

Instruções Gerais

1. Certifique-se de que celulares ou aparelhos eletrônicos que possam emitir som ou luz estejam desligados durante o simulado.
2. Ao final dos 20 minutos de leitura, leve a prancheta com o caderno de questão para dentro da cúpula.
3. Durante o simulado, mantenha-se em silêncio e preste atenção às orientações do planetarista.
4. Utilize a lanterna apenas quando precisar e aponte-a SOMENTE para seu papel.
5. Escreva suas respostas na parte impressa da folha.
6. Ao término do tempo, dirija-se para sala ao lado onde terão mais 30 minutos para terminar a prova.

Tabela de dados

- Chuvas de meteoro (É bom decorar a tabela abaixo):

Nome	Radiante	Época de pico
Eta Aquáridas	Aquário	5 a 6 de Maio
Perseidas	Perseu	12 a 13 de Agosto
Leônidas	Leão	17 a 18 de Novembro
Oriônidas	Órion	20 a 22 de Outubro
Geminídeas	Gêmeos	13 a 14 de Dezembro

Instruções Específicas

1. A prova é composta por 2 questões (totalizando 100 pontos).
2. A prova é composta por:
 - 20 (vinte) minutos para a leitura do simulado antes de entrar na cúpula.
 - 1 (um) minuto para a adaptação do olho ao escuro.
 - 1.5 (um e meio) minuto para a visualização da primeira questão.
 - 1 (um) minuto de intervalo entre visualizações
 - 3 (três) minutos para a visualização da segunda questão.
 - 30 (trinta) minutos para a resolução da prova após a visualização na cúpula.

Questões

1. **(Meteoro da paixão)** Durante um passeio pelo parque, Henrique e Isa admiravam o céu estrelado. Para impressionar Isa, Henrique aproveitou a passagem de uma chuva de meteoros e afirmou que conseguiria descobrir a localização exata deles apenas olhando pro céu por alguns instantes. Como ele não tem certeza da própria matemática, te mandou um WhatsApp com os dados do céu, e você terá a visão exata em tempo real dele projetada na nossa cúpula de última geração. Ajude o Henrique a manter a moral no encontro respondendo as perguntas a seguir enquanto ele distrai Isa cantando Meteoro da Paixão:

- (a) (4pt) Estime a latitude de Henrique.

- (b) (6pt) Qual o nome dessa chuva de meteoros?

- (c) (6pt) Em que época do ano essa chuva ocorre?

- (d) (12pt) Estime o horário local.

- (e) (12pt) Sabendo que o UTC = 23h (do dia anterior), marque no mapa (disponível na penúltima folha) a posição do observador.

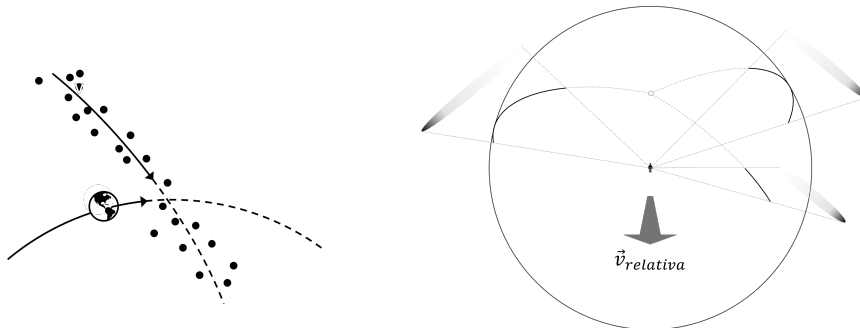
- (f) (0pt) Em qual país eles estão?

Solução:

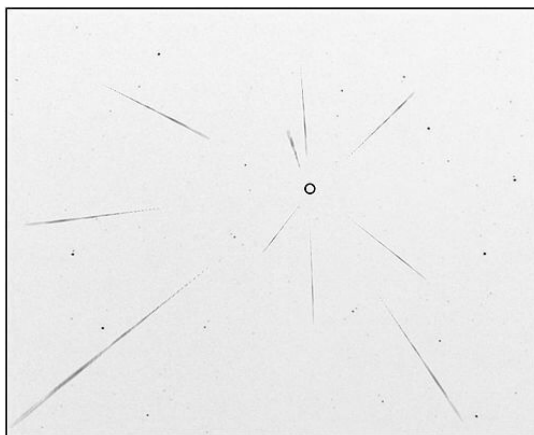
- (a) Estimação da distância zenital (ou altura) do polo elevado, no caso, Polaris.

$$\phi \approx 20^\circ \text{ N}$$

- (b) A chuva de meteoros ocorre quando a Terra cruza uma órbita compartilhada por diversos pequenos corpos. Como os meteoros estão aproximadamente numa mesma órbita, podemos tratar como se compartilhassem uma mesma velocidade relativa em relação à Terra.



O efeito é que todos os meteoros parecem partir de um mesmo ponto, conhecido como radiante, conforme mostra a imagem:



Identificar a constelação na qual se encontra o radiante é estimar esse ponto. Poderia ser “a olho” ou prolongando a trajetória de vários meteoros. No caso da nossa questão, era possível ver que o radiante estava em Leão.

- (c) Como as órbitas se alteram pouco de um ano para o outro, as chuvas de meteoros são sazonais, e reconhecer qual chuva tem o radiante observado é uma forma de estimar a época do ano da observação. Como identificamos que estava em Leão, pela tabela de dados, o radiante é de Leônidas (meados de novembro).
- (d) Conhecendo-se a época do ano, é possível saber a constelação na qual o Sol se encontra. Podemos, então, estimar o ângulo horário da constelação oposta, o que será uma estimativa de horário local. Pela data do radiante das Leônidas (17 de novembro), o Sol

está na direção de Escorpião. Assim, a constelação oposta ao Sol é Touro. Olhando para o céu da cúpula, vemos que Touro está se aproximando do horizonte Oeste, enquanto o Sol ainda está abaixo do horizonte Leste (faltando cerca de duas horas para nascer). Portanto, são aproximadamente 04h da manhã.

- (e) Sabendo que o horário local é 04h da manhã e que o UTC = 23h do dia anterior, a diferença horária é de +5h em relação a Greenwich ($\Delta T = 04h + 24h - 23h = +5h$). Como cada hora de fuso equivale a 15° , a longitude do observador será:

$$\lambda = 5 \times 15^\circ \rightarrow \boxed{\lambda = 75^\circ \text{ L}}$$

Sabemos que está no meridiano Leste pois o horário está adiantado em relação a Greenwich. O aluno deve marcar no mapa a região correspondente à latitude 20° N e longitude 75° L .

- (f) Onde foi a IOAA 2025?

- 2. (Gru?!)** Você é um minion que auxiliou o Gru a roubar a Lua. Mas de que adianta roubar a Lua e não saber onde você está? Sua missão agora é descobrir o que está acontecendo no céu e em que posição da superfície lunar você pousou antes de roubá-la.

Você tem as seguintes informações: a Terra está eclipsando o Sol agora, a Lua se encontra exatamente em um de seus nodos orbitais, e as librações latitudinais e longitudinais são nulas (0°).

- (a) (4pt) No momento dessa observação, qual é a estação do ano no Vietnã?

- (b) (12pt) Júpiter é o único planeta visível na cúpula além da Terra. Sabendo que ele está a uma distância de aproximadamente 5,2 UA do Sol, encontre a distância dele até a Lua neste exato momento (em UA).

- (c) (8pt) Aproximadamente quanto tempo (em dias terrestres) após o momento da projeção da cúpula os eventos a seguir acontecerão? (Lembre-se de que você está na Lua). I. o Pôr do Sol? II. O Pôr da Terra?

- (d) (8pt) Determine as coordenadas lunares (selenográficas) do seu sítio de observação. Qual é o nome da grande área da superfície lunar onde seu sítio de observação está situado? (Utilize a nomenclatura oficial da IAU e aproveite o mapa lunar na última folha).

- (e) (8pt) Estime a distância do seu sítio de observação até o local de pouso da Apollo-11 (0.6875° N , 23.473° E) em km.

Solução:

- (a) Se a Terra está eclipsando o Sol, ambos ocupam a mesma posição aparente no céu da Lua. Ao analisar a cúpula, o aluno identificará que o Sol se encontra na constelação de Virgem. Assim, sabendo que o Sol, visto da Terra, aparenta estar em Virgem geralmente em setembro, trata-se do período do Equinócio de Outono no Hemisfério Norte. Como o Vietnã está localizado no Hemisfério Norte, a estação do ano é o **Outono**.

- (b) No céu da cúpula, o aluno deve medir a separação angular (θ) entre o Sol e Júpiter.

Formamos um triângulo Sol-Lua-Júpiter. A distância Sol-Lua é $d_{SL} \approx 1$ UA. A distância Sol-Júpiter é $d_{SJ} = 5,2$ UA. Queremos a distância Lua-Júpiter (d_{LJ}). O ângulo no vértice da Lua é o próprio θ medido na cúpula. Pela Lei dos Cossenos:

$$d_{SJ}^2 = d_{SL}^2 + d_{LJ}^2 - 2 \cdot d_{SL} \cdot d_{LJ} \cdot \cos \theta$$

$$(5,2)^2 = 1^2 + d_{LJ}^2 - 2 \cdot 1 \cdot d_{LJ} \cdot \cos \theta$$

Como medido na cúpula, $\theta = 60^\circ$. Sabendo que $\cos(60^\circ) = 0,5$:

$$d_{LJ}^2 - 2(0,5)d_{LJ} - 26,04 = 0$$

$$d_{LJ}^2 - d_{LJ} - 26,04 = 0$$

Resolvendo a equação de segundo grau por Bhaskara (considerando apenas a raiz real e positiva para a distância):

$$\Delta = (-1)^2 - 4 \cdot 1 \cdot (-26,04) = 1 + 104,16 = 105,16$$

$$d_{LJ} = \frac{1 + \sqrt{105,16}}{2} = \frac{1 + 10,255}{2} \rightarrow \boxed{d_{LJ} \approx 5,63 \text{ UA}}$$

- (c) **I. Pôr do Sol:** A duração do dia solar lunar é o mês sinódico ($\sim 29,53$ dias terrestres). Assim, o Sol se move a $\approx 12,2^\circ/\text{dia}$ de Leste para Oeste. O aluno deve medir a altura do Sol/Terra na cúpula ($h = 40^\circ$). O tempo será $\Delta t = \frac{40^\circ}{12,2^\circ} = 3,28$ dias.

II. Pôr da Terra: Como a Lua tem rotação síncrona com a Terra, a Terra fica praticamente "estacionada" no céu lunar. Como o enunciado cravou que as librações são 0° , a Terra não sofre nem as pequenas oscilações aparentes. **Resposta: Nunca ocorrerá.**

- (d) Como a Lua está no nodo e a libração é nula, para um observador na origem das coordenadas lunares (0° N, 0° E), a Terra estaria exatamente no Zênite ($h = 90^\circ$).

Primeiro, notamos que a Terra se encontra alinhada exatamente sobre a linha Leste-Oeste no céu da cúpula. Isso significa que o observador não se deslocou latitudinalmente em relação ao equador lunar. Logo, sua **Latitude é 0°** .

Como o observador (Minion) não vê a Terra no Zênite, a distância zenital da Terra ($z = 90^\circ - h_{\text{Terra}}$) corresponde puramente ao seu deslocamento longitudinal em relação ao meridiano central.

Para achar a direção: se a Terra aparece rebaixada para o lado Oeste na cúpula com $h = 40^\circ$, seu zênite deslocou-se $z = 50^\circ$ para o Leste. Logo, a coordenada final é **Latitude 0° e Longitude 50° E**. Consultando o mapa lunar, essa coordenada cai no **Mare Fecunditatis**.

- (e) Podemos desconsiderar a diferença latitudinal do local de pouso da Apollo-11 para o nosso sítio (pois é menor que 1°). Fazendo isso, calculamos a distância apenas pela diferença longitudinal, considerando que ambos os locais estão no equador, que é um "círculo máximo" na Lua.

A circunferência do equador da Lua é $D_{\text{Lua}} \cdot \pi = 3474 \text{ km} \cdot 3,14 = 10914 \text{ km}$.

Isso corresponde a 360° do equador, enquanto a diferença longitudinal entre os nossos sítios é $50^\circ - 23,473^\circ = 26,527^\circ$.

Assim, o comprimento do arco proporcional é:

$$\Delta S = 10914 \cdot \left(\frac{26,527^\circ}{360^\circ} \right) \rightarrow \boxed{\Delta S \approx 803,7 \text{ km}}$$

