10	Mareas	133
4.11	Marte, el planeta rojo	136
4.12	Los asteroides, pequeños planetas	138
4.13	Júpiter, el grande	139
	4.13.1 El interior de Júpiter	141
	4.13.2 Estructura de las nubes	141
4.14	Saturno, la belleza del frío	142
4.15	Urano, la larga noche	143
4.16	Neptuno, la precisión cósmica	143
4.17	Plutón, el fondo profundo	143
4.18	Cometas, visitantes de las fronteras	144
	4.18.1 El cometa Shoemaker-Levy 9	145
	4.18.2 La nube de Oort y el cinturón de Kuiper	146
	4.18.3 El cometa Halley	147
4.19	Origen de las atmósferas planetarias	147
4.20	Otros sistemas planetarios	149
	4.20.1 Técnicas de detección	149
	4.20.2 Exoplanetas	150
	4.20.3 Enanas marrones y planetas gigantes	152
Capítulo 5. La radiación y su estudio		153
5.1	Naturaleza de la luz	153
5.2	Materia y radiación	156
5.3	Magnitudes	159
5.4	Líneas espectrales	161
5.5	Efecto Doppler	163
5.6	Los telescopios	166
	5.6.1 Telescopios para uso visual: aumentos y luminosidad ...	166
	5.6.2 Refractores y reflectores	168
	5.6.3 Parámetros fundamentales de un telescopio	168
	5.6.4 Monturas	171
5.7	Técnicas de observación	173
	5.7.1 Astrometría	173
	5.7.2 Fotometría	174
	5.7.3 Espectroscopia	174

5.8 Instrumentos y detectores	175
5.8.1 Fotografía	175
5.8.2 Fotómetros fotoeléctricos	175
5.8.3 Dispositivos de carga acoplada	176
5.8.4 Espectrógrafos	176
Capítulo 6. Las estrellas	179
6.1 Introducción	179
6.2 Parámetros estelares	179
6.2.1 Masas	179
6.2.2 Luminosidades	180
6.2.3 Temperatura efectiva	181
6.2.4 Radios	181
6.3 Clasificación espectral	182
6.4 Diagrama de Hertzsprung-Russell	183
6.4.1 Diagrama H-R de cúmulos estelares	185
6.5 Relación masa-luminosidad	185
6.6 Estructura estelar	186
6.6.1 Ecuación de estado	187
6.6.2 Equilibrio hidrostático	188
6.6.3 Balance energético	190
6.6.4 Gradiente de temperatura	191
6.7 Ecuaciones de estructura estelar	192
6.7.1 Modelos estelares	192
6.8 Fuentes de energía estelar	194
6.9 Evolución estelar	198
6.9.1 Tiempos característicos	198
6.9.2 Formación estelar	199
6.9.3 Etapa en secuencia principal	201
6.9.4 Evolución a gigante roja	202
6.9.5 Últimas etapas evolutivas	202
Capítulo 7. Astronomía galáctica	205
7.1 Introducción	205
7.2 Estructura y características generales de la Galaxia	205
7.2.1 Disco, bulbo y halo	205
7.2.2 La estructura espiral	207
7.2.3 El Sol en la Galaxia: masa del sistema	207
7.3 La fase difusa de la Galaxia	209
7.3.1 Polvo interestelar	209
7.3.2 Gas interestelar	210
7.4 Agrupaciones estelares	211
7.4.1 Asociaciones estelares	211
7.4.2 Cúmulos estelares	212

7.5	Indicadores de distancia	213
7.5.1	Movimiento coherente de las estrellas en agrupaciones	213
7.5.2	Secuencia principal y diagrama H-R	216
7.5.3	Estrellas cefeidas y otros patrones de luminosidad	217
7.6	Coordenadas galácticas	219
Capítulo 8.	Astronomía extragaláctica	221
8.1	El descubrimiento de otras galaxias	221
8.2	Clasificación de las galaxias	222
8.2.1	Galaxias elípticas	222
8.2.2	Galaxias espirales	223
8.2.3	Galaxias irregulares	224
8.3	La distribución de la materia en las galaxias	225
8.3.1	Poblaciones estelares	225
8.3.2	La materia oscura en las galaxias espirales	225
8.4	Galaxias activas	228
8.4.1	Cuásares	228
8.4.2	Galaxias Seyfert	230
8.4.3	Radiogalaxias	230
8.4.4	Agujeros negros supermasivos	230
Capítulo 9.	Cosmología	233
9.1	Introducción histórica	233
9.2	Estructura cósmica	234
9.3	La expansión del universo	236
9.3.1	La ley de Hubble	236
9.3.2	Modelo de expansión	239
9.3.3	La edad del universo	240
9.3.4	La densidad crítica	242
9.3.5	Ecuaciones cosmológicas	245
9.4	La radiación de fondo	247
9.5	Densidad de materia y densidad de radiación	251
9.6	El universo primitivo	252
9.6.1	La era de los hadrones y la era de los leptones	253
9.6.2	La abundancia de los materiales ligeros	254
9.7	La paradoja de Olbers	256
Tablas	259
Ilustraciones	271
Bibliografía	297
Índice analítico	303