

Instruções para a Competição em Grupo

Antes de te dirigires ao telescópio, ser-te-á entregue um envelope que contém as Folhas de Respostas. Por favor, escreve o teu código de grupo no envelope.

- Esta prova contém oito questões: G01.1 a G01.8. Já receberam o enunciado e a prova está incluída neste conjunto de instruções.
- Na mesa de observação, ser-vos-á fornecido o Radiotelescópio e os materiais eletrónicos associados, bem como lanternas de cabeça e um bloco de notas.
- As Folhas de Respostas serão guardadas dentro do envelope mais pequeno, identificado com a letra **S**. **Só poderão abrir este envelope (S) quando chegarem à mesa de observação do telescópio e a prova tiver começado oficialmente.**
- Será dado um sinal (apito) no início e no final das sessões de recolha e de análise de dados.
- O tempo para recolha de dados na mesa de observação é de **35 minutos**.
- Para a análise de dados, serás encaminhado para a "Sala de Festas Powai". O tempo para análise de dados é de **30 minutos**.
- A sequência da prova é a seguinte:

Tempo (min:seg)	Duração	Tarefas
00:00 – 35:00	35 min	Recolha de dados na mesa de observação
35:00 – 65:00	30 min	Análise de dados na "Sala de Festas Powai"

- Deves usar uma caneta para registar os teus dados e respostas. O lápis deve ser usado para traçar os gráficos.
- Não deves abandonar a tua mesa durante as sessões de recolha e análise de dados.
- Podes continuar a trabalhar na análise de dados mesmo enquanto decorre a recolha de dados.
- **No final da prova:**
 - Verifica que escreveste corretamente o teu Código de Grupo e a numeração das páginas em todas as folhas usadas.
 - Organiza as tuas folhas pela seguinte ordem:
Folhas da Folha de Respostas de (G01), Folha(s) de Trabalho usada(s) para (G01).
 - Coloca as folhas acima mencionadas dentro do envelope mais pequeno indicado com a letra **S**. As folhas da Folha de Respostas devem ser colocadas dentro do envelope **S** mesmo que não as tenham utilizado.
 - Coloca o envelope mais pequeno dentro do envelope maior identificado com a letra **B**.
 - Todas as outras folhas, nomeadamente a(s) Folha(s) de Instruções, o enunciado, todas as Provas de Questões e as Folhas de Trabalho não utilizadas devem ser colocadas diretamente dentro do envelope maior indicado com a letra **B**.
 - **Apenas o conteúdo do envelope mais pequeno indicado com a letra **S** será avaliado. Qualquer folha que não esteja colocada dentro deste envelope não será considerada para avaliação.**
 - Com o lacre de fio, fecha o envelope indicado com a letra **B**.

(G01) Descobrir a matéria escura galáctica com um radiotelescópio

[150 pontos]

- (G01.1) Vamos estimar a resolução do nosso radiotelescópio e compará-la com a precisão angular dos vossos dispositivos de apontamento.
- (G01.1a) Mede as dimensões da abertura do radiotelescópio (comprimento maior a e comprimento menor b) e expressa em metros. A partir desses valores, estima a resolução correspondente a cada uma das dimensões separadamente (θ_{res}^a e θ_{res}^b , respetivamente), em graus. Assinala com um certo (\checkmark) a dimensão que te fornece a resolução maior resolução. **[7]**
- (G01.1b) Para comparar com a resolução acima obtida, regista a menor unidadesde mensurável (least count) do transferidor ($\theta_{\text{min}}^{\text{az}}$) e do inclinómetro digital ($\theta_{\text{min}}^{\text{alt}}$).
- (G01.2) Abre o software de operação do telescópio e verifica, utilizando o Separador 1, se o sistema está a funcionar corretacamente. Para cada longitude: **[25]**
- Utiliza o Separador 2 para introduzir uma coordenada galáctica (longitude ℓ , latitude $b = 0$) e regista, na tabela da Folha de Respostas a hora, a altitude e o azimute correspondente, bem como v_{corr} .
 - Aponta para essa altitude e azimute e, usando o Separador 3, grava os dados no ficheiro ' ℓ .csv' (por exemplo, um ficheiro chamado '30.csv' poderá conter os dados correspondentes à longitude 30°).
- Repete este procedimento para todas as diferentes longitudes indicadas na tabela.
- (G01.3) Utiliza o Separador 3 para registar os dados de calibração 'sku.csv' e 'ground.csv', apontando o telescópio para uma região do céu afastada do plano galáctico e depois para o solo, respetivamente. Acrescenta a altitude e o azimute para onde apontaram e a hora em que efectuaram cada uma destas medições na Folha de Respostas. **[14]**
- (G01.4) Efectuem a calibração do ganho (gain) e da temperatura utilizando o procedimento correspondente ao Separador 4. **[7]**
- (G01.5) Agora, para cada observação ' ℓ .csv', usa o Separador 5 para obter o espectro de temperatura nas 5 diferentes longitudes ℓ .
- (G01.5a) Determina a frequência mais desviada para o vermelho f_{obs} da linha HI (que tem uma temperatura de 5 K acima da linha de base) correspondente a uma dada longitude galáctica (ℓ) e regista-a na Folha de Respostas. **[19]**
- (G01.5b) Calcula $v_{\text{Earth}}^{\text{obs}}(\ell)$ e $v_{\text{LSR}}^{\text{max}}(\ell)$ e regista-os na Folha de Respostas. **[10]**
- (G01.5c) Usando os valores de $v_{\text{LSR}}^{\text{max}}$ em cada uma das longitudes galácticas observadas, calcula a velocidade de rotação $v_{\text{rot}}(R)$ e o raio galáctico correspondente à emissão para o máximo desvio para o vermelho para cada uma das 5 longitudes galácticas. Regista todos estes valores na Folha de Respostas. **[10]**
- (G01.6) Traça o gráfico da velocidade de rotação em função do raio galactocêntrico na folha de gráfico fornecida como parte da Folha de Respostas e desenha uma curva suave que passe por esses pontos. **[6]**
- (G01.6a) Assumindo uma distribuição de massa esfericamente simétrica, estima a massa contida dentro do raio correspondente às tuas observações, usando a fórmula: **[10]**

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

em que R é o raio galactocêntrico, v_{rot} é a velocidade de rotação e G é a constante gravítica. Expressa a tua resposta em unidades de massa solar.

- (G01.6b) A massa de matéria bariônica comum contida a diferentes raios galactocêntricos, R , da Via Láctea está representada com símbolo \odot no gráfico fornecido na Folha de Respostas. Traça $M_{\text{encl}}(R)$ obtida a partir das vossas medições no mesmo gráfico e desenha duas curvas suaves e fisicamente corretas, uma para cada conjunto de medições. [12]
- (G01.6c) Calcula o valor da massa de matéria escura contida, $M_{\text{dm}}(R)$, e regista-a na tabela da Folha de Respostas. [10]
- (G01.7) Estima a sensibilidade da vossa observação por posição espectral em unidades de temperatura em K, dado que o espectro tem um total de 512 posições que abrangem uma gama de frequências total de 2,048 MHz. [9]
- (G01.8) Qual dos seguintes parâmetros melhoraria se as observações fossem efectuadas com uma antena corneta (horn) de maiores dimensões de abertura? Assinala a(s) opção(ões) correta(s) na Folha de Respostas. [9]
- A. Sensibilidade σ_T para
 - B. $T_{\text{ant}}=5$ K
 - C. Resolução angular
 - D. Estimativa de v_{rot}
 - E. Resolução em frequência