(OT01) Descoberta de "Z" [25 pontos]

Ser-te-á fornecido um mapa celeste "Map-OT01" juntamente com esta prova. Este mapa mostra apenas estrelas, sem objetos difusos.

Quatro estrelas conhecidas (S1, S2, S3 e S4), que estão presentes no mapa, são indicadas na tabela abaixo com os respetivos nomes comuns, designações de Bayer e coordenadas equatoriais.

Est. N.°	Nome comum	Designação de Bayer	RA	Dec
S1	Alpheratz	α Andromedae	00h 08m 24s	29° 05′ 16″
S2	Markab	α Pegasi	23h 04m 46s	15° 12′ 17″
S3	Scheat	β Pegasi	23h 03m 47s	28° 04′ 58″
S4	Algenib	γ Pegasi	00h 13m 14s	15° 10′ 59″

Deves completar as tarefas (OT01.1) e (OT01.2) enquanto estás a planear as observações.

(OT01.1) A tua primeira tarefa é marcar estas 4 estrelas (colocando um círculo em volta de cada uma) e identificá-las como S1, S2, S3 e S4 no mapa celeste "Map-OT01" que te foi fornecido. **[6]**

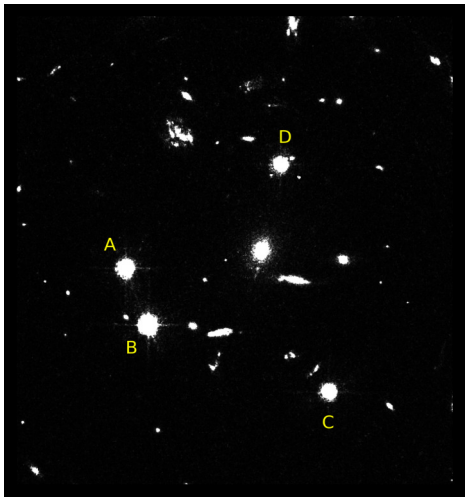
(OT01.2) Um/a astrónomo/a descobriu um novo objeto difuso 'Z' nas seguintes coordenadas – RA: 21h 36m 10,6s, Dec: -26° 10′ 24,4″. Marca a posição deste objeto difuso no mesmo mapa celeste "Map-OT01" com o símbolo $\oplus$ e identifica-o como 'Z'. Assume que, na região relevante do mapa, é válida uma grelha retangular linear para as coordenadas equatoriais. **[7]**

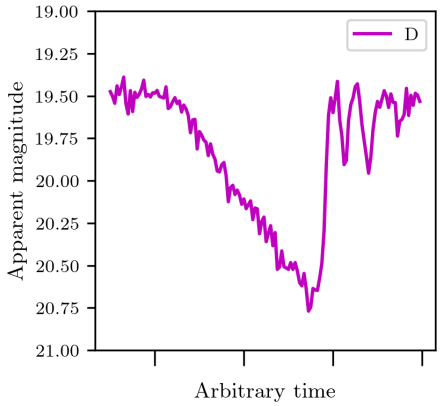
A tarefa seguinte deve ser realizada assim que chegares ao teu posto no telescópio.
No ecrã situado na diagonal oposta ao teu posto, será inicialmente apresentada uma mensagem de boas-vindas, seguida por um céu de exemplo (não relacionado com a questão), juntamente com um temporizador de contagem decrescente. Podes utilizar este tempo para orientar o telescópio para o ecrã e familiarizar-te com o restante equipamento disponível no posto. No final deste período, será projetada no ecrã, durante os 6 minutos seguintes, uma parte do céu indicada no mapa "Map-OT01". Nota que a escala da projeção apresentada no ecrã é diferente da escala real observada no céu.

(OT01.3) Localiza o novo objeto 'Z' com o telescópio, utilizando qualquer ocular apropriada. Em seguida, centra corretamente o objeto no campo de visão da ocular com a mira e mostra-o ao examinador/a presente no teu posto.
Ao fim dos 6 minutos, a projeção ficará desfocada durante 20 segundos. Nesse momento, deves afastar-te do telescópio. A projeção será então restaurada para que o/a examinador/a possa verificar a observação através do telescópio. Este momento assinala o fim da primeira tarefa. **[12]**

(OT02) Atraso Temporal em Lentes Gravitacionais [25 pontos]

O fenómeno de lente gravitacional pode originar múltiplas imagens de uma fonte em segundo plano quando a fonte, o objeto que provoca a lente e o observador estão quase alinhados. Estas múltiplas imagens demoram tempos diferentes a chegar ao observador e, se a fonte em segundo plano for variável, cada imagem mostrará a mesma característica da sua variabilidade após atrasos temporais específicos. Estas medições de atrasos temporais são extremamente úteis para estimar a taxa atual de expansão do Universo, a constante de Hubble.





Vamos considerar o sistema de lente gravitacional mostrado na figura acima. O painel da esquerda apresenta um enxame de galáxias (lente) juntamente com 4 imagens de um quasar em segundo plano formadas devido à lente gravitacional. As 4 imagens, identificadas como A, B, C e D, têm fluxos diferentes, pois cada uma é amplificada por um fator distinto. Para uma dada imagem, a amplificação não varia com o tempo. A luz demora mais tempo a percorrer o caminho correspondente à imagem identificada como D.

A luz proveniente deste quasar é variável e os astrónomos têm monitorizado este sistema há mais de uma década. O painel da direita da figura mostra a curva de luz da imagem D.

No ecrã em frente ao teu posto, irás ver um filme do sistema de lente gravitacional. Este filme tem 28 s de duração e será repetido 6 vezes, com intervalos de 1 minuto ou 2 minutos entre cada repetição. Cada segundo no relógio corresponde a 250,0 dias no sistema real da lente.

(OT02.1) Seja o atraso temporal da imagem D em relação às imagens A, B e C dado por $t_{\mathrm{DA}} = t_{\mathrm{D}} - t_{\mathrm{A}}$, $t_{\mathrm{DB}} = t_{\mathrm{D}} - t_{\mathrm{B}}$, e $t_{\mathrm{DC}} = t_{\mathrm{D}} - t_{\mathrm{C}}$, respetivamente. Determina estes atrasos temporais, tomando todas as medidas necessárias para reduzir a incerteza nos teus resultados. **[25]**