

Instrucciones para la Competencia de Grupo

Antes de dirigirse al telescopio, se les entregará un sobre que contiene las páginas de las Hojas de Respuestas Resumidas. Por favor, escriban el código de su grupo en el sobre.

- Hay ocho preguntas en este examen: G01.1 a G01.8. Ya han recibido el documento (writeup), y las Hojas de Preguntas están incluidas junto con estas instrucciones.
- En la mesa de observación se le proporcionará el radiotelescopio y los electrónicos asociados, junto con linternas de cabeza y un bloc de notas.
- Las páginas de las Hojas de Respuestas Resumidas se mantendrán dentro del sobre más pequeño **S**. **Se les permite abrir este sobre (S) solo cuando lleguen al escritorio de observación del telescopio y el examen comience formalmente.**
- Se soplará un silbato al inicio y al final de las sesiones de recolección de datos y de análisis de datos.
- El tiempo para la recolección de datos en el escritorio de observación es de **35 minutos**.
- Para el análisis de datos, se trasladará al Powai Ball Room. El tiempo para el análisis de datos es de **30 minutos**.
- El flujo del examen es el siguiente:

Tiempo (min:seg)	Duración	Tareas
00:00 – 35:00	35 min	Recolección de Datos en el escritorio de observación
35:00 – 65:00	30 min	Análisis de Datos en el Powai Ball Room

- Deben usar un bolígrafo para ingresar sus datos y respuestas. Se debe usar un lápiz para trazar los gráficos.
- No deben abandonar su mesa designada durante las sesiones de recolección de datos y de análisis de datos.
- Puede continuar trabajando en el análisis de datos incluso mientras se lleva a cabo la adquisición de datos.
- **Al final del examen:**
 - Verifique que hayan escrito correctamente su Código de Grupo y los números de página en todas las hojas utilizadas.
 - Organicen sus hojas en el siguiente orden:
Páginas de las Hojas de Respuestas Resumidas de (G01), Hoja(s) de Trabajo utilizada(s) para (G01).
 - Coloquen las hojas anteriores dentro del sobre más pequeño **S**. Las páginas de las Hojas de Respuestas Resumidas deben colocarse dentro del sobre **S** independientemente de si las han utilizado o no.
 - Coloquen el sobre más pequeño dentro del sobre más grande **B**.
 - Todas las demás hojas: la(s) Hoja(s) de Instrucciones, el documento (writeup), todas la(s) Hoja(s) de Pregunta(s) y las Hoja(s) de Trabajo no utilizadas deben colocarse directamente dentro del sobre más grande **B**.
 - **Solo se evaluarán los contenidos del sobre más pequeño S. Cualquier hoja que no se coloque dentro de este sobre no será evaluada.**
 - Coloquen el sello de hilo en el sobre **B**.

(G01) Descubriendo la materia oscura galáctica usando un radiotelescopio

[150 puntos]

- (G01.1) Estimamos la resolución de nuestro radiotelescopio y la comparamos con la precisión angular de sus dispositivos de apuntamiento.
- (G01.1a) Midan las dimensiones de apertura del radiotelescopio (longitud mayor a , longitud menor b) y exprésenlas en metros. A partir de esto, estimen la resolución correspondiente a cada una de las dimensiones por separado (θ_{res}^a y θ_{res}^b , respectivamente) en grados. Marquen con un (\checkmark) la dimensión que proporcione la mayor resolución. **[7]**
- (G01.1b) Para comparar con la resolución anterior, anoten el menor conteo (la mínima unidad medible) del graduador ($\theta_{\text{min}}^{\text{az}}$) y del inclinómetro digital ($\theta_{\text{min}}^{\text{alt}}$). **[2]**
- (G01.2) Abran el software de operación del telescopio y verifiquen, usando la Pestaña 1, que el sistema está funcionando. Para cada longitud, **[25]**
- Usen la Pestaña 2 para ingresar una coordenada Galáctica (longitud ℓ , latitud $b = 0$) y anoten la hora, la altitud correspondiente, el azimut y v_{corr} en la Tabla en las Hojas de Respuestas Resumidas.
 - Apunten a esta altitud y azimut y usen la Pestaña 3 para registrar los datos ‘ ℓ .csv’ (por ejemplo, un archivo llamado ‘30.csv’ contendrá los datos correspondientes a la longitud 30°).
- Repita este procedimiento para todas las diferentes longitudes de la tabla.
- (G01.3) Utilicen la Pestaña 3 para registrar los datos de calibración ‘sky.csv’ y ‘ground.csv’, apuntando el telescopio hacia una región del cielo alejada del plano Galáctico, y luego hacia el suelo, respectivamente. Añadan la altitud y el acimut a los que apuntaron, y el momento en que realizó cada una de estas mediciones en las Hojas de Respuestas Resumidas. **[14]**
- (G01.4) Realicen la calibración de ganancia (gain) y temperatura utilizando el procedimiento correspondiente a la Pestaña 4. **[7]**
- (G01.5) Ahora, para cada observación ‘ ℓ .csv’, utilicen la Pestaña 5 para obtener el espectro de temperatura en las 5 diferentes longitudes ℓ .
- (G01.5a) Determinen la frecuencia con mayor redshift f_{obs} de la línea HI (que tiene una temperatura de 5 K por encima de la línea base) correspondiente a una longitud galáctica dada (ℓ), y tabulen en las Hojas de Respuestas Resumidas. **[19]**
- (G01.5b) Calculen $v_{\text{Earth}}^{\text{obs}}(\ell)$ y $v_{\text{LSR}}^{\text{max}}(\ell)$ y tabulen en las Hojas de Respuestas Resumidas. **[10]**
- (G01.5c) Usando los valores de $v_{\text{LSR}}^{\text{max}}$ en cada una de las longitudes galácticas observadas, calculen la velocidad de rotación $v_{\text{rot}}(R)$ y el radio galáctico para la emisión con máximo redshift para cada una de las 5 longitudes galácticas. Tabula todos estos valores en la Hoja de Respuestas Resumida. **[10]**
- (G01.6) Grafiquen la velocidad de rotación frente al radio Galactocéntrico en la hoja de gráfico proporcionada como parte de las Hojas de Respuestas Resumidas, y dibujen una curva suave que pase por estos puntos. **[6]**
- (G01.6a) Asumiendo una distribución de masa esféricamente simétrica, estimen la masa encerrada dentro del radio correspondiente de sus observaciones usando la fórmula: **[10]**

$$M_{\text{encl}}(R) = \frac{v_{\text{rot}}^2 R}{G},$$

donde R es el radio Galactocéntrico, v_{rot} es la velocidad de rotación, y G es la constante gravitacional. Expresen su respuesta en unidades de masa solar.

- (G01.6b) La masa en materia bariónica ordinaria encerrada en diferentes radios galactocéntricos, R , de la Vía Láctea se muestra con símbolos \odot en el gráfico dado en las Hojas de Respuestas Resumidas. Grafiquen $M_{\text{encl}}(R)$ a partir de sus mediciones en la misma hoja de gráfico, y dibuje dos curvas suaves físicamente correctas, una para cada conjunto de mediciones. [12]
- (G01.6c) Calculen el valor de la masa de materia oscura encerrada, $M_{\text{dm}}(R)$, y registrenlo en la Tabla en las Hojas de Respuestas Resumidas. [10]
- (G01.7) Estimen la sensibilidad de su observación por cada intervalo (bin) espectral en unidades de temperatura en K, dado que el espectro tiene un total de 512 bins que abarcan un rango de frecuencia total de 2.048 MHz. [9]
- (G01.8) ¿Cuál de los siguientes parámetros mejorará si las observaciones se realizan con una antena de bocina de mayores dimensiones de apertura? Marque la(s) opción(es) correcta(s) en la Hoja de Respuestas Resumida. [9]
- A. Sensibilidad σ_T para $T_{\text{ant}}=5$ K
 - B. Resolución angular
 - C. Estimación de v_{rot}
 - D. Resolución en frecuencia