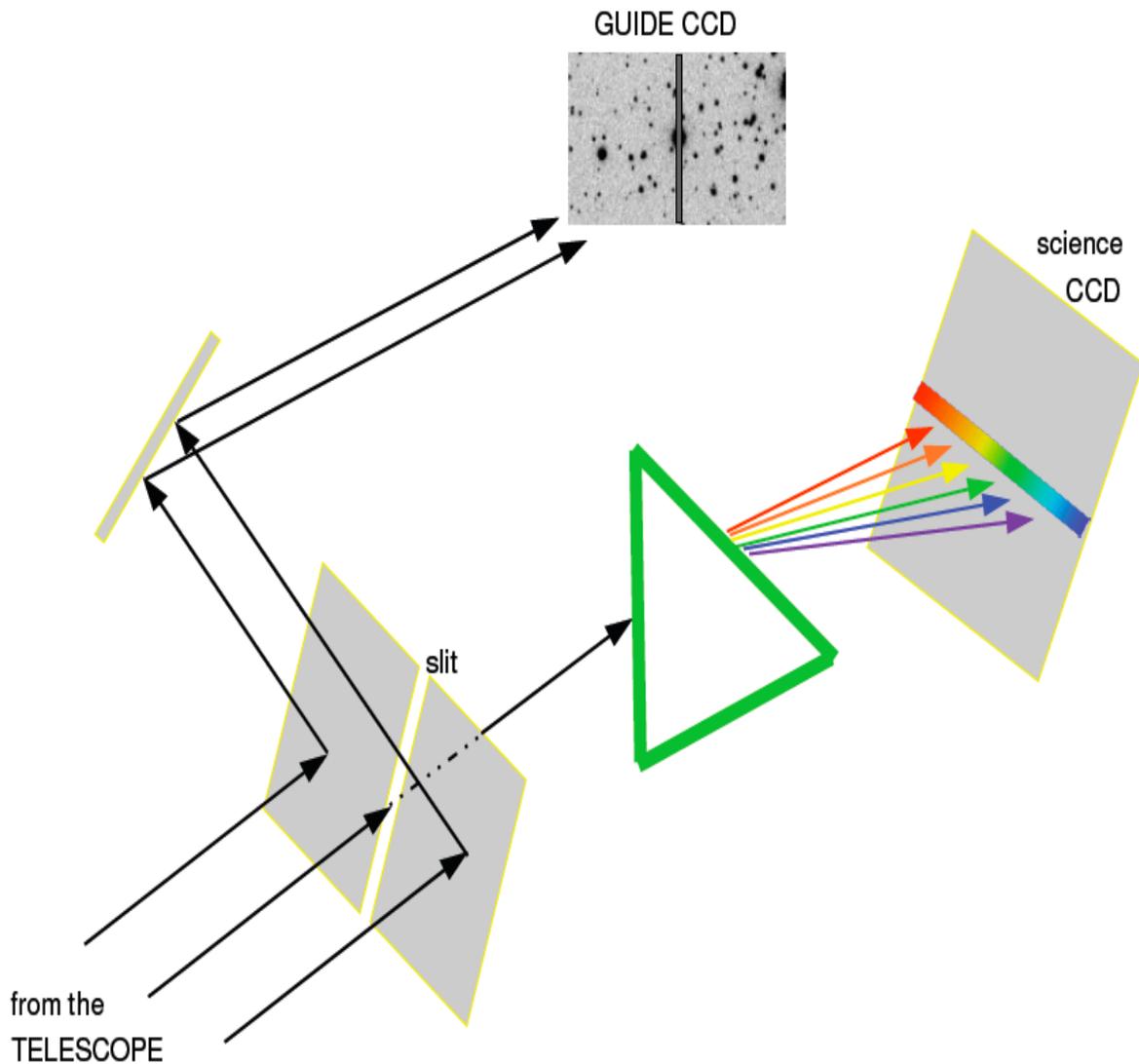


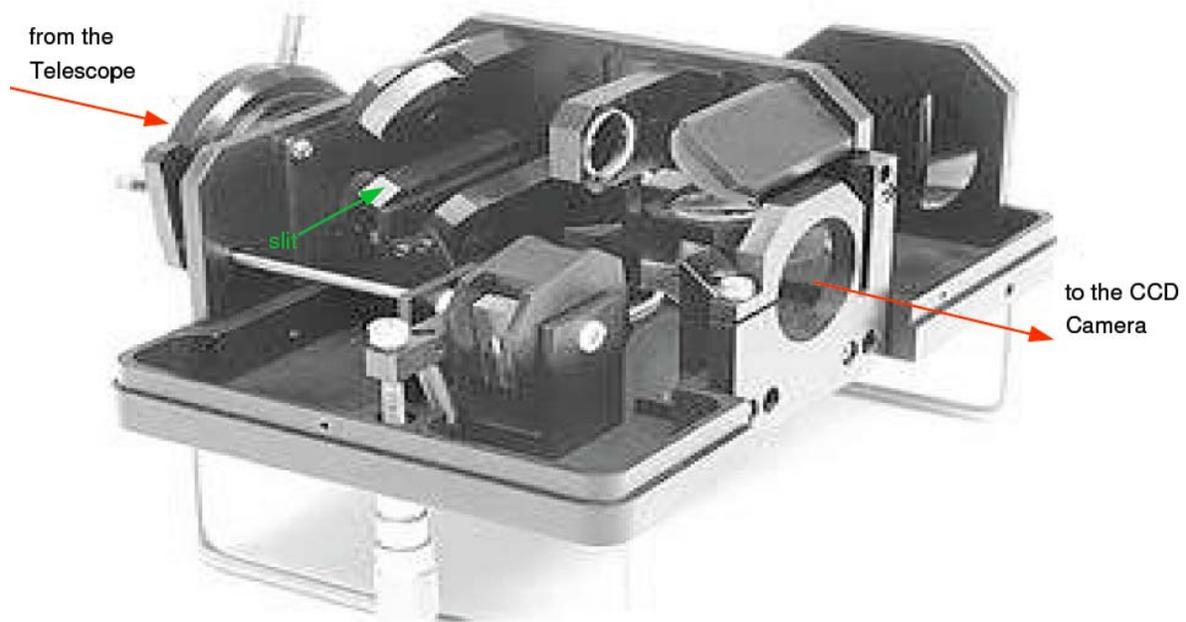
## FIA 0111 Experiencia Práctica # 2 A ELEMENTOS DE ESPECTROSCOPIA

Son dos los objetivos de esta experiencia; familiarizarse con los fundamentos de espectroscopia astronómica y analizar cualitativamente espectros de objetos astronómicos. Se obtendrán imágenes directas con el PUC40 y espectros con el Meade40 de una estrella brillante y de una nebulosa planetaria (PN). El alumno reconocerá el tipo espectral de la estrella e indentificará líneas de absorción y emisión en el espectro de la nebulosa.

### Introducción a la espectroscopia



## Espectrógrafo SBIG del Observatorio UC



---

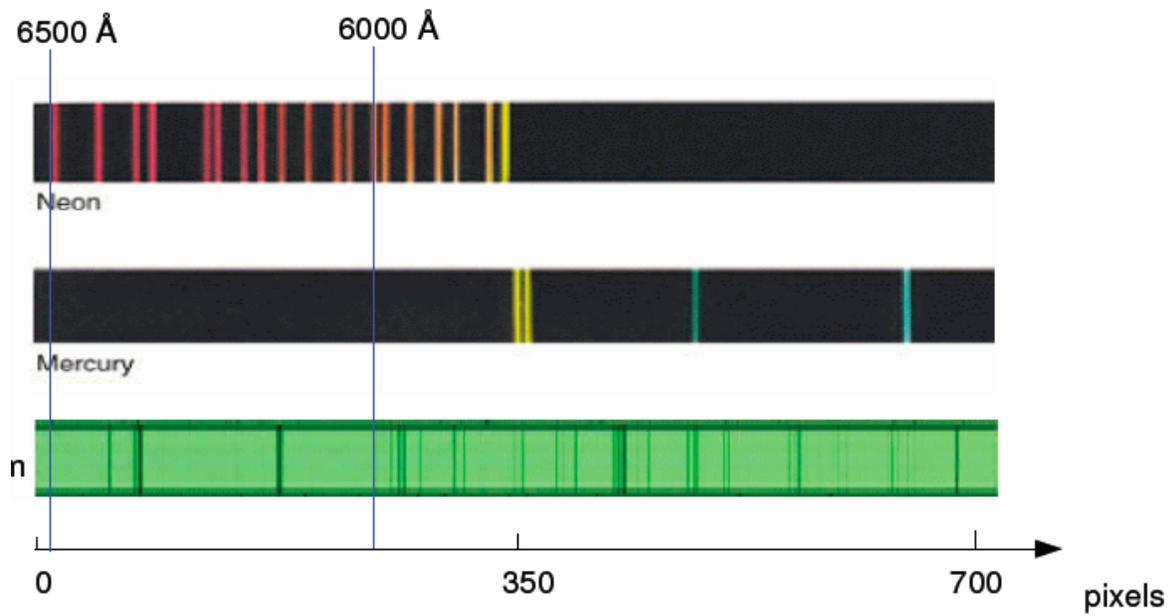
### Observaciones espectroscópicas

**Imágenes de Calibración:** Para obtener un espectro calibrado necesitamos las siguientes imágenes:

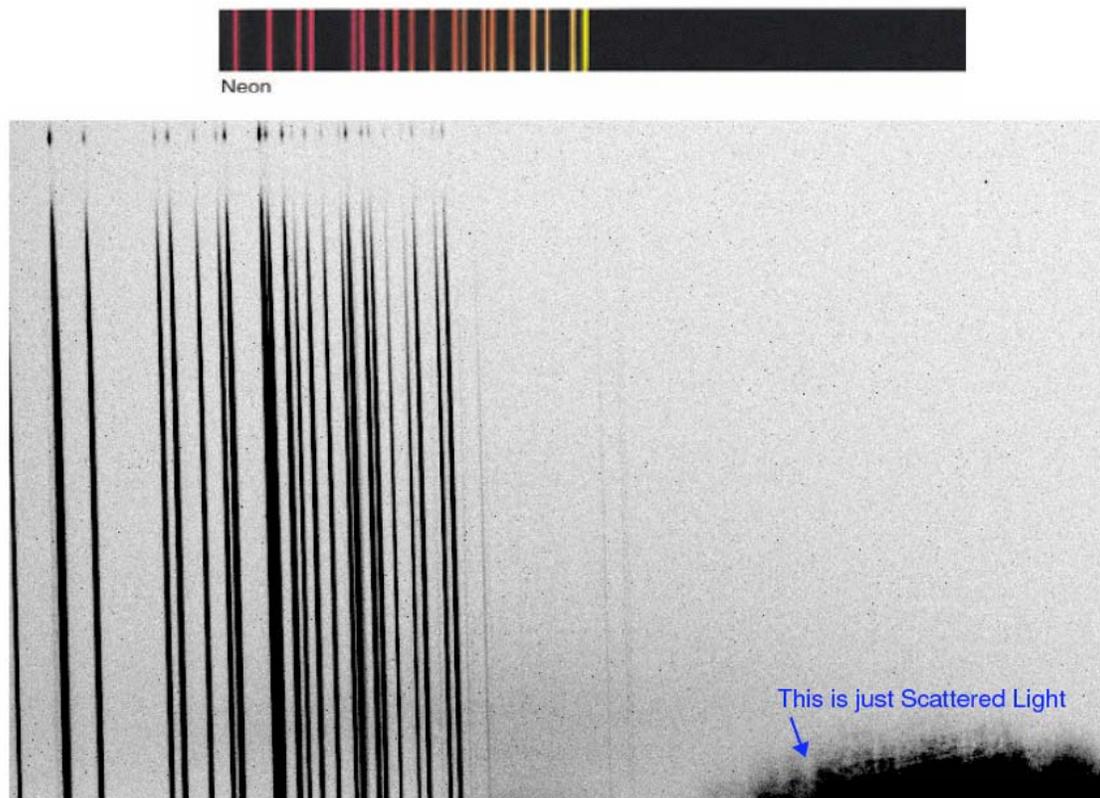
- 1) Bias
- 2) Dark
- 3) Sky / Dome Flat [ si es posible ]
- 4) Lámpara Flat [ cuando 3 no es posible ]
- 5) Lámpara de calibración

Como explicará el ayudante antes de las observaciones, las imágenes de 1 al 4 son necesarias para eliminar impurezas instrumentales en la cámara CCD. La calibración en longitud de onda se realiza usando el espectro de una lámpara de laboratorio obtenido con el mismo instrumento y cámara que la observación astronómica. Esta vez no tomaremos FLATS ya que no haremos medidas espectrofotométricas.

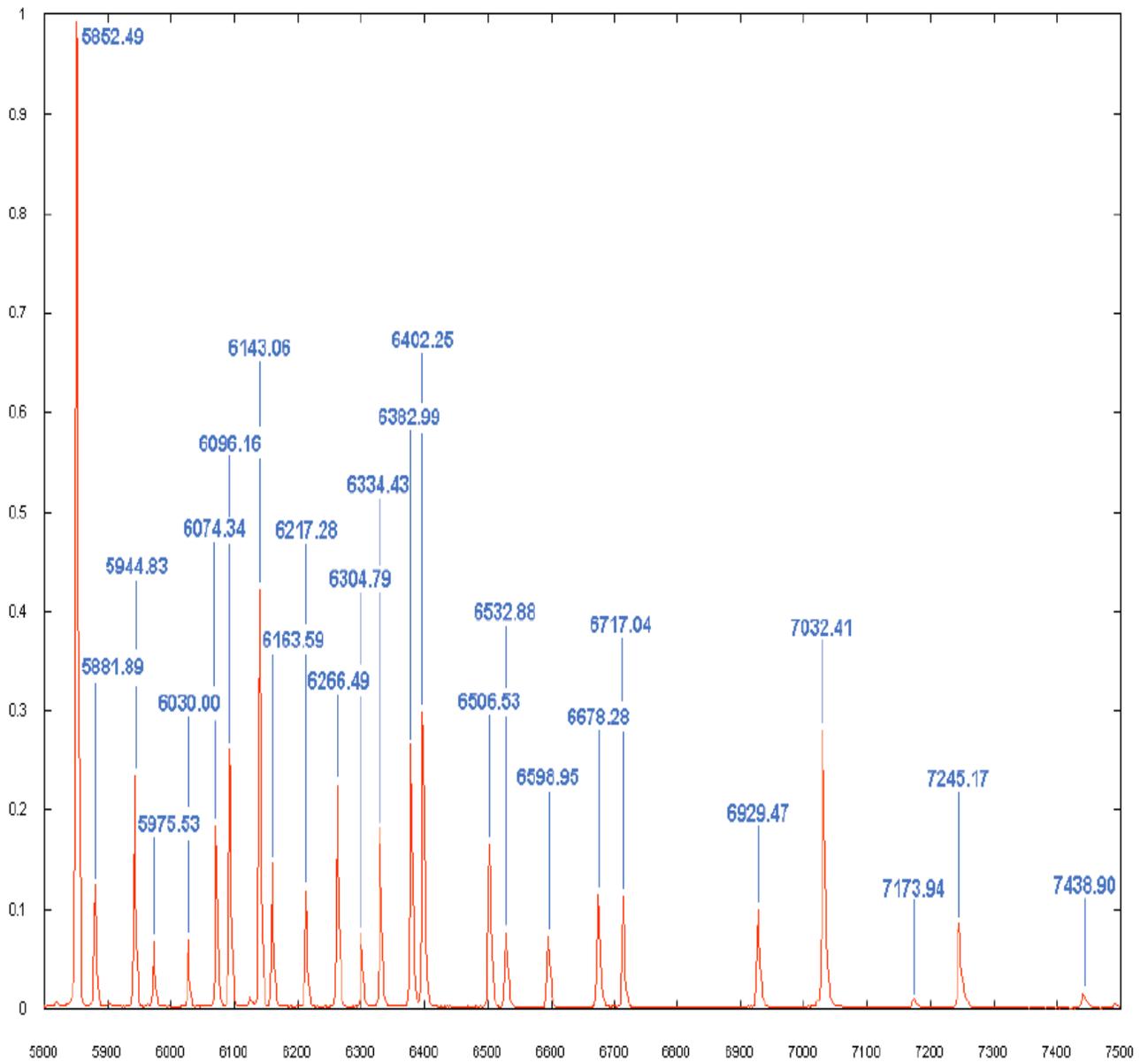
**Espetros de emisión de las lámparas de Neon y Mercurio. El tercer espectro es el objeto.**



**Espectro de la lámpara de Neon.**

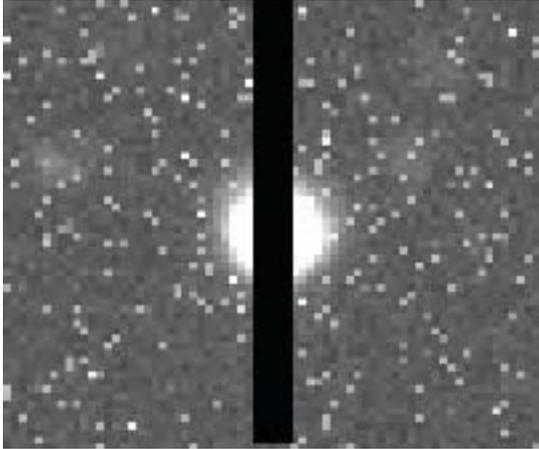


## Líneas de Neon

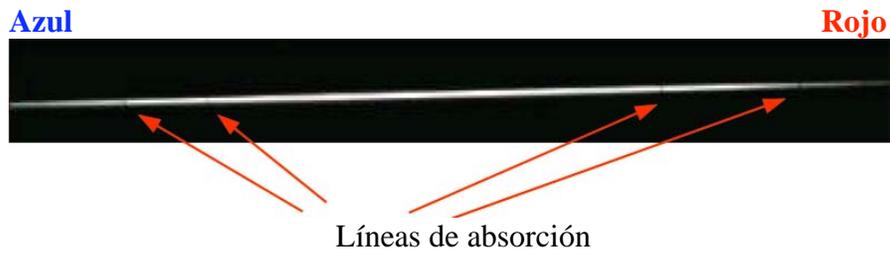
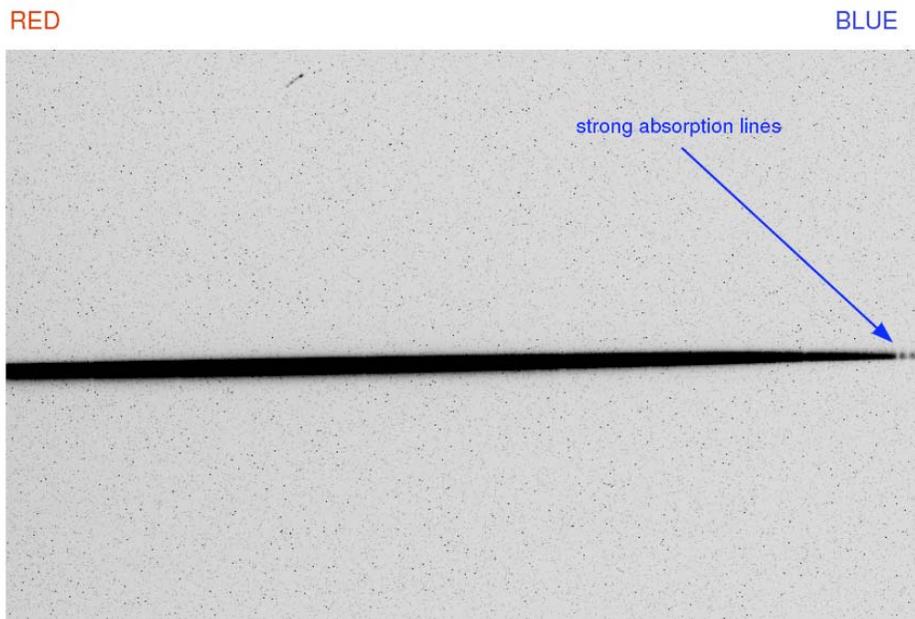


Un espectro real de una estrella:

En la cámara CCD de Guía

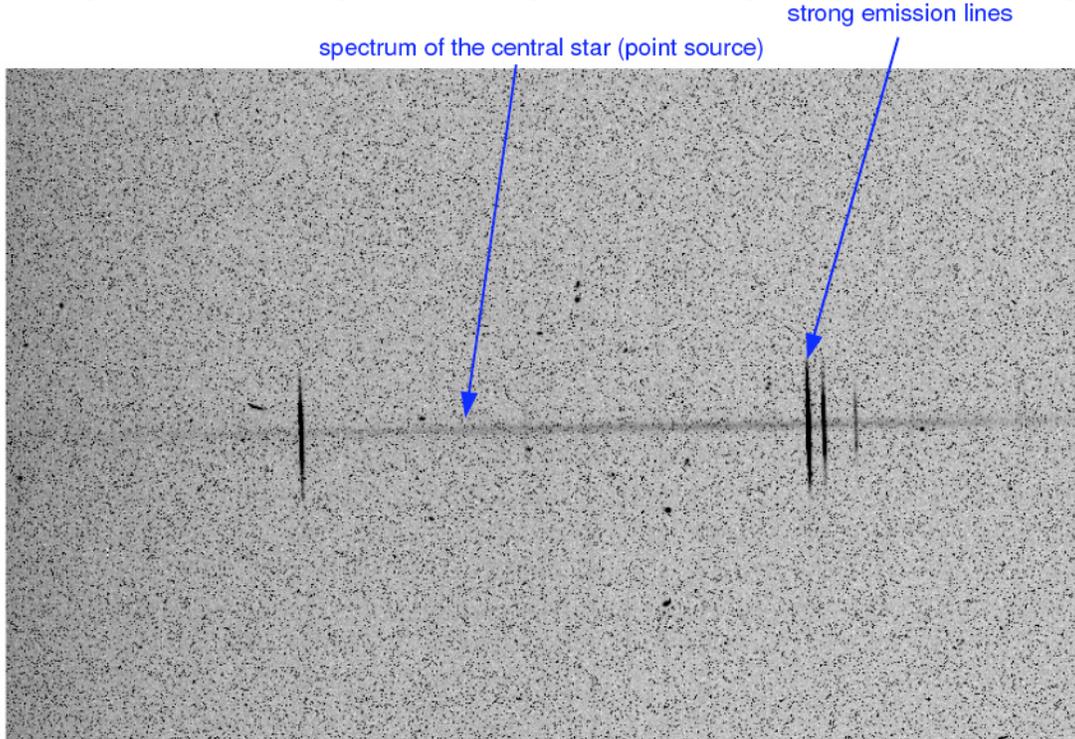


En la cámara CCD de Ciencia



### Espectro de una Nebulosa Planetaria (PN)

Notar que una PN es un objeto extendido por lo tanto su espectro presenta líneas largas.



### Resolución Espectral

Una de las cantidades más importantes en espectroscopia es la resolución espectral. Esta cantidad depende del instrumento y del elemento dispersor. La resolución espectral se define como:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

donde,  $\Delta\lambda$  es la mínima diferencia en longitud de onda que es posible resolver.  $R=1000 - 50000$  para espectrógrafos comunes. Si el corrimiento de una línea espectral se debe al

efecto Doppler, entonces  $R \cdot c$  es la menor diferencia en velocidad que se puede medir. A veces la resolución se expresa por el número de  $\text{\AA}$  por pixel (*=dispersión*, equivalente a arcsec/pix en una imagen directa) o por elemento de resolución (*=resolución*, equivalente al seeing en una imagen directa).

NOTA: En general, alta resolución significa un rango en longitud de onda pequeño, mientras que baja resolución significa un rango grande.

## Especificaciones Espectrógrafo SBIG

High dispersion =  $1.07 \text{ \AA/px}$  ( FWHM =  $\Delta\lambda = 2.2 \text{ \AA}$      $R = 6000/2.2 = 2730$ )  
The CCD has 765 pixels  $\Rightarrow 765 \times 1.07 = 818 \text{ \AA}$  total wavelength range

Low dispersion =  $4.3 \text{ \AA/px}$  ( FWHM =  $\Delta\lambda = 8 \text{ \AA}$      $R = 6000/8 = 750$ )  
The CCD has 765 pixels  $\Rightarrow 765 \times 4.3 = 3289 \text{ \AA}$  total wavelength range

### Experiencia:

Usted observará una estrella brillante (Antares) y una de nebulosa planetaria. La nebulosa planetaria la elegirá de la lista en el anexo de esta guía.

Con el PUC40, imágenes directas en tres filtros, B,V,R

1. Obtenga una imagen de una estrella y de una nebulosa planetaria en cada filtro.
2. Obtenga imágenes de calibración, FLAT y BIAS para cada filtro.

Con el Meade40, espectroscopia de baja resolución.

1. Obtenga un espectro de una estrella y de una nebulosa planetaria.
2. Obtenga calibraciones, BIAS y LAMPARAS de Comparación. Use Neon

Los ayudantes harán el procesamiento de las imágenes y extraerán los espectros. Las imágenes y espectros reducidos y extraídos estarán disponibles el Martes de la semana siguiente.

Usaremos las imágenes directas para hacer una estimación de la magnitud aparente de la estrella y de la PN en bandas B,V y R. Los ayudantes harán las mediciones. Las imágenes reducidas y la estimación de las magnitudes estarán disponible.

Para la estrella, usaremos el espectro bi – dimensional reducido y su extracción para estimar su tipo espectral. Para ello se comparan los espectros observados con espectros de muestra del anexo 2.

Para la nebulosa planetaria, usaremos el espectro para identificar el continuo y medir la longitud de onda de líneas de emisión y líneas de absorción.

## Informe:

Desarrolle y responda las siguientes preguntas en su informe:

1. Usted trabajará con cámaras electrónicas tipo CCD. Averigüe y describa que es una cámara CCD. Averigüe e informe las características de las cámaras usadas en los telescopio del UbUC.
2. Usted trabajará con un espectrógrafo. Averigüe que es y como funciona un espectrógrafo y describa las características del espectrógrafo que usó en sus observaciones.
3. Use las líneas de la lámpara de Neon para calibrar en longitud de onda sus espectros. Para esto basta usar una regla de graduación fina. Encuentre la relación entre la distancia a un punto de origen, que usted tiene que elegir, y la longitud de onda. Mida con su regla la distancia a varias líneas del Neon. Haga un gráfico entre esa distancia, en el eje X, y la longitud de onda, en el eje Y.
4. Estime el tipo espectral y la temperatura efectiva de la estrella. Identifique alguna de las líneas más intensas en el espectro de la estrella. ¿Son estas líneas de emisión o de absorción? ¿Espera líneas de emisión en este espectro? Justifique
5. ¿Qué es una nebulosa planetaria? Describa el espectro de la PN observada. Identifique a que elemento y a que transición corresponden las líneas de absorción y líneas de emisión en su espectro. Explique porque en los espectros de PN hay líneas de emisión y líneas de absorción. Justifique
6. Estime la incerteza en cada medida que realice. Justifique

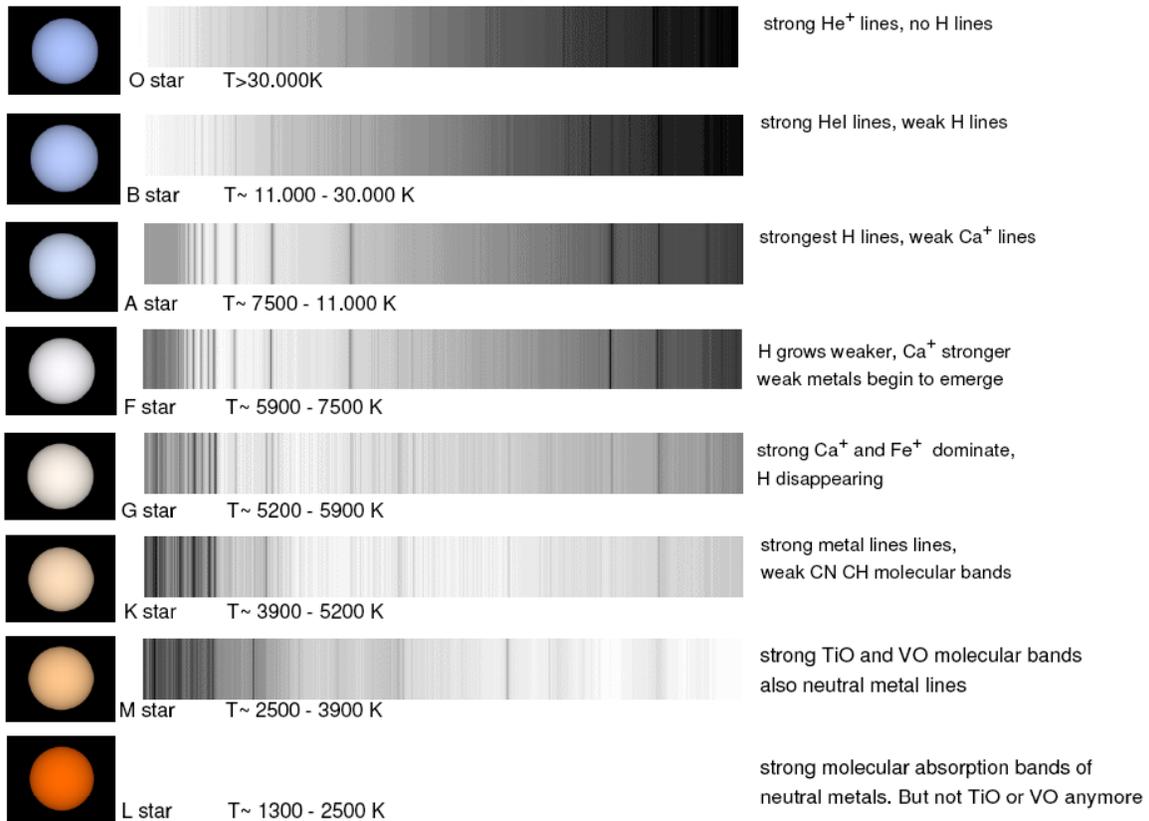
## Anexo 1: Nebulosas Planetarias Brillantes

Nombre común	Size	Mag.	Area	NGC	Tipo, Const.	R.A. (J2000)	Dec. (J2000)	VQ
1 NGC6567	0.1	12.0	0.01	6567	PNcompact Sgr	18 13 42	-19 05	E
2 NGC6629	0.3	12.0	0.07	6629	PNdisc Sgr	18 25 42	-23 12	E
3 NGC6644	0.1	12.0	0.01	6644	PNcompact Sgr	18 32 36	-25 08	E
4 NGC6781	1.8	12.0	2.5	6781	PNring Aql	19 18 24	+06 33	E
5 NGC6790	0.1	10.0	0.01	6790	PNcompact Aql	19 23 12	+01 31	D
6 NGC6803	0.1	11.0	0.0	6803	PNcompact Aql	19 31 18	+10 03	D
7 NGC6804	1.1	12.0	1.0	6804	PNdisc+CentStar Aql	19 31 36	+09 13	E
8 NGC6818	0.3	10.0	0.1	6818	PNring Sgr	19 44 00	-14 09	D
9 NGC6891	1.2	12.0	1.1	6891	PNdisc Del	20 15 12	+12 42	E
10 IC4997	0.03	12.0	3.1	0000	PN Sge	20 20 12	+16 45	
11 SaturnNebula	1.7	8.0	2.3	7009	PNirregular Aqr	21 04 12	-11 22	C
12 HelixNebula	12.8	13.5	129	7293	PNring+CentStar Aqr	22 29 36	-20 48	
13 NGC246	3.8	8.0	11.3	0246	PNring Psc	00 47 00	-11 53	C
14 NGC1360	6.5	99.9	33.2	1360	PNirregular For	03 33 18	-25 51	c
15 NGC1535	0.7	10.0	0.4	1535	PNring+CentStar Eri	04 14 12	-12 44	D
16 NGC2022	0.3	12.0	0.1	2022	PNring Ori	05 42 06	+09 05	E
17 IC2165	0.1	13.0	0.01	0000	PN CMa	06 21 42	-12 59	
18 NGC2438	1.1	10.0	1.0	2438	PNring-InFrontOfM46Pup	07 41 48	-14 44	D
19 NGC2440	0.5	11.0	0.2	2440	PNirregular Pup	07 41 54	-18 13	D
20 Eight-burstPN	0.8	8.0	0.5	3132	PNring+CentStar Vel	10 07 00	-40 26	C
21 PLN-272+12.1	47	8.2	1,735	0000	PN Vel	10 07 00	-41 27	
22 GhostOfJupiter	20.8	9.0	340	3242	PNring+CentStar Hya	10 24 48	-18 38	C
23 BluePlanetary	0.2	8.0	0.03	3918	PNdisc Cen	11 50 18	-57 11	C
24 NGC4361	1.8	10.0	2.5	4361	PNirregular Crv	12 24 30	-18 48	D
25 IC4634	0.2	11.0	0.03	0000	PN Oph	17 01 36	-21 50	
26 BugNebula	0.8	13.0	0.5	6302	PNirregular Sco	17 13 42	-37 06	E
27 BoxNebula	1.1	11.0	1.0	6309	PNdisc Oph	17 14 06	-12 55	D
28 NGC6337	0.8	99.9	0.5	6337	PNring Sco	17 22 18	-38 29	
29 NGC6369	1.1	13.0	1.0	6369	PNring Oph	17 29 18	-23 46	E
30 LittleGem	0.6	13.0	0.3	6445	PNirregular Sgr	17 49 12	-20 01	E

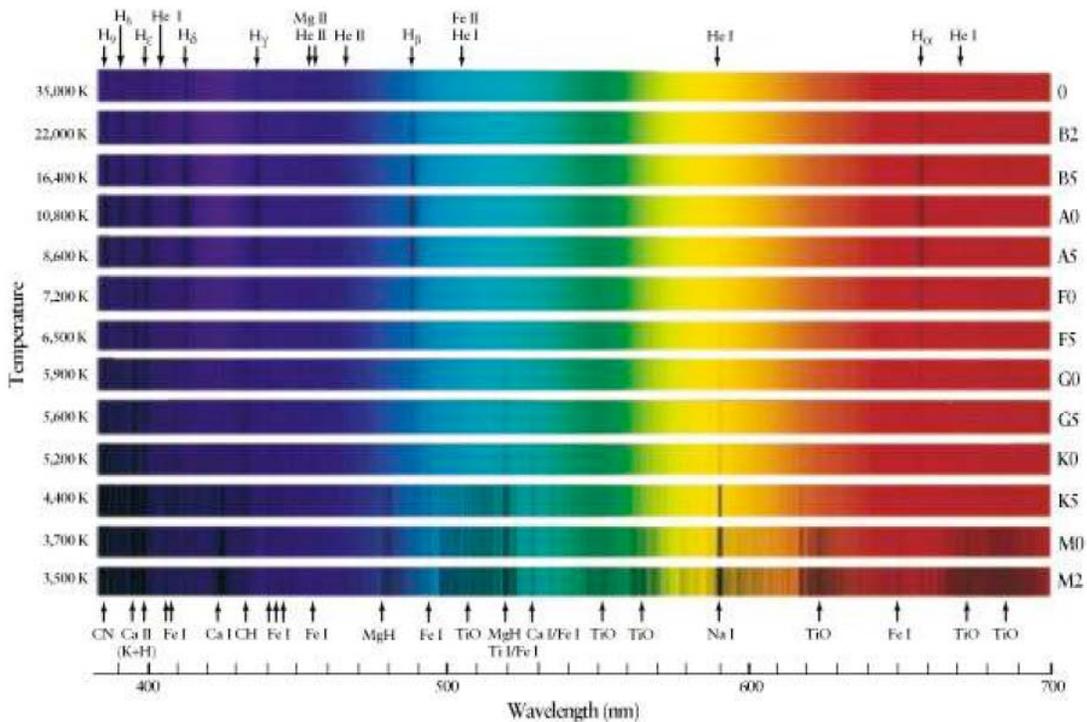
## Estrella: Antares

HR	Name	R.A.(J2000)	DE(J2000)	Vmag	B-V
6134	21Alp Sco	16 29 24.4	-26 25 55	0.96	1.83

## Anexo 2: Clasificación de Espectros Estelares: El sistema MK



## Espectros, Clasificación e identificación de líneas espectrales estelares.



Espectros de estrellas con su tipo espectral y líneas más prominentes

