Astronomía Práctica 1

Problema 1 *Responde a las siguientes cuestiones, utilizando la simulación de exploración del cielo, la simulación de coordenadas ecuatoriales, y la simulación de coordenadas horizontales, si fuera necesario.*

i) ¿Qué punto y/o plano se toma como referencia para medir las coordenadas ascensión recta, declinación, altitud y azimut?

ii) ¿Qué ventaja tienen las coordenadas horizontales?

iii) ¿Qué ventaja tienen las coordenadas ecuatoriales?

Problema 2 *En el año 350 a.C. Aristóteles observó que no se veían las mismas estrellas en el cielo de Atenas que en el cielo de Alejandría. Este fue uno de los argumentos que utilizó para defender que la Tierra era esférica. Resuelve las siguientes cuestiones, utilizando la simulación de rangos de declinación y la simulación de exploración del cielo, si fuera necesario:*

i) ¿Para que rango de declinaciones δ las estrellas no son visibles nunca en Atenas?

ii) ¿Para qué rango de declinaciones, δ, las estrellas son circumpolares en Atenas?

iii) ¿Para qué rango de declinaciones, δ, las estrellas se elevan y se ponen en Atenas?

iv) Usa Stellarium para determinar cuánto valía la declinación de Canopus en el año 350 a.C.

v) ¿Era visible desde Atenas y/o desde Alejandría en el año 350 a.C.?

Problema 3 *Las coordenadas ecuatoriales del Sol varían a lo largo del año. Resuelve las siguientes cuestiones, utilizando la simulación de la eclíptica, y de trayectoria del Sol, si fuera necesario:*

i) ¿Cuál es la declinación máxima del Sol? ¿Cuándo se alcanza?

ii) ¿Cuándo pasa el Sol por el Zenit en Santander?

iii) ¿Cuál es la ascensión recta del Sol en el equinoccio vernal?

iv) ¿A partir de qué latitudes el Sol puede ser circumpolar?

Problema 4 *Hiparco de Nicea (190-120 a.C.) realizó un catálogo de estrellas en el que clasificó las estrellas en 6 magnitudes, desde las estrellas más brillantes, de magnitud 1, hasta las estrellas más débiles de magnitud 6. Hoy en día se utiliza la escala de magnitud aparente, basada en la escala de Hiparco, per con una definición más precisa que veremos más adelante.*

i) Utiliza Stellarium para comprobar cómo varía el número de estrellas que se distinguen en función del tiempo que pasa desde que empieza a anochecer hasta que se hace de noche cerrada. Realiza capturas de pantalla.

ii) Comprueba los ajustes de contaminación lumínica (escala de Bortle) para ver cómo afecta a la visibilidad de las estrellas actualmente. Realiza capturas de pantalla.

iii) Escribe el nombre de estrellas que redondeando correspondan a cada una de las escalas de magnitud entre 1 y 6 (dos estrellas por escala).

Problema 5 *Eratóstenes de Cirene (276-194 a.C.) fue el primer astrónomo que midió el diámetro de la Tierra. Para ello realizó varias suposiciones:*

- *En Alejandría los rayos de Sol nunca inciden de manera perpendicular a la superficie de la Tierra.*
- *Siena (actual Asuán) está situada sobre el trópico de Cáncer y los rayos de Sol inciden de manera perpendicular a la superficie de la Tierra el día del solsticio de verano a mediodía.*
- *La distancia entre Alejandría y Siena es de* 5000 *estadios (unos* 900 *km).*
- *Alejandría y Siena están situadas sobre el mismo meridiano.*

i) *Busca datos y comenta en qué medida cada una de sus suposiciones eran correctas, utilizando si es necesario la animación de los rayos de Sol y la animación de la trayectoria del Sol según la latitud.*

ii) *Eratóstenes midió un ángulo de* $7.2°$ *que forma la sombra en Alejandría el día del solsticio de verano a mediodía. Utilizando el dibujo que aparece en las transparencias, y suponiendo ciertas las suposiciones enumeradas, calcula el diámetro de la Tierra.*

iii) *Compara el resultado obtenido con el valor del diámetro de la Tierra aceptado actualmente que es* 12742 *km.*

Problema 6 *Hiparco utilizó métodos propuestos por Aristarco para medir distancias en el Sistema Solar*

i) *Observando los eclipses lunares, Aristarco estimó que el diámetro de la Tierra era 3 veces el diámetro de la Luna. Además estimó que el tamaño angular de la Luna era de* $0.5°$. *Calcula la distancia Tierra-Luna en unidades del diámetro de la Tierra y en km.*

ii) *Utiliza el triángulo de Aristarco que figura en las transparencias, para calcular la distancia Tierra-Sol en unidades de la distancia Tierra-Luna y en km, sabiendo que Aristarco midió el ángulo* θ *y obtuvo que* $\theta = 87°$.

iii) *Aristarco estimó que el tamaño angular del Sol era* $0.5°$, *calcula el diámetro del Sol en unidades del diámetro de la Tierra y en km.*

iv) *Hoy en día sabemos que el ángulo* θ *es de* $89.853°$ *y que el diámetro de la Tierra es aproximadamente 4 veces el diámetro de la Luna. Utiliza estos datos para comparar los resultados correctos con los resultados de Aristarco.*

Problema 7 *Hiparco comparó la declinación y ascensión recta de la estrella Spica en el año 134 a.C. con las medidas realizadas por Timocharis en el año 290 a.C. y descubrió que había una diferencia importante.*

i) *Utiliza Stellarium para comprobar la diferencia de posición de Spica observada por Hiparco respecto a Timocharis. ¿Cuánto valía la diferencia en declinación y ascensión recta?*

ii) *¿A qué era debido dicho cambio?*

iii) *Cuál era la estrella más cercana al polo norte celeste en el año 3000 a.C.?*

iv) *¿Volverá en algún momento a ser dicha estrella la más cercana al polo norte celeste? ¿Cuándo?*

Astronomía Práctica 2

Problema 1 *Responde a las siguientes cuestiones:*

i) *Explica qué significa* movimiento retrógrado de un planeta.

ii) *Describe cómo se puede explicar el movimiento retrógrado introduciendo una modificación en el modelo geocéntrico. Utiliza la animación de trayectorias y y la animación de órbitas de Marte.*

iii) *Describe cómo se puede explicar el movimiento retrógrado mediante el modelo heliocéntrico. Utiliza la animación de movimiento retrógrado y la simulación de configuraciones.*

Problema 2 *Responde a las siguientes cuestiones:*

i) *Explica qué son* las fases de Venus.

ii) *Compara cómo se verían las fases de Venus en los modelos geocéntrico y heliocéntrico. Utiliza la animación del modelo geocéntrico y la animación de las fases de Venus.*

iii) *¿Qué observaciones de las fases de Venus no puede explicar el modelo geocéntrico?*

Problema 3 *Tycho Brahe (s. XVII), James Bradley (s. XVIII), y Friedrich Bessel (s. XIX) intentaron medir el paralaje estelar con una precisión instrumental de* $1'$, $1''$ *y* 20 *mas (mili segundos de arco) respectivamente. Utiliza la calculadora de paralaje, y la base de datos SIMBAD para responder a las siguientes preguntas:*

i) *Explica la fórmula que aparece en la calculadora de paralaje.*

ii) *La estrella más cercana a la Tierra es Alpha Centauri. ¿Fue Brahe capaz de detectar paralaje?*

iii) *¿A qué distancia tendría que estar situada una estrella para que Brahe hubiese podido medir su paralaje?*

iv) *Bradley intentó medir el paralaje de Gamma Draconis. ¿Lo consiguió?*

v) *Bessel midió un paralaje de* 300 *mas para la estrella 61 Cygni. ¿A qué distancia se encuentra dicha estrella? Expresa la respuesta en años-luz, Unidades Astronómicas y kilómetros.*

Problema 4 *Responde a las siguientes cuestiones:*

i) *¿Qué es un día sidéreo?*

ii) *¿Sería buena idea utilizar el día sidéreo como referencia civil?*

Problema 5 *Supongamos que tienes acceso a un gran telescopio durante la última semana de septiembre. Uno de los dos objetos que quieres observar está en la constelación de Virgo; el otro está en la constelación de Piscis. Sólo tienes tiempo para observar un objeto: ¿cuál deberías elegir? Justifica tu respuesta.*

Problema 6 *Los habitantes de las islas polinesias del Pacífico Tahití y Oahu, celebraban festivales los días que el Sol pasaba por el cénit al mediodía local. Responde a las siguientes cuestiones utilizando la información de la Figura de las transparencias en la que se muestra el Analema del Sol.*

i) ¿Cuántas veces al año se celebraba el festival en cada una de las islas?

ii) ¿En qué época(s) del año se celebraba el festival en Tahití?

iii) ¿En qué época(s) del año se celebraba el festival en Oahu?

Problema 7 *Considera las siguientes situaciones:*

i) Imagina que unos alienígenas tecnológicamente avanzados, pero muy traviesos, han reducido la inclinación del eje de la Tierra de 23.5° a 0°, dejando inalterada la órbita de la Tierra. Dibuja el Analema en este caso.

ii) Ahora imagina que los alienígenas han restaurado la inclinación del eje de la Tierra a su valor original de 23.5°, pero que han cambiado la órbita de la Tierra de manera que sea una circunferencia perfecta, siendo la velocidad orbital de la Tierra constante a lo largo del año. Dibuja el Analema en este caso.

iii) El Analema de Marte se muestra en la siguiente Figura. ¿Cuánto vale aproximadamente la inclinación del eje de rotación de Marte?

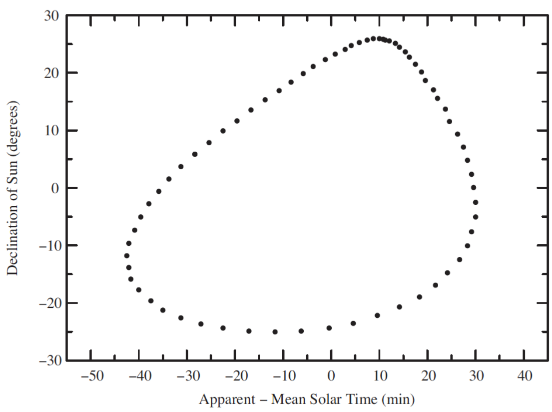

Figure 1: Analema de Marte.

Astronomía Práctica 3

Problema 1 *Si medimos para la estrella Sirius un flujo de* $F = 1.2 \times 10^{-7}$ *W* m^{-2} *y sabiendo que su paralaje vale* 379 *mas, calcula la Luminosidad de Sirius. Expresa el resultado en W y en* $L_{\odot}$.

Problema 2 *Próxima Centauri es la estrella más cercana al sistema solar. Su paralaje es de 0.772 arcosegundos y su magnitud aparente es de 10.7. Calcula:*

i) La distancia a la que se encuentra Próxima Centauri en años luz, parsecs y kilómetros.

ii) La magnitud aparente de Próxima Centauri si estuviera situada a 10 *parsecs de nosotros.*

iii) La magnitud absoluta de Próxima Centauri.

iv) El módulo de distancia de Próxima Centauri.

Problema 3 *La magnitud aparente de Vega vale* 0 *ya que suele tomarse como referencia para calibrar el sistema de magnitudes. El paralaje de Vega es de* 130 *mas. Calcula:*

i) El cociente de flujos entre Vega y Próxima Centauri.

ii) El cociente de luminosidades entre Vega y Próxima Centauri.

iii) Las luminosidades de Vega y Próxima Centauri en $L_{\odot}$*, sabiendo que la magnitud absoluta bolométrica de Vega es de* $M_{bol} = 0.735$.

Problema 4 *Busca el paralaje y las magnitudes aparentes medida con los filtros,* m_V*, y* m_B *de la estrella Rigel en la base de datos SIMBAD. Calcula:*

i) La distancia a la que se encuentra Rigel en parsecs.

ii) La magnitud absoluta de Rigel en el visible.

iii) El módulo de distancia de Rigel.

iv) La temperatura de Rigel.

Problema 5 *Busca el paralaje y las magnitudes aparentes medidas con los filtros,* m_V*, y* m_B *de la estrella Epsilon Eridani en la base de datos SIMBAD. Su corrección bolométrica es de* $BC = -0.4$. *Calcula:*

i) La temperatura de Epsilon Eridani.

ii) La magnitud aparente bolométrica de Epsilon Eridani.

iii) La magnitud absoluta bolométrica de Epsilon Eridani.

iv) La Luminosidad bolométrica de Epsilon Eridani. Expresa el resultado en W y en $L_{\odot}$.

Problema 6 *El sistema estelar Luyten 762-8 contiene dos estrellas, una con magnitud aparente* $m_1 = 12.5$ *y la otra con* $m_2 = 12.9$. *¿Cuál es la magnitud aparente combinada de las dos estrellas?*

Problema 7 *Un cúmulo de estrellas contiene 100 estrellas con magnitud absoluta* $M = 0.0$, *1000 estrellas con* $M = 3.0$, *y 10,000 estrellas con* $M = 6.0$. *¿Cuál es la magnitud absoluta del cúmulo tomado en su conjunto?*

Problema 8 *Betelgeuse es una estrella supergigante roja que se encuentra a* 133 *pc y su tamaño angular medido en el visible es de* 58 *mas. Su magnitud bolométrica es aproximadamente* $M_{bol} = -7.4$.

i) El radio de Betelgeuse en unidades de $R_\odot$.

ii) La temperatura efectiva de Betelgeuse.

iii) ¿La temperatura efectiva es siempre igual a la temperatura superficial? ¿Por qué?

Astronomía Práctica 4

Problema 1 *Usando el paquete* `astropy.constants` *de Python y utilizando como referencia la sección 6.2 del documento del* `enlace`*, realiza las siguientes tareas:*

i) *Identifica y muestra por pantalla:* $M_\odot$ *en kg,* $R_\odot$ *en m,* $M_\oplus$ *en kg,* $R_\oplus$ *en m, y la distancia media entre la Tierra y el Sol en metros.*

ii) *Calcula la temperatura efectiva del Sol en Kelvin a partir de la ley de Stefan-Boltzmann.*

iii) *Transforma un parsec a kilómetros utilizando el paquete* `astropy.units`*.*

Problema 2 *En el archivo* `Fluxes.csv` *se encuentran los flujos de las estrellas* A*,* B *y* C *en función del tiempo juliano.*

i) *Carga el archivo y visualiza los nombres de las columnas.*

ii) *Transforma tiempo juliano a tiempo juliano modificado.*

iii) *Representa los flujos de las estrellas* A*,* B *y* C *en función del tiempo juliano modificado. Utiliza un color diferente para cada estrella, puntos en lugar de líneas y añade una leyenda, etiquetas en los ejes y un título.*

iv) *Calcula el flujo medio y la desviación estándar de cada estrella. ¿Qué estrella se ha medido con mayor precisión?*

v) *Calcula el coeficiente de variación de cada estrella y revisa la pregunta anterior.*

vi) *Calcula las magnitudes aparentes en función del tiempo de las estrellas* A*,* B *y* C *utilizando como constante de calibración* $C = 20$ *de forma que* $m = 20 - 2.5\log_{10}(F)$*. Representa dichas magnitudes en función del tiempo.*

vii) *Calcula media, desviación estándar y coeficiente de variación de la magnitud aparente cada estrella y compara con los valores obtenidos en los apartados 4 y 5.*

Problema 3 *El archivo* `ZetaPersei_Spectrum.fits` *contiene el espectro de la estrella* ζ *Persei medido por el Ultraviolet and Visual Echelle Spectrograph (UVES) del Very Large Telescope (VLT). La Temperatura de dicha estrella es* $T_{\text{eff}} \approx 21,000$ *K y su velocidad rotacional es* $v_{\text{rot}} \approx 40$ *km/s. Utiliza los comandos indicados en la sección 9.1 del* `enlace` *para realizar las siguientes tareas:*

- *i) Carga el archivo y visualiza el cabecero del archivo y las columnas de los datos.*
- *ii) Guarda las columnas* `WAVE` *y* `FLUX` *en dos variables.*
- *iii) Normaliza el espectro dividiendo por el flujo máximo y representa el espectro normalizado.*
- *iv) Busca las líneas de Balmer H*α*, H*β*, en el espectro, y marcalas con una línea vertical verde.*
- *v) Busca las líneas de absorción de Helio con frecuencias* 471.3, 492.1, 501.6, 504.7, 587.6, *y* 667.8 *nm, y marcalas con una línea vertical roja.*
- *vi) Representa el espectro en el rango de longitud de onda de* 587.0 *a* 590.0 *nm. Además de la línea de Helio, verás dos líneas de Sodio en* 589.0 *y* 589.6 *nm. Marca estas líneas con una línea vertical azul. Estas líneas provienen de materia interestelar a temperatura* $T \sim 100$ *K.*
- *vii) Observa la diferencia de anchura entre las líneas de Helio y las de Sodio, ¿a qué podría deberse esta diferencia?*
- *viii) La longitud de onda en reposo de la primera de las dos líneas de Sodio es* 588.995 *nm. Calcula la velocidad radial de la estrella* ζ *Persei suponiendo que la diferencia de longitud de onda observada y en reposo se debe únicamente a dicha velocidad radial.*

Astronomía Práctica 5

Instrucciones: Realiza esta práctica en un archivo Notebook .ipynb y exporta el archivo a formato html. Para los problemas que no requieran código, escribe las respuestas en una celda de texto Markdown. (Datos: Tablas A.3 y A.4 de Ryden & Peterson, Foundations of Astrophysics).

Problema 1 *Calcula longitud focal y escala de imagen para los siguientes telescopios:*

i) *El telescopio Mayall en el Observatorio Nacional de Kitt Peak que tiene una apertura $D = 4.0$ m. Su foco primario tiene una relación focal $f/2.7$, su foco Cassegrain tiene una relación focal $f/8$ y su foco Coudé tiene una relación focal $f/160$. Realiza los cálculos para cada uno de estos tres focos.*

ii) *El Gran Telescopio Canarias (GTC) en la isla de La Palma, que tiene una apertura $D = 10.4$ m. Su foco Cassegrain tiene una relación focal $f/16.33$.*

Problema 2 *Supón que la visión humana está limitada por la difracción a una longitud de onda de $\lambda = 5000$ Å, y que el diámetro de la pupila del ojo es $D = 8$ mm.*

i) *¿Qué resolución angular se puede conseguir con el ojo humano sin ayuda?*

ii) *Compara con el tamaño angular máximo de Venus y Júpiter vistos desde la Tierra.*

Problema 3 *¿Cuál es el tamaño del cráter más pequeño en la Luna que se puede observar con un telescopio de apertura de 300 mm?*

Problema 4 *¿Cuál es la apertura mínima de un telescopio que se necesita para ver los anillos de Saturno, sabiendo que el radio de la parte más interna de los anillos es de 66000 km?*

Problema 5 *Con el telescopio Hiltner de $D = 2.4$ m en Arizona, se puede obtener un espectro de una estrella en particular con una relación señal-ruido $S/N = 100$ en $t = 20$ min con un seeing promedio de ($\theta = 1''$). ¿Cuánto tiempo se necesitaría para obtener los mismos datos con el Telescopio Keck ($D = 10.0$ m) con una excelente visibilidad ($\theta = 0.4''$)?*

Problema 6 *Utiliza la libería* `photutils` *y el Notebook* `photutils_example.ipynb` *para realizar las siguientes tareas:*

i) *Simula una imagen de tamaño 500×500 con 15 fuentes puntuales con posición aleatoria, intensidad aleatoria entre 600 y 1000. Los parámetros σ_x, σ_y que determinan el tamaño de las fuentes, serán aleatorios entre 4 y 5 pixeles.*

ii) *Genera un ruido gaussiano con desviación estándar $\sigma_N = 1000$ y súmalo a la imagen.*

iii) *Visualiza las imágenes con y sin ruido.*

iv) *Convoluciona la imagen ruidosa con un kernel gaussiano de $\sigma = 4$ pixeles.*

v) *Busca las fuentes en la imagen convolucionada con la función* `find_peaks` *y* `threshold = 5` *σ siendo σ la desviación estándar de la imagen convolucionada.*

vi) *Representa la imagen con las fuentes encontradas y el ruido y comenta los resultados obtenidos.*

Problema 7 *Las imágenes captadas por telescopios astronómicos no tienen color. Cada píxel simplemente cuenta el número de electrones creados por los fotones incidentes, independientemente de su longitud de onda. Sin embargo, la sensibilidad del dispositivo depende de la longitud de onda. Para reconstruir una imagen a color, necesitamos al menos tres imágenes tomadas con diferentes filtros de longitud de onda. Considera las imágenes de la galaxia remolino M51 tomadas con el telescopio Hubble, en los filtros azul (435 nm), verde/visible (555 nm), y rojo/Hα (658 nm)* Descarga las imágenes *en formato fits:* `h_m51_h_s20_drz_sci.fits`, `h_m51_v_s20_drz_sci.fits` *y* `h_m51_b_s20_drz_sci.fits`.

- *i)* *Carga las imágenes y averigua las dimensiones de cada una.*
- *ii)* *Intenta visualizarlas en una figura con 3 subplots, ¿qué observas?*
- *iii)* *Transforma cada imagen de matriz a vector utilizando la función* `flatten` *de la siguiente manera:* `image_vector = image.flatten()`.
- *iv)* *Represernta en una misma gráfica con tres subplots el histograma de cada imagen transformada a vector, utilizando escala logarítmica en el eje y, usando* 100 *bins. ¿Qué observas?*
- *v)* *Calcula el percentil del* 99% *de cada imagen.*
- *vi)* *Vuelve a representar las imágenes en una figura con 3 subplots, pero esta vez utiliza la opción* `clim=(0, percentil_99)` *para ajustar el rango de cada imagen.*
- *vii)* *Normaliza las imágenes dividiendo cada imagen por su percentil* 99*, y después utiliza la función* `image = np.clip(image, 0, 1)` *para que los valores de las imágenes estén en el rango* $[0, 1]$.
- *viii)* *Define un array de tres dimensiones* `rgb = np.zeros((height, width, 3))` *y asigna a cada una de las tres columnas una imagen normalizada.*
- *ix)* *Representa la imagen reconstruida a color utilizando la función* `imshow` *de* `matplotlib`.

Astronomía Práctica 6

Instrucciones: Realiza esta práctica en un archivo Notebook .ipynb y exporta el archivo a formato html. Incluye también en el Notebook los problemas que no requieran código, usando celdas de texto Markdown cuando proceda. (Datos: Tablas A.3 y A.4 de Ryden & Peterson, Foundations of Astrophysics).

Problema 1 *¿Cuál es la densidad media $\bar{\rho}$ del satélite más grande de Saturno, Titán? ¿Qué sugiere esto sobre la composición de Titán?*

Problema 2 *El hielo sólido de agua pura tiene un albedo $A \approx 0.35$.*

i) *¿Cuál es la distancia mínima al Sol a la que un cubo de hielo que rota rápidamente permanecería congelado?[Temperatura de sublimación del hielo en vacío $T_{sub} \sim 200$ K.]*

ii) *¿Entre qué dos planetas se encuentra esta distancia?*

Problema 3 *La luna de Júpiter, Calisto, rota lentamente y tiene un bajo albedo ($A \approx 0.2$).*

i) *¿Cuál es la temperatura del punto subsolar de Calisto?*

ii) *¿Esperarías que Calisto retenga una atmósfera de N_2?*

iii) *¿Y una atmósfera de He? (Pista: puedes asumir que la exobase está en la superficie de Calisto.)*

Problema 4 *El archivo `UID_0113357_RVC_005.tbl` contiene tres columnas: tiempo Juliano heliocéntrico, velocidad radial y error en la velocidad radial de la estrella HD 217014. Se trata de un archivo de texto con cabecero descargado del NASA Exoplanet Archive. Visualiza el cabecero para observar los metadatos de la observación.*

i) *Carga el archivo, teniendo en cuenta que el cabecero del archivo ocupa 22 líneas.*

ii) *Redefine el tiempo fijando el origen en la primera observación.*

iii) *Representa la velocidad radial en función del tiempo. ¿Qué observas?*

iv) *Representa la velocidad radial en función del tiempo pero solo para los primeros 30 días e intenta estimar visualmente el periodo.*

v) *Utiliza el periodo $P = 4.230785$ días para representar la velocidad radial en función de la fase, x. Para ello representa dos periodos, $T = 2P$ y calcula la fase de cada observación, $x = t/T - \lfloor t/T \rfloor$.*

vi) *Define la función sinusoidal: $\Delta v(x) = A \sin(2\pi B x + C)$, y realiza un ajuste utilizando la función `curve_fit` de `scipy.optimize`.*

vii) *Repite la gráfica de la velocidad radial en función de la fase, x, añadiendo la función ajustada.*

viii) *Explica brevemente a qué se debe la variación de la velocidad radial observada.*

ix) *Utiliza la amplitud A, y el periodo P para estimar la masa del planeta, sabiendo que la masa de la estrella es $M_\star = 1.2 M_\odot$. Comenta las aproximaciones realizadas.*

Problema 5 *Considera la curva de luz del sistema TrES-2 tomada por el telescopio Oskar-Lühning de 1.2 m en Hamburgo en junio de 2013, dada en el archivo* `tres2_data.dat`*, que contiene tres columnas: Fecha Juliana Modificada (MJD), flujo relativo y error en el flujo relativo.*

i) Carga el archivo teniendo en cuenta que el cabecero ocupa 2 líneas.

ii) Representa el flujo relativo en función de la Fecha Juliana Modificada.

iii) Explica brevemente a qué se puede deber la variación del flujo observada.

iv) Para reducir el ruido, suaviza la curva de luz utilizando un filtro de media móvil con `window_size=10`*. Puedes utilizar la función que se proporciona en el archivo* `MovingAverage.py`*.*

v) Repite la gráfica inicial, añadiendo la curva de luz suavizada en función de la Fecha Juliana Modificada.

vi) Observa que los datos extremos pueden afectar al suavizado. Suaviza con una mediana móvil, añade la nueva curva de luz a la gráfica y compara los resultados.

vii) Estima a partir de la gráfica el cociente entre el radio del planeta y el radio de la estrella.

viii) Estima a partir de la gráfica el radio del planeta, sabiendo que el periodo orbital es de 2.47061 días, la masa de la estrella es $M_\star = 0.98 M_\odot$*. Comenta las aproximaciones realizadas.*

Astronomía Práctica 7

Instrucciones: Realiza esta práctica en un archivo Notebook .ipynb y exporta el archivo a formato html.

Problema 1 *La estrella 9 Sagittarii es una estrella de la secuencia principal con tipo espectral O5. Su magnitud aparente es $m_V = 6.0$. ¿Cuál es la distancia a 9 Sagittarii (ignorando extinción por polvo)? Nota: Utiliza la Tabla A.5 del libro Ryden & Peterson,* Foundations of Astrophysics.

Problema 2 *Considera un sistema binario eclipsante.*

i) A diferencia de un tránsito de un exoplaneta, en un sistema binario eclipsante se observan dos mínimos de diferente profundidad en la curva de luz. ¿Por qué?

ii) Demuestra que en un sistema binario eclipsante el eclipse primario (el más profundo) siempre ocurre cuando la estrella más caliente (no necesariamente la más grande o luminosa) es eclipsada.

Problema 3 *Utiliza la instrucción del Apéndice B del artículo Gaia Data Release 2 (2018) para reproducir la Figura 6 del artículo. Para ello sigue los siguientes pasos apoyándote en el Notebook `ejemplo_GAIA.ipynb`:*

i) Instala la librería `astroquery` en tu entorno de trabajo.

ii) Sustituye la instrucción que aparece en `Gaia.launch_job` por la del Apéndice B.

iii) Modifica la instrucción `SELECT TOP 5` por un número mayor para que obtengas el mismo número de estrellas que en la Figura 6.

iv) Visualiza qué columnas tiene la tabla que has descargado.

v) En este enlace se muestran los filtros utilizados en la misión GAIA, comenta cuáles son y en qué rango de longitudes de onda se encuentran.

vi) Busca en la documentación de GAIA qué significan las columnas `parallax`, `phot_g_mean_mag` y `bp_rp` y comenta qué son y en qué unidades están.

vii) Explica de dónde sale la fórmula `phot_g_mean_mag+5*log10(parallax)-10 AS mg` y qué significa.

viii) Realiza el diagrama HR de la Figura 6. Puedes utilizar la instrucción `plt.scatter` ajustando tamaños de los puntos y/o un histograma 2D con la instrucción `plt.hist2d`.

ix) Comenta qué observas en el diagrama HR.

Problema 4 *En este ejercicio vamos a utilizar la base de datos de GAIA para verificar algunas características de la Vía Láctea. Para ello, utilizaremos el archivo* `gaia_data.csv` *que ha sido descargado de la [página de GAIA] seleccionando la pestaña* archive *y después* Advanced (ADQL) *con el siguiente código:*

```
SELECT l,b,parallax,parallax_over_error,radial_velocity,phot_g_mean_mag
FROM gaiadr2.gaia_source
WHERE phot_g_mean_mag<12
AND ABS(radial_velocity)>0 AND parallax>=1.0 AND parallax_over_error>=10
```

i) Representa un histograma de la latitud galáctica (b) de las estrellas seleccionadas y comenta qué puedes concluir de la forma de la Vía Láctea.

ii) Representa un histograma de las distancias a las estrellas seleccionadas. ¿A qué puede deberse la distribución de las distancias observada?

iii) Representa en un diagrama de puntos las coordenadas galácticas (l, b) *de las estrellas seleccionadas. Utiliza tamaño de puntos* $= 0.0001$ *y la opción* `set_aspect('equal')` *para que los ejes tengan la misma escala.*

iv) Repite el diagrama de puntos anterior pero representando en color rojo las estrellas con velocidad radial positiva y en color azul las estrellas con velocidad radial negativa.

v) Repite el diagrama de puntos anterior pero asignando un valor de transparencia `alpha` *proporcional al valor absoluto de velocidad radial de las estrellas dividido por el máximo de la velocidad radial. Utiliza un tamaño de puntos* $= 0.01$.

vi) Comenta qué patrón observas en los diagramas de puntos y a qué es debido.

vii) Calcula los valores medios y las desviaciones estándar de la velocidad radial para bines de 5 grados de longitud galáctica y representa las medias en función de la longitud galactica en una gráfica con barras de error.