

ÍNDICE

Prólogo	XI	2. Nuestras primeras observaciones de los espectros	21
1. Aprendiendo del arco iris	1	2.1. Un disco compacto y la luz de las farolas.....	21
1.1. El arco iris, nuestro primer espectro observado	1	2.1.1. Cómo utilizar un CD para ver la luz descompuesta	22
1.2. ¿Qué podemos aprender de los espectros?	4	2.1.2. Farolas de luz de sodio, de mercurio y focos halógenos..	22
1.2.1. Átomos y electrones.....	4	2.2. Usando redes de difracción económicas.....	24
1.2.2. El espectro de emisión.....	5	2.2.1. Redes de acetato y epoxi	24
1.2.3. El espectro continuo y el cuerpo negro	6	2.2.2. Un sencillo espectroscopio de mano.....	24
1.2.4. El espectro de absorción.....	8	2.2.3. Adaptación al ocular o a los prismáticos	24
1.3. ¿Cómo dispersamos la luz?	9	2.2.4. Viendo espectros de estrellas brillantes por el telescopio	25
1.3.1. Prisma.....	9	2.2.5. Fotos de espectros de estrellas brillantes con una DSLR	25
1.3.2. Red de difracción.....	10	3. Adquisición digital del espectro	29
1.3.3. Grisma	12	3.1. ¿Qué equipo necesitamos para hacer espectrografía?.....	29
1.4. Breve historia del estudio del espectro en la astronomía ...	13	3.1.1. El espectrógrafo.....	29
1.4.1. Isaac Newton, el prisma y la luz blanca	13	3.1.2. El tubo óptico.....	31
1.4.2. William Herschel, calor, energía y luz.....	13	3.1.3. La montura computerizada o GOTO	34
1.4.3. Joseph von Fraunhofer; el espectrógrafo y el espectro solar.....	14	3.1.4. La cámara CCD principal o de adquisición	37
1.4.4. Angelo Secchi y la primera clasificación de las estrellas.....	15	3.1.5. La cámara de guiado	39
1.4.5. El observatorio de Harvard. Secuencia O-B-A-F-G-K-M.....	16	3.1.6. Un accesorio recomendado: buscador electrónico en paralelo	40
1.4.6. Diagrama Hertzsprung-Russell. Poblaciones estelares	17	3.1.7. Control remoto de un módulo de calibración	41
1.4.7. Placas fotográficas y fotómetros. Introducción de la cámara CCD en la espectroscopia	18	3.2. ¿Qué <i>software</i> es necesario?.....	41
1.4.8. Introducción de la espectrografía en el ámbito <i>amateur</i> . Christian Buil.....	19	3.2.1. Paquetes de <i>software</i> "todo en uno".....	41

3.2.2. Los <i>drivers</i> ASCOM e INDI.....	42
3.2.3. Recomendaciones sobre nuestro ordenador	43
3.2.4. El suministro de energía.....	44
3.2.5. Herramientas de adquisición de imagen.....	44
3.2.6. Programa de autoguiado	45
3.2.7. <i>Software</i> de mapas celestes para el apuntado del telescopio	45
3.2.8. Consideraciones sobre la nomenclatura de los ficheros y las carpetas.....	46
3.3. Preparación de una sesión espectroscópica	47
3.3.1. Adquisición de tomas para el preprocesado	47
3.3.2. Espectro de objeto y espectro de calibración de Ne-Ar	48
3.4. Parámetros a tener en cuenta en un espectrógrafo.....	49
3.4.1. ¿Cómo se expresa la resolución espectral? El número R	49
3.4.2. Resolución baja, media y alta..	50
4. Espectroscopia de baja resolución empleando redes de transmisión	51
4.1. Redes de difracción de calidad para adaptar a una cámara CCD	51
4.1.1. Baja resolución. 100 y 200 líneas/mm.....	52
4.1.2. Instalación de la red Star Analyser	52
4.1.3. Optimización de la red.....	54
4.2. Manejo básico de VSpec	55
4.2.1. Calibración en longitud de onda	56
4.2.2. Calibración en respuesta instrumental con una estrella de tipo A.....	61
4.3. Los primeros espectros estelares con Star Analyser. La serie de Balmer del hidrógeno. Tipos espectrales. Estrellas Wolf-Rayet. Estrellas Be.....	67
4.3.1. Medir temperaturas estelares...	69
4.4. Observaciones avanzadas. Novas, supernovas, cuásares y desplazamientos al rojo	70
5. Espectroscopia de baja resolución con espectrógrafos	73
5.1. Espectrógrafos para un telescopio de aficionado.....	73
5.1.1. ¿Adquisición o construcción?..	73
5.2. Alpy 600™ de Shelyak Instruments	74
5.2.1. Alpy básico y módulos opcionales	74
5.2.2. Instalación y manejo de un Alpy básico	76
5.2.3. Acoplando el Alpy al portaocular	77
5.2.4. Apuntando con el buscador o el tubo guía.....	77
5.2.5. El primer espectro de una estrella brillante	77
5.3. Introducción a ISIS. Instalación..	78
5.3.1. Ajustes iniciales	79
5.3.2. Ajustes previos y preprocesado.....	80
5.3.3. Obtención del espectro sin lámpara de calibración ni líneas de neón-argón	83

5.3.4. Calibración en longitud de onda.....	86	6.4. Tomando espectros estelares con un instrumento de tipo LHIRES. 114	
5.3.5. Calibración en respuesta espectral	88	6.4.1. Instalación en el telescopio ...	115
5.4. El módulo de guiado.....	92	6.4.2. Acoplando la cámara de adquisición.....	117
5.4.1. Instalación del módulo de guiado.....	94	6.4.3. Acoplando la cámara de guiado.....	117
5.4.2. Manejo de PHDGuiding2 para el centrado de la estrella y el guiado	95	6.4.4. Apuntado y centrado del objeto en la rendija desde la cámara de guiado.....	118
5.5. El módulo de calibración. Calibración con espectro de argón-neón y <i>flat</i>	96	6.4.5. Secuencia de toma de espectros.....	118
5.5.1. Manejo remoto con controlador de relés.....	97	6.4.6. Extracción del espectro obtenido.....	119
5.6. Secuencia de procesado del espectro en ISIS con espectro Ne-Ar de calibración.....	97	6.5. Espectros con una red de 600 líneas/mm	122
5.6.1. Calibración.....	98	6.5.1. Observando el espectro de la nova recurrente T CrB..	123
5.6.2. Proceso completo de un espectro.....	101	6.5.2. Observando los vientos estelares en estrellas simbióticas	124
5.7. Espectrógrafos de diseño clásico	102	6.6. Espectros con una red de 1.200 Líneas/mm	126
5.7.1. Espectrógrafo dados de Baader Planetarium.....	102	6.6.1. Observando Mizar A, una binaria espectroscópica..	126
5.8. Posibles proyectos con un espectrógrafo de baja resolución.....	104	7. Espectroscopia <i>amateur</i> avanzada. El espectrógrafo echelle	129
5.8.1. Creando un atlas de tipos espectrales.....	104	7.1. Problemas del espectrógrafo clásico para la alta resolución..	129
5.8.2. Espectros de estrellas variables en baja resolución.....	105	7.2. Otras soluciones para conseguir espectros de alta resolución....	129
6. Espectroscopia de media resolución. Espectrógrafos tipo Littrow	111	7.2.1. Uso de redes de difracción echelle en órdenes altos e incidencia rasante.....	129
6.1. El diseño Littrow. ¿Por qué usar un instrumento de este tipo?..	111	7.2.2. Añadiendo un dispersor cruzado	130
6.2. La iniciativa LHIRES: un espectrógrafo potente al alcance del aficionado	112	7.2.3. La estabilidad del instrumento y la alimentación de luz por fibra óptica	130
6.2.1. LHIRES en Francia.....	112	7.3. Alta resolución espectral en un equipo de aficionado: pros y contras	131
6.2.2. La versión de LHIRES III de Ken Harrison en Australia...	113	7.4. Un diseño de espectrógrafo echelle para <i>amateur</i> : Lynx, de Joan Guarro.....	131
6.3. Modelos disponibles en el mercado. Shelyak LHIRES III; JTW Spectra L200	113		

8. El astrónomo aficionado y la espectroscopia	135
8.1. Grupos <i>amateurs</i> dedicados a la espectrografía.....	135
8.1.1. ARAS (Francia).....	135
8.1.2. Sección de espectroscopia de la VdS (Alemania)	136
8.1.3. Sección de espectroscopia de la BAA (Reino Unido).....	136
8.1.4. AAVSO	136
8.1.5. Una miriada de aficionados...137	
8.1.6. Iniciativas en España.....137	
8.2. Te ha interesado lo que has leído pero no tienes medios para hacer espectroscopia... ¡Espera!, puedes hacer aún muchas cosas	139
8.2.1. ¿Eres manitas? Haz un sencillo espectrógrafo	139
8.2.2. ¿Tienes telescopio o prismáticos? Puedes hacer estimaciones visuales de brillo (incluso a simple vista).....	139
8.2.3. ¿Tienes una cámara CCD y telescopio? Puedes hacer fotometría.....	140
8.2.4. Aprende el manejo del <i>software</i> . Practica con espectros de muestra....	140
8.2.5. Atrévete a leer artículos científicos y libros de texto de astrofísica.....	140
8.2.6. Aprende inglés o mejora tu nivel en este idioma.....	141
8.2.7. Asiste a congresos y jornadas de astronomía. Haz "astronomía de pasillo"	141