



PROVA DE CARTA CELESTE
SELEÇÃO DAS EQUIPES BRASILEIRAS
OLIMPIADAS INTERNACIONAIS DE 2023

Instruções Gerais

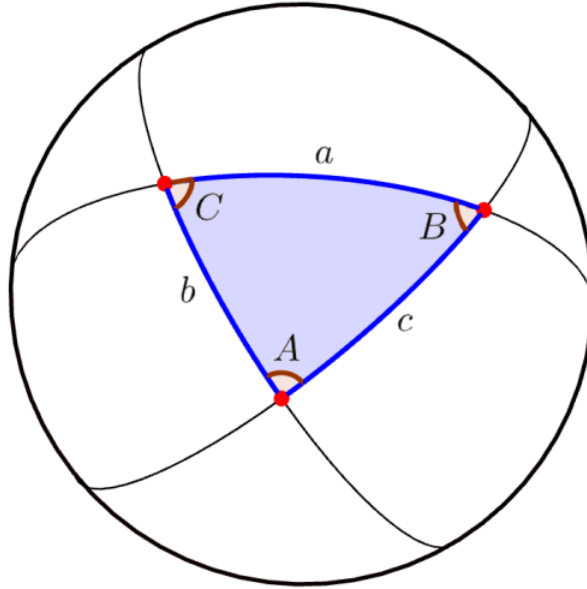
1. Escreva seu NÚMERO DE IDENTIFICAÇÃO em TODAS as folhas de resposta que serão escaneadas.
2. Escreva o número de cada questão na folha de resposta, bem como o número da página.
3. Essa prova é de aplicação única. **NÃO HAVERÁ SEGUNDA CHAMADA.**
4. A duração da prova é de 2 (duas) horas e o tempo para escanear é de 20 (vinte) minutos, sem possibilidade de tempo adicional, a não ser em casos de imprevistos.
5. A prova é composta por 3 questões (totalizando 150 pontos).
6. A prova é individual e sem consultas.
7. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas/com acesso à internet.
8. As resoluções das questões podem ser feitas a lápis (bem escuro) ou caneta e devem ser apresentadas de forma clara, concisa e completa. Faça um retângulo ao redor da resposta de cada item. Sempre que possível, use desenhos e gráficos. Recomendamos o uso de borracha, régua e compasso.
9. Você pode utilizar folhas de rascunho para auxiliar no processo de resolução da prova, mas elas não devem ser escaneadas.

Instruções Específicas

1. Após o término da prova, os alunos deverão escanear suas soluções com um aparelho celular para enviarem suas provas pelo Gradescope.
2. Só serão aceitos arquivos em pdf. Em caso de dúvidas, leia o passo a passo da OBA de como escanear suas soluções.
3. O uso de aparelhos celulares ou câmeras fotográficas só é permitido enquanto o aluno realiza o scan de suas soluções.
4. Para questões em branco, faça upload de uma folha escrito 'Pulei essa questão'.

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:

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

- Forma Polar da elipse :

$$r(\theta) = \frac{a(1 - e^2)}{1 + e \cdot \cos(\theta)}$$

- Critério de resolução de Rayleigh:

$$\theta_{min} \approx 1,22 \cdot \frac{\lambda}{D}$$

- Lei de Stefan-Boltzmann:

$$L = \epsilon \cdot 4\pi R^2 \sigma T^4$$

em que a emissividade vale $\epsilon = 1$ para um emissor perfeito.

- Efeito Doppler Clássico:

$$z = \frac{\lambda - \lambda_0}{\lambda_0} = \frac{v_{rad}}{c}$$

1. (Excelente janta! - 70 pontos)

Parte A: Cadê o Sol?

Jânio foi jantar na alta atmosfera do planeta KLFK, no sistema estelar Hidrogeniomárzio. Durante a refeição, ele fica com saudades de casa e se pergunta onde está sua estrela natal (o Sol) no céu de KLFK. Como Jânio está de férias, ajude-o fazendo os cálculos para que ele desfrute de uma excelente janta observando o Sol!

- (a) **(6 pontos)** Jânio carinhosamente apelidou sua estrela favorita de Uapyle. Ela, entretanto, é conhecida como Nós-gênio pelo povo de KLFK. Tendo em mente que a distância angular entre Nós-gênio e o sistema Hidrogeniomárzio é $\beta = 83,5^\circ$ quando vista do sistema solar, encontre a distância angular entre o Sol e Nós-gênio quando vista de KLFK.

Dados:

- magnitude aparente de Nós-gênio vista do sistema Hidrogeniomárzio: $m_{n,k} = 0$
 - magnitude aparente de Nós-gênio vista do sistema solar: $m_{n,\odot} = 0$
 - magnitude absoluta de Nós-gênio: $M_n = 0,58$
 - magnitude absoluta do Sol: $M_\odot = +4,8$
- (b) **(5 pontos)** A **Carta 1.1** mostra o céu de KLFK no momento da observação, destacando a magnitude aparente de algumas estrelas. Sabe-se que Nós-gênio está passando exatamente no zênite. Trace, sobre a carta 1.1, o lugar geométrico dos pontos cuja distância angular a essa estrela é igual àquela encontrada no item (a).

Sugestão: faça um traçado leve agora, pois você vai precisar das estrelas contidas nele depois.

Dica: é válida a relação $z = 2 \arctan \frac{r}{R}$ (sendo z a distância zenital, r a distância da marcação ao centro da carta e R o raio da carta) para o tipo de projeção usada.

- (c) **(10 pontos)** Encontre a magnitude aparente do Sol visto de KLFK (desconsidere efeitos de absorção).
- (d) **(10 pontos)** Usando como base os valores de magnitude aparente indicados na **Carta 1.1**, circule, na mesma carta, a estrela correspondente ao Sol.

Parte B: Cadê minha casa?

Após jantar observando o Sol, Jânio entra em um estado de relaxamento tão profundo que acaba esquecendo a localização de seu lar! Por sorte, Jânio trouxe duas cartas celestes consigo, as cartas 1.2 e 1.3, para caso isso ocorresse. Uma delas é a vista do céu de sua casa na Terra, (**Carta 1.2**), já a outra, (**Carta 1.3**), foi feita com o céu do Observatório Real de Greenwich (por onde passa o Meridiano de Greenwich) no mesmo instante da Carta 1.2. Ajude-o a encontrar sua casa nos próximos itens.

- (e) **(6 pontos)** Em ambas as cartas, trace o meridiano local e marque um X na posição do polo celeste visível.
- (f) **(6 pontos)** Determine as latitudes da casa de Jânio e do Observatório Real de Greenwich.
- (g) **(12 pontos)** Em ambas as cartas, trace o Equador Celeste e a Eclíptica e marque os pontos cardeais.
- (h) **(15 pontos)** Determine a longitude da casa de Jânio. Explícite o raciocínio e, se houver, os cálculos envolvidos.

2. (Estrela desconhecida - 65 pontos)

Fernanda, uma astrônoma muito sagaz, sabe que o dia 15 de abril é uma data especial, na qual a equação do tempo solar é nula. Assim, ela aproveitará esse fato para realizar observações astronômicas, iniciando suas atividades às 17:00 do dia 14 de abril e as encerrando às 9:00 do dia 15, no ano de 2023.

Durante o período de realização das pesquisas e observações, Fernanda terá a disposição o céu disponível na **Carta 2.1**.

Todas as tarefas a seguir devem ser realizadas na **Carta 2.1** fornecida separadamente. Considere que as observações foram feitas ao nível do mar e despreze efeitos de refração atmosférica.

- (a) **(1 ponto)** Indique, com um X, a localização do Polo Celeste visível.
- (b) **(1 ponto)** Trace o Meridiano Local e o identifique com “ML” na carta.
- (c) **(2 pontos)** Estime a latitude do local de observação de Fernanda.
- (d) **(2 pontos)** Marque a posição dos quatro pontos cardeais.
- (e) **(3 pontos)** Indique a posição e escreva o nome de todos os planetas visíveis na imagem. Caso não haja, apenas escreva “sem planetas visíveis” acima da carta da folha de respostas.
- (f) **(3 pontos)** Trace as linhas Eclíptica (identifique com “ECL” na carta) e Equador Celeste (identifique com “EQ” na carta).

Fernanda aproveitará ainda mais a sua noite de observações por outro motivo: sua estrela favorita, apelidada carinhosamente de $V1^2$, ficará visível a noite inteira! Ela então mapeia as coordenadas de azimute e altura (em relação ao horizonte local) de seu astro predileto, obtendo os **Gráficos 2.1 e 2.2**, entregues separadamente. Os dados foram obtidos em função da hora solar local de observação.

Para os próximos itens, utilize a **Carta 2.2**, fornecida separadamente. Ela representa o céu do mesmo dia de observações feitas por Fernanda, mas em um horário diferente da primeira carta.

Dica: Assuma que Fernanda adotou a convenção NESO para o azimute (sentido Norte-Leste-Sul-Oeste).

- (g) **(2 pontos)** A estrela $V1^2$ é circumpolar? Justifique sua resposta.
- (h) **(5 pontos)** Determine a declinação da estrela $V1^2$.
- (i) **(20 pontos)** Com base nos gráficos de Azimute e Altura, marque, no mínimo, 5 pontos por que a estrela favorita de Fernanda passará. Esboce ainda a trajetória da estrela ao longo da noite.
- (j) **(5 pontos)** Utilizando como base a trajetória esboçada no item anterior, conclua: qual a estrela favorita de Fernanda? **Dica:** a magnitude aparente da estrela é inferior a +0,5.
- (k) **(8 pontos)** Determine a altura e o azimute da estrela $V1^2$ na **Carta 2.2**.
- (l) **(8 pontos)** Estime a hora solar local referente à **Carta 2.2**.
- (m) **(5 pontos)** Fernanda sabe que a segunda carta celeste é referente ao céu de hora civil 4:35. Sabendo que a astrônoma se encontra em um local com fuso $UTC+01:00$, estime a longitude do observatório.

3. (Fulano Astronomias - 15 pontos)

Em uma noite de observações, o habilidoso pré-doutor Dani utilizava uma carta celeste para guiar suas observações de binárias. Na expectativa de pregar uma peça, Murilinho furtou essa carta, apagou 3 estrelas e acrescentou 3 pontos que não correspondem a astros reais, por fim devolvendo a **Carta 3.1**. Ajude Dani: circule os pontos adicionados, marque com X a posição das estrelas removidas e escreva, próximo às marcações correspondentes, o nome das estrelas faltantes.