



# SIMULADO OBA

## NÍVEL 4

---

### Instruções Gerais

1. A duração da prova é de **três** (3 horas).
2. A prova é composta por 10 questões (totalizando 10 pontos)
3. Autores:
  - Q1: Matheus “CJ”
  - Q2: Murilo Trevisan
  - Q3: Gabriel Hémetrio
  - Q4: Jan Bojan
  - Q5: Gabriel Chalfun
  - Q6: Gabriela Martins
  - Q7: Gabriela Martins
  - Q8: Matheus “CJ”
  - Q9: Gabriel Chalfun
  - Q10: Paulo Portela
4. A prova é individual e sem consultas.
5. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas/com acesso a internet.
6. As resoluções das questões, numeradas de 1 a 10, podem ser feitas a lápis (bem escuro) ou caneta e devem ser apresentadas de forma clara, concisa e completa. Como esta prova é um simulado, procure fazer uma solução parecida com aquela que você faria na prova verdadeira.
7. Você pode utilizar folhas de rascunho para auxiliar no processo de resolução da prova, mas elas não devem ser entregues e nem serão corrigidas.

1. **(1 ponto)** Vreno Barba de Alho, um pirata intergaláctico, estava em busca de saquear a estação espacial de Brunin Mokotó. Para isso, Vreno precisa checar se Brunin fechou a porta a partir de sua casa em Júpiter. Sabendo que o ladrão tem acesso ao telescópio James Webb, ajude-o a determinar se esse instrumento será suficiente para sanar essa necessidade.

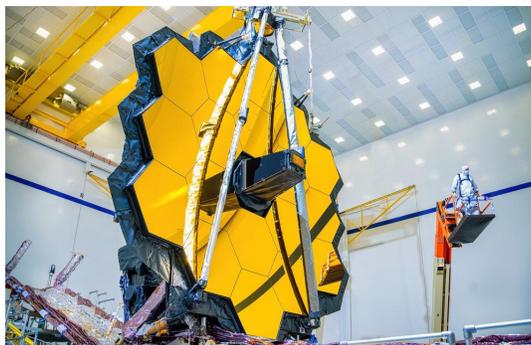


Figura 1: Telescópio Espacial James Webb

Considere que a resolução de um telescópio pode ser calculada utilizando a seguinte relação:

$$\theta = 1.22 \cdot \frac{\lambda}{D}$$

Na qual  $\lambda$  corresponde ao comprimento de onda da luz observada,  $D$  ao diâmetro da objetiva do telescópio e  $\theta$  à sua resolução em radianos. Ajude Vreno a determinar se conseguirá ou não roubar Brunin. Se não for possível, determine qual o diâmetro mínimo aproximado do telescópio necessário para resolver a porta de sua estação.

**Dados:**

- Resolução necessária  $\approx 1,2 \cdot 10^{-6}$  rad;
- Diâmetro do telescópio James Webb = 6,5 m;
- Comprimento de onda da luz observada =  $1 \cdot 10^{-5}$  m;

2. **(1 ponto)** Manusleba, uma pesquisadora muito dedicada e curiosa, estava investigando de perto uma supergigante vermelha com sua incrível nave espacial, é claro. Ela, como perita no assunto, sabia que essas estrelas explodiam ao chegar no fim de suas “vidas” (liberando momentaneamente mais energia que galáxias inteiras), mas decidiu correr o risco de observá-la mesmo assim.

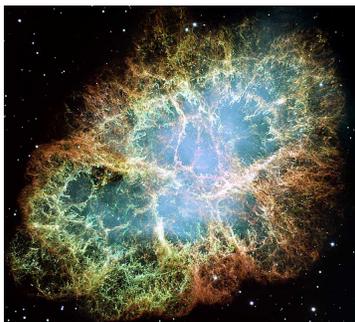


Figura 2: Nebulosa remanescente de supernova

Era um dia comum de estudos para Manusleba, quando subitamente, algo desesperador aconteceu. A estrela, que estava somente a uma distância  $d = 1,5 \cdot 10^{11}$  m de nossa pesquisadora, explodiu. Percebendo o perigo iminente, a cientista imediatamente ligou os propulsores de sua nave, que partiu do repouso com aceleração constante  $a = 40 \text{ m/s}^2$ , enquanto a nebulosa se expandia com velocidade constante  $v = 3,0 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

- (a) **(0,3 ponto)** Manusleba sabia que só estaria segura quando atingisse uma velocidade igual a da explosão. Sendo assim, qual seria a distância percorrida até que ela atingisse tal velocidade?
- (b) **(0,4 ponto)** Manusleba conseguiria escapar da supernova?
- (c) **(0,3 ponto)** Sabendo que sua nave pesava 50 toneladas, quanta energia precisaria ser liberada pelos motores para a nave atingir a velocidade da explosão?

**Dica:** A energia cinética de um corpo segue a forma  $E_{cin} = \frac{mv^2}{2}$ .

3. **(1 ponto)** Akira Ito, enquanto estudava para a Olimpíada Ibero-Americana de Física, se deparou com diversas afirmações à respeito dos eclipses em seu livro. Quanto às afirmações presentes no livro de Akira, assinale verdadeiro (V) ou falso (F):

**I** - Sempre que a Lua está em sua fase de Lua Cheia ocorre um Eclipse Lunar.

**II** - O Eclipse Solar ocorre quando a Terra está alinhada entre o Sol e a Lua, sendo que a Terra projeta sua sombra na Lua.

**III** - Se a distância da Terra à Lua fosse maior, o número de eclipses anulares que ocorrem ao longo de um ano aumentariam.

**IV** - Nos momentos em que o Sol, a Terra e a Lua estão alinhados, e a Lua está na umbra terrestre, pode-se dizer que ocorre um eclipse lunar total.

**V** - Se a distância entre a Terra e o Sol aumentasse, e a distância entre a Lua e a Terra permanecesse a mesma, não seria possível dizer se haveriam eclipses solares.

**VI** - A principal causa pelos eclipses são as forças de maré que são responsáveis pelo movimento da Lua ao redor da Terra.

**VII** - Não é possível observar eclipses em outros planetas, como Júpiter, já que esse é um fenômeno exclusivo do planeta Terra.

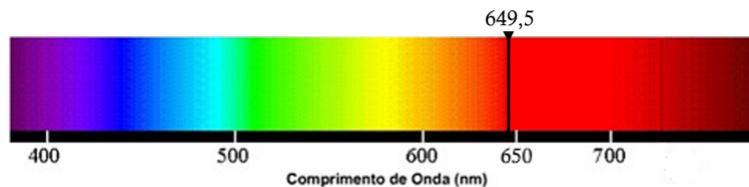
4. **(1 ponto)** Uma coisa curiosa é que quando passamos a luz de uma estrela por um prisma, decompondo-a “no arco-íris” e projetando em algum lugar, como uma folha de papel, podemos perceber a presença de algumas linhas escuras no espectro eletromagnético dessa estrela. A essas linhas é dado o nome de linhas de absorção. O interessante é que cada elemento químico possui um conjunto específico de linhas que ele e apenas ele tem, com um comprimento de onda específico para cada linha.

Essas linhas incrivelmente conseguem nos dizer propriedades da estrela, desde sua composição química até sua velocidade radial (velocidade que a estrela se afasta ou aproxima de nós). A velocidade radial é medida pela diferença percebida entre os comprimentos de onda dessas linhas de absorção para objetos parados na Terra e objetos em movimento no céu, efeito conhecido como Redshift, causado pelo Efeito Doppler. Existe uma fórmula para nos ajudar nos cálculos disso:

$$\frac{v}{c} = \frac{\lambda - \lambda_{terra}}{\lambda_{terra}}$$

Em que  $v$  é a velocidade radial do objeto,  $c$  é a velocidade da luz,  $\lambda$  é o comprimento de onda da linha de absorção do objeto e  $\lambda_{\text{terra}}$  é o comprimento de onda da linha de absorção medido na Terra. Adotamos a convenção de que se  $v < 0$  o objeto se aproxima do observador e se  $v > 0$  o objeto se afasta do observador. (Essa relação não leva em conta efeitos relativísticos, mas considere válida para todos os fins desse exercício).

Jorginho, O Iluminado, ávido pelo céu, acaba de observar uma de suas estrelas favoritas: Vivi, da constelação de Noicus. Ele percebe que a faixa escura conhecida como  $H_{\gamma\text{gabi}}$ , no repouso em 650 nm, está deslocada no espectro de Vivi, podendo ser vista na imagem a seguir:



Jorginho, O Iluminado, sabe que Vivi está a uma distância  $d = 12$  pc da Terra, que  $1 \text{ pc} \approx 3,1 \cdot 10^{13}$  km e que Vivi não possui velocidade tangencial em relação a ele. Com base nessas informações encontre se a estrela está se aproximando ou se afastando de Jorginho, O Iluminado, qual é a sua velocidade radial e quanto tempo (em anos) Vivi levará para se deslocar uma distância  $d$  em relação a ele. Considere  $c = 3 \cdot 10^5$  km/s e  $1 \text{ ano} = 3,15 \cdot 10^7$  s.

5. (1 ponto) Cristiane, ao deslumbrar o céu estrelado enquanto deitada em seu gramado, resolveu pegar sua câmera 360° e fazer uma foto do céu naquele momento. Obtendo a seguinte imagem:

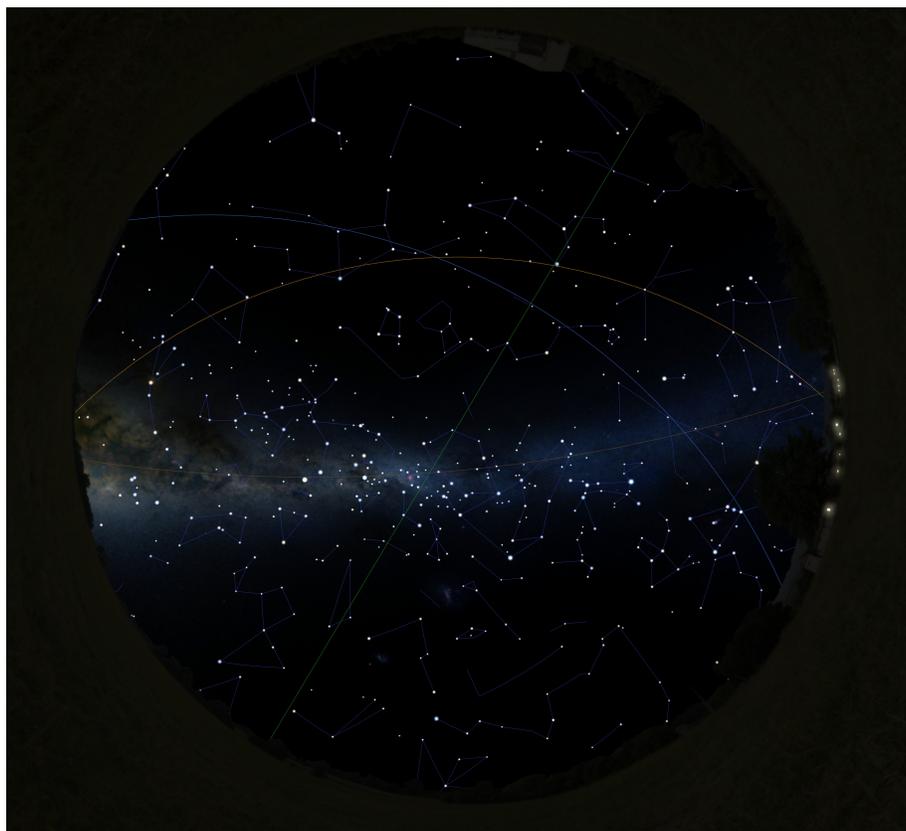


Figura 3: Foto tirada por Cristiane

Além disso, perceba que Cristiane editou a foto colocando as linhas das constelações e alguns elementos importantes da esfera celeste, que possuem seus nomes e descrições embaralhados abaixo:

- 1 - Meridiano Local
- 2 - Equador Celeste
- 3 - Eclíptica
- 4 - Equador Galático

**I** - Grande círculo determinado pela trajetória que o Sol aparenta fazer ao longo do ano no céu em relação às estrelas. Os planetas também se encontram perto deste grande círculo.

**II** - Projeção do Equador terrestre sobre a esfera celeste. O movimento dos astros ao longo do dia aparenta ser paralelo à esse grande círculo.

**III** - Grande círculo determinado pela projeção da Via Láctea sobre a esfera celeste.

**IV** - Semi-grande círculo no céu que passando pelo zênite local e pelos pontos cardeais Norte e Sul. É onde os astros atingem sua maior altura no céu.

- (a) **(0,2 pontos)** Faça as correspondências dos elementos supracitados com as suas descrições.
- (b) **(0,3 pontos)** Identifique cada um deles na foto de Cristiane. (Dica: É uma boa ideia achar o ponto cardeal Sul...)
- (c) **(0,2 pontos)** Cite 1 constelação passando por cada um deles.
- (d) **(0,3 pontos)** Em qual desses elementos se espera encontrar o maior número de estrelas que podem ser vistas à olho nu? Justifique.

6. **(1 ponto)** A atividade solar segue um ciclo de aproximadamente 11 anos caracterizado pela inversão dos polos magnéticos do Sol. O início de um ciclo é dado quando o número de manchas solares no Sol é mínimo, o que significa que o Sol está num momento de baixa atividade. Conseqüentemente, um grande número de manchas solares indica alta atividade solar. Nesses momentos, é comum a ejeção de material coronal, o que pode causar uma série de problemas se atingir a Terra.

Com base no gráfico abaixo, classifique as afirmativas abaixo como verdadeiras (V) ou falsas (F).

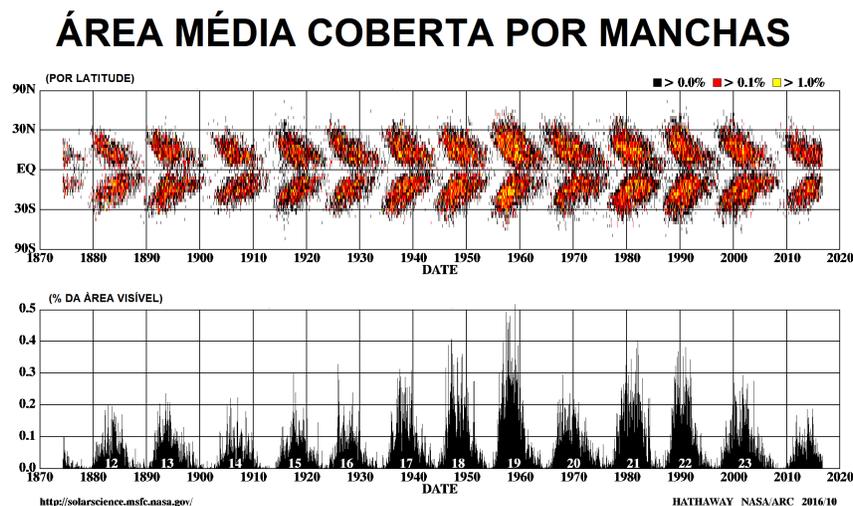


Figura 4: Gráficos que demonstram o ciclo solar

**I** - A incidência de auroras boreais foi maior em 2009 do que em 2010.

**II** - Atualmente o Sol está gradualmente ficando mais ativo.

**III** - O tempo necessário para que os polos magnéticos do Sol voltem a configuração atual é 11 anos.

**IV** - Quando um novo ciclo inicia, as manchas solares começam a aparecer próximas ao Equador Solar.

**V** - Em 1894, cerca de 0,25% do hemisfério visível do Sol chegou a ficar coberto de manchas solares, o que diminuiu a magnitude aparente do Sol.

7. **(1 ponto)** Uapyle deseja construir um modelo fiel do Sistema Solar em seu quintal utilizando apenas conceitos fotométricos para obter a distância entre a Terra e alguns astros. De seus tempos de olimpíada, ele lembra que a magnitude aparente  $m$  de um astro de fluxo  $F$  é dada por

$$m = -2,5 \log \frac{F}{F_0}$$

Onde  $F_0$  é o fluxo de um objeto de magnitude 0, tal que  $F_0 = 2 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2$ . Ele também se recorda que o fluxo é dado por

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Onde  $L$  é a potência (ou luminosidade) do objeto analisado e  $d$  a distância entre objeto e observador.

- (a) **(0,5 pontos)** Ele irá utilizar uma lâmpada de 100 W para representar o Sol. Sabendo que a magnitude aparente do Sol visto da Terra é  $m_{\odot} = -26,74$ , determine a distância entre o Sol e Terra no modelo do jovem construtor.
- (b) **(0,5 pontos)** Além disso, Uapyle irá utilizar um esfera espelhada que reflete toda a luz incidente para simbolizar a Lua. Sabendo que a Lua, quando cheia, é  $4 \cdot 10^5$  vezes menos brilhante que o Sol para um observador na Terra, determine a distância entre Terra e Lua no modelo do Uapyle.
8. **(1 ponto)** Em um belo dia, Brunin acordou e foi realizar sua caminhada espacial matinal. Ao sair de sua estação, reparou em um brilho incomum vindo de Júpiter. Entretanto, como estava sonolento, pensou que fosse apenas um sonho. Mesmo após tomar seu café, ele ainda estava perplexo com o fenômeno observado e resolveu apontar seus instrumentos para tal local e elucidar sua curiosidade. Assim que recebeu as imagens de seu telescópio, reconheceu o pirata Vreno Barba de Alho mirando o Telescópio James Webb para sua porta.



Figura 5: Vreno e seu telescópio

Brunin denunciou tal ato à lendária Comechão, a polícia astronômica, forçando Vreno a fugir rapidamente para Zírius B na esperança de que Zírius A, uma estrela extremamente brilhante, ofuscasse seu rastro.



Figura 6: Zírius A e Zírius B

Para a Comechão ir em busca de Vreno eles precisam saber a distância entre as duas estrelas, ou seja, o semi-eixo maior deste sistema binário. Portanto, ajude Brunin a encontrar tal informação.

**Dados:**

- Período do sistema  $\approx 50$  anos;
- Massa de Zírius A  $\approx 2M_{\odot}$ ;
- Massa de Zírius B  $\approx 1M_{\odot}$ ;
- Excentricidade do sistema  $\approx 0$ ;

9. (1 ponto) Um conceito bastante importante na astronomia é o chamado tamanho angular, definido como o ângulo compreendido pelos extremos vistos do objeto analisado:

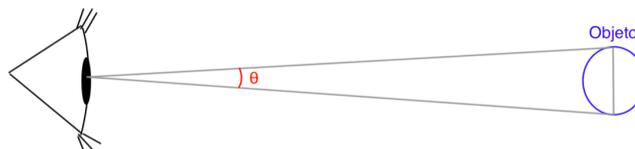


Figura 7: Um objeto qualquer e seu tamanho angular  $\theta$

Na astronomia, usualmente estamos lidando com grandes distâncias em comparação ao tamanho dos astros. Então uma boa aproximação é que o arco de circunferência compreendido pelo ângulo  $\theta$  é igual à corda desse mesmo arco:

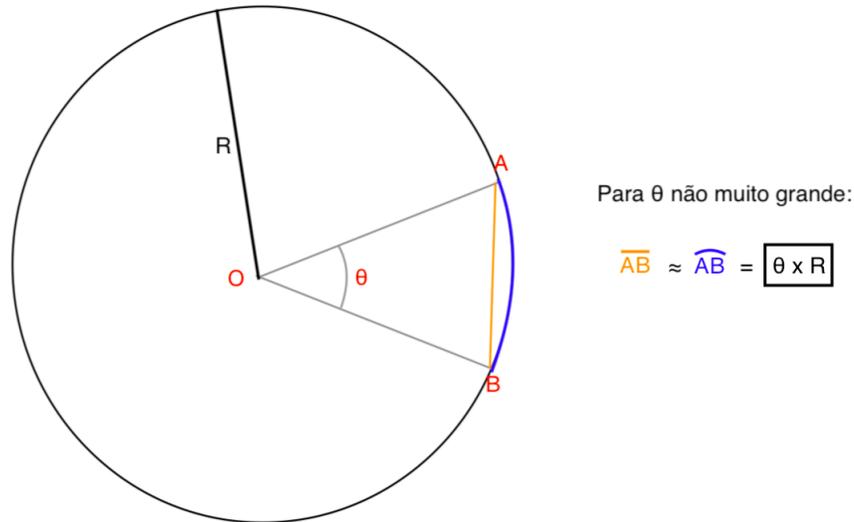


Figura 8: Aproximação do tamanho angular

Em outras palavras, o tamanho angular (em radianos) pode ser encontrado dividindo o tamanho real do objeto pela sua distância até o observador.

Sendo assim, verificou-se que a galáxia de andrômeda, a qual possui um eixo-maior com tamanho angular de aproximadamente  $3^\circ$  quando observada no céu, está se aproximando de nós a uma velocidade de 300 km/s. Determine em quanto tempo tal eixo-maior terá um tamanho angular de  $10^\circ$ .

**Dados:**

- Distância Terra-Andrômeda=  $2,37 \cdot 10^{22}$  m.



10. (1 ponto) A Transferência de Hohmann é uma técnica muito utilizada na astronomia para fazer a transição entre duas órbitas circulares por meio de uma órbita elíptica. Para isso, é necessário fornecer ao objeto 2 impulsos de velocidade: o primeiro faz com que o objeto mude da órbita original para a órbita de transferência e o segundo é responsável pela transição entre a órbita de transferência e a órbita de destino, sendo que esses 2 impulsos ocorrem nos pontos de mínima e máxima aproximação ao corpo central da órbita elíptica.

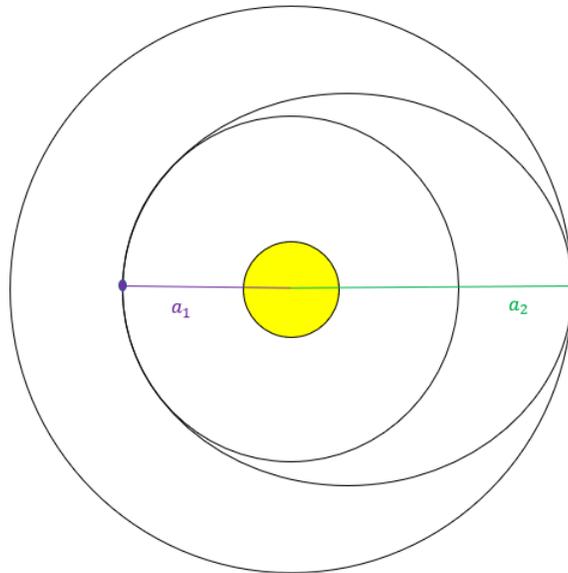


Figura 9: Imagem da Transferência Orbital

Assim, calcule o tempo, em anos, que leva para um satélite lançado da Terra chegar à órbita de Júpiter, executando uma Transferência de Hohmann.

**Dados:**

- Raio da órbita de Júpiter =  $5,2UA$ ;