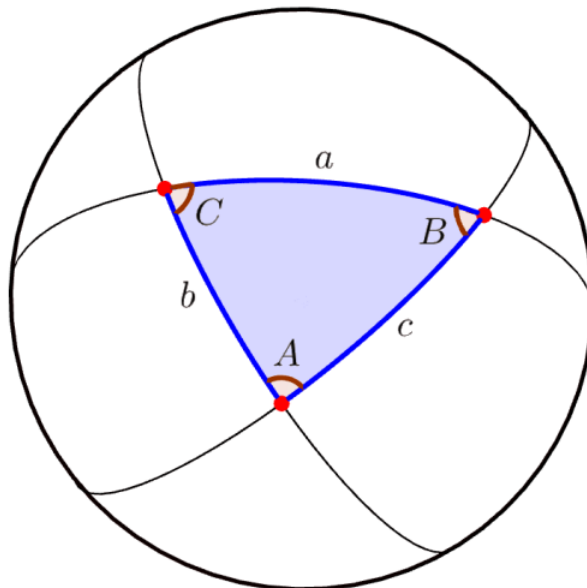


Instruções Gerais

1. Identifique seu grupo em **TODAS** as folhas de respostas. Não coloque mais nenhum meio de identificação pessoal;
2. Escreva o número de cada questão nas folhas de respostas;
3. Enumere as folhas de resposta em ordem crescente com o número das questões. A enumeração não deve reiniciar a cada questão;
4. Se não responder a uma ou mais questões, escreva uma folha declarando os números das questões não resolvidas, p. ex., “não respondi à Q1 e à Q2”;
5. A duração da prova é de 4 horas;
6. Essa prova é composta por 5 questões valendo um total de 300 pontos (4 questões valendo 50 pontos e questão 1 valendo 100);
7. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas;
8. Não é permitido o uso de celulares ou similares, nem calculadoras de celulares;
9. Todo o desenvolvimento, cálculos e respostas das questões devem ser feitos nas folhas de respostas. Serão desconsideradas as respostas que requererem, mas não apresentarem, as devidas explicações e desenvolvimentos matemáticos.
10. Quando necessário, responda e justifique nas folhas em branco ou faça marcações nas cartas. Ao final da prova, devolva as folhas de resposta e as cartas utilizadas.
11. As marcações na carta podem ser feitas a grafite. Para evitar rasuras, prefira o grafite à tinta.
12. Quando solicitada a identificação de um elemento, escreva o nome dele em letra de tamanho legível, próximo à marcação, deixando claro qual nome se refere a qual elemento

Formulário

- Para um Triângulo Esférico:



Lei dos senos:

$$\frac{\text{sen}(a)}{\text{sen}(A)} = \frac{\text{sen}(b)}{\text{sen}(B)} = \frac{\text{sen}(c)}{\text{sen}(C)}$$

Lei dos cossenos:

$$\cos(a) = \cos(b) \cdot \cos(c) + \text{sen}(b) \cdot \text{sen}(c) \cdot \cos(A)$$

Lei dos quatro elementos:

$$\cot(b) \cdot \text{sen}(a) = \cot(B) \cdot \text{sen}(C) + \cos(a) \cdot \cos(C)$$

- Coordenadas de algumas estrelas importantes:

Estrela	Declinação	Ascensão Reta
α -Aql	+ 08° 52' 12,1"	19h 50m 47,48s
α -Cen	- 60° 50' 02,4"	14h 39m 36,49s
α -Eri	- 57° 14' 12,3"	01h 37m 42,84s
α -Lyr	+ 38° 47' 01,3"	18h 36m 56,34s
α -Ori	+ 07° 24' 25,4"	05h 55m 10,31s
β -Ori	- 08° 12' 05,9"	05h 14m 32,27s
α -Vir	- 11° 09' 40,8"	13h 25m 11,58s

Questões

1. Ho⁸ Feliz Natal (70 pontos)

Na véspera de Natal, a astrofotógrafa Cristina embarca em uma missão especial para expandir seu portfólio de imagens do céu do Hemisfério Sul. Para isso, ela conta com a ajuda de sua avançada inteligência artificial, a DeepSeek, que está integrada a uma máquina de teletransporte. Cristina programa a DeepSeek com um pedido específico: levá-la ao melhor local possível para capturar imagens impressionantes do Hemisfério Sul.

Após alguns instantes de análise, a DeepSeek processa bilhões de dados astronômicos e climáticos e, com um brilho em sua interface holográfica, anuncia: “Destino calculado. Preparando teletransporte!” Em um piscar de olhos, Cristina se encontra em um novo local. A literalidade da inteligência artificial a levou exatamente para o Polo Sul ($\phi = 90^\circ$ S). O ambiente parece promissor, mas há um problema: o Sol ainda está acima do horizonte, dificultando a visualização das estrelas.

Para superar esse obstáculo, ela ativa seu super detector de estrelas, um equipamento de alta precisão capaz de mapear automaticamente a posição dos astros. Com base nas informações obtidas (carta celeste da fig. 1), ela parte para a análise das seguintes questões:

- (a) **(3 pontos)** Marque com um “X” na carta celeste a posição do Polo Celeste Sul e identifique-o como “PCS”.
- (b) **(4 pontos)** É possível determinar inequivocamente a longitude de Cristina? Em caso afirmativo, determine; caso contrário, justifique a ambiguidade. Respostas sem justificativas não serão pontuadas.

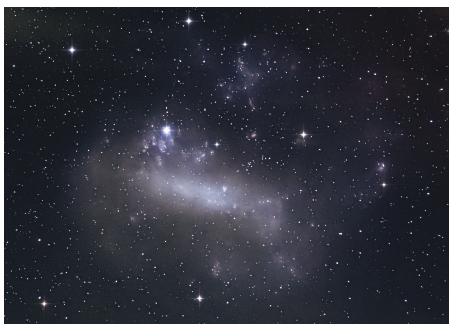
Enquanto espera o momento ideal para suas astrofotografias, Cristina decide estudar o movimento do Sol no céu e traçar algumas referências na carta celeste. A paciência é essencial para capturar imagens perfeitas.

- (c) **(10 pontos)** Trace na carta celeste a parte da trajetória visível do Sol ao longo das próximas 24 horas e identifique-a com a sigla TSD (Trajetória do Sol em um Dia).
- (d) **(10 pontos)** Represente na carta a Eclíptica, que corresponde à trajetória anual do Sol no céu, e identifique-a.
- (e) **(15 pontos)** Estime o tempo que Cristina precisará esperar até que o céu noturno esteja visível. Por culpa do crepúsculo, esse evento não ocorre imediatamente ao pôr do Sol, mas quando ele atinge uma altura verdadeira de -13° (altura verdadeira, não aparente, i.e., já corrigido por efeitos atmosféricos). Explique a sua estimativa.

Enquanto aguarda o momento perfeito para fotografar o céu noturno, Cristina já começa a planejar suas capturas. Apaixonada por galáxias, ela quer aproveitar ao máximo a oportunidade de registrar a grandiosidade do cosmos. Seu primeiro alvo? Nada menos que a majestosa Via Láctea!

- (f) **(10 pontos)** Trace na carta o Equador Galáctico e identifique-o com EG.
- (g) **(6 pontos)** Indique com EQ a posição do Equador Celeste.

Finalmente, a escuridão toma conta do céu, revelando um espetáculo de estrelas e nebulosas. Cristina, com sua câmera preparada, captura uma imagem impressionante de um dos objetos astronômicos mais fascinantes da noite: uma Galáxia Anã.



- (h) **(12 pontos)** Identifique o nome desse objeto e marque na carta, com um “X”, a posição em que esse objeto se encontra (identifique a marcação como “DSO” - Deep Sky Object).

2. Alinhamento planetário (80 pontos) Em 25 de janeiro de 2025, seis planetas foram visíveis simultaneamente (quatro deles visíveis a olho nu, a depender do sítio de observação), evento conhecido como “alinhamento planetário”. As imagens em anexo (figuras 2 e 3) representam a configuração do sistema solar nessa data. As figuras **não** estão rotacionadas uma em relação a outra, i.e., se a Terra aparenta estar em determinada direção na primeira imagem, então, se tivéssemos precisão suficiente para ver a Terra na segunda imagem, ela estaria na mesma direção.

A carta celeste em anexo (fig. 4) mostra o céu nessa data em determinado sítio de observação. Entre os planetas visíveis a olho nu, o menos brilhante foi marcado com uma seta. Todos os demais têm magnitude aparente menor que Pollux (β Gem, magnitude: 1,14 mag).

Obs.: Nos itens que solicitam explicação breve do raciocínio, respostas sem justificativa não serão pontuadas.

- (a) **(10 pontos)** Estime o semi-eixo maior da órbita de Mercúrio, em unidades astronômicas, bem como sua excentricidade. Explique **brevemente** seu raciocínio.
- (b) **(12 pontos)** Estime a magnitude de Marte, sabendo que seu albedo é 0,17 e seu raio, $3,40 \cdot 10^6$ m. Despreze efeitos de terminador (considere como se toda a porção iluminada de Marte fosse visível) e explique **brevemente** seu raciocínio.

Dados:

- 1 u.a. = $1,5 \cdot 10^{11}$ m ;
 - Luminosidade solar: $3,82 \cdot 10^{26}$ W ;
 - Magnitude aparente de referência (Sol): $-26,8$ mag.
- (c) **(6 pontos)** Na carta celeste, circule as estrelas Dubhe (identifique-a como “ α UMa”), Polaris (identifique-a como “ α UMi”) e Deneb (identifique-a como “ α Cyg”).
- (d) **(14 pontos)** Na carta celeste, aponte com setas todos os planetas visíveis a olho nu, e identifique-os pelo nome.
- (e) **(14 pontos)** Sabe-se que, nessa data, nenhum outro planeta ou planeta-anão está na mesma constelação que Saturno. **(i)** Em que constelações se encontram os planetas visíveis a olho nu? **(ii)** E em que constelação se encontra Ceres? Para essa segunda pergunta, explique **brevemente** seu raciocínio.
- (f) **(10 pontos)** Na carta celeste, trace a Eclíptica.
- (g) **(12 pontos)** As representações do Sistema Solar são computacionalmente simuladas, mas imagine que elas tivessem sido feitas por uma câmera em uma nave espacial. **(i)** A direção dessa nave é visível na carta celeste? Explique **brevemente** seu raciocínio. **(ii)** Em caso de resposta afirmativa para a pergunta anterior, marque com um “X”, na carta celeste, a direção da nave. Em caso de resposta negativa, marque com um “X”, na carta celeste, a direção oposta.

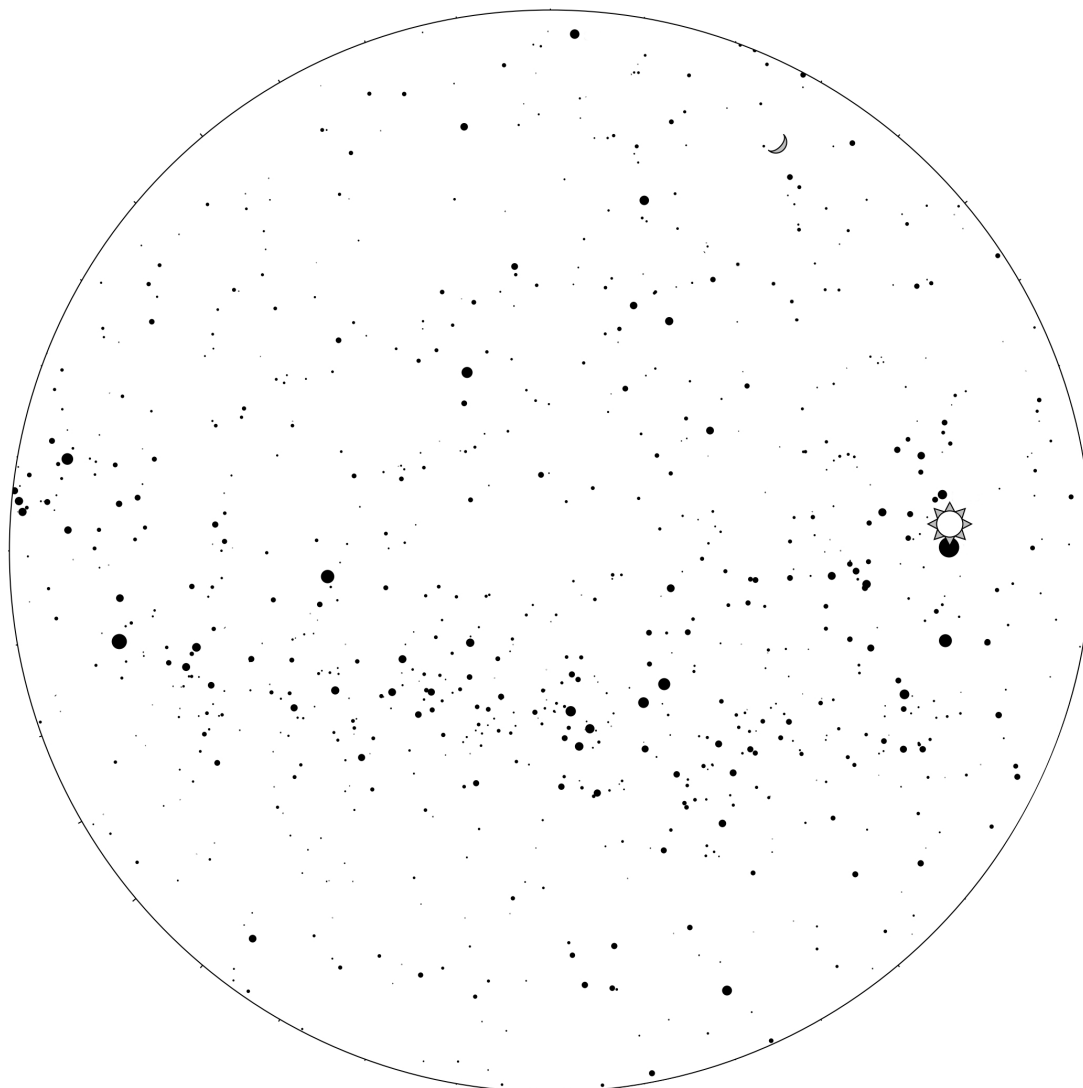


Figura 1: Carta celeste referente ao local em que Cristina se encontra. Feito com *Heavens Above*.

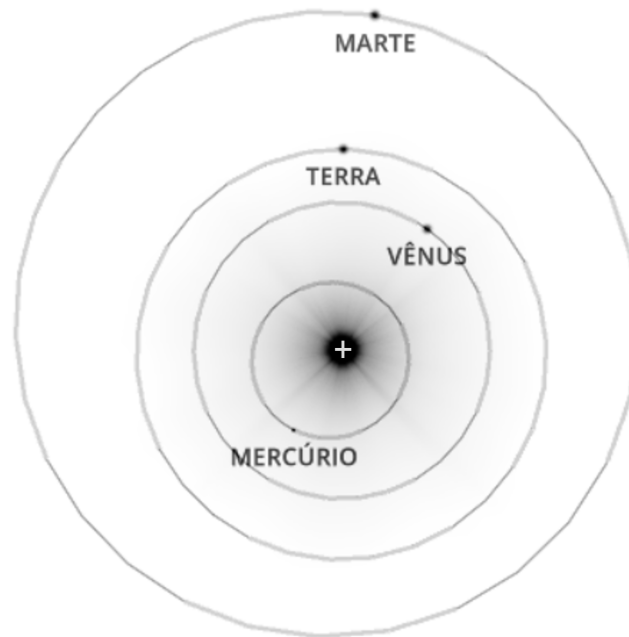


Figura 2: Representação do sistema solar até a órbita de Marte, em sua configuração no dia 25 de jan. de 2025. Feito com *Solar System Scope*.

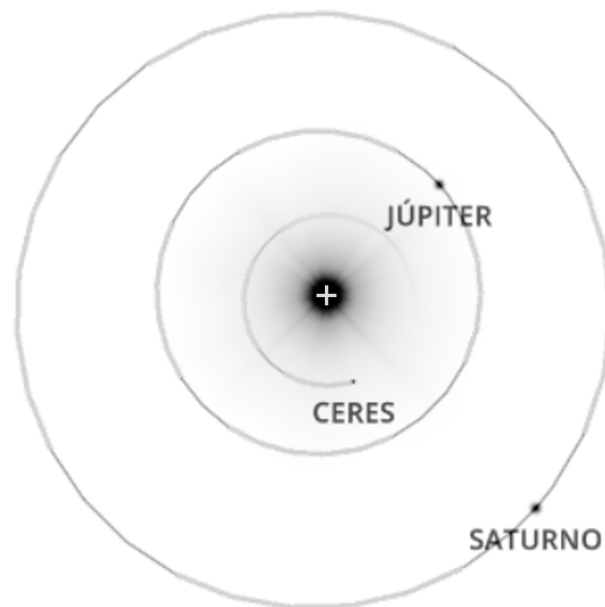


Figura 3: Representação do sistema solar até a órbita de Saturno, em sua configuração no dia 25 de jan. de 2025. A órbita de Marte e as regiões internas a ela foram ocultadas. A imagem tem a mesma orientação do esquema anterior. Feito com *Solar System Scope*.

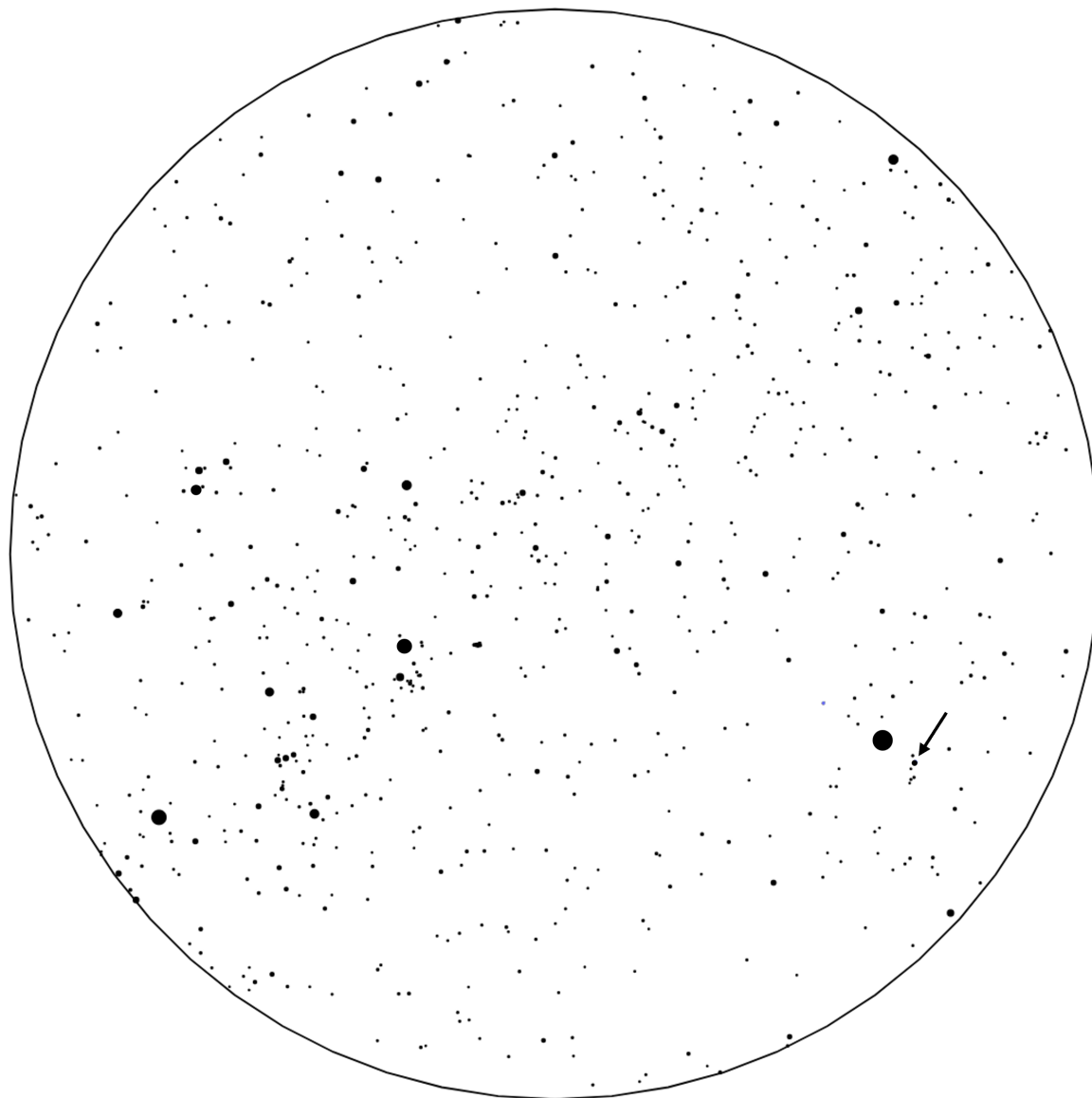


Figura 4: Carta celeste referente ao dia 25 de jan. de 2025. A seta aponta um planeta visível a olho nu nessa data. Feito com *Armchair Astronautics*.