

OBOA

Olimpíada Brasileira Online de Astronomia

1ª Fase - 5 de outubro de 2024

Nome: _____

Série: _____

Nível JS
Ensino Fundamental
8ª e 9ª séries

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos das 8ª e 9ª séries do ensino fundamental. Ela contém **vinte** questões. Cada questão tem valor de 1 ponto e a prova um total de 20 pontos.
- II. A prova é individual e sem consultas. Uma tabela de constantes com informações relevantes para a Prova Teórica está disponibilizada na próxima página.
- III. O uso de calculadoras é permitido, desde que não sejam programáveis/gráficas/com acesso a internet.
- IV. A duração máxima desta prova é de **três** horas.

Apoio:



ASTROBIOFÍSICA
PROF. FLÁVIA E VIRGÍLIO

Curiosidades:

João Evangelista Steiner, mais conhecido como João Steiner (São Martinho, 1 de março de 1950 — São Martinho, 10 de setembro de 2020), foi um astrofísico brasileiro que se destacou na pesquisa de galáxias ativas e na formação de aglomerados de galáxias, tendo contribuições significativas nessas áreas. Além disso, desempenhou um papel fundamental na educação científica, orientando estudantes e inspirando futuros cientistas, ocupou cargos importantes em instituições, promovendo o desenvolvimento da pesquisa astronômica no Brasil. Sua dedicação e paixão pela ciência o tornaram uma figura respeitada na comunidade científica.



Questão 1. No modelo clássico o raio de um buraco negro é o limite no qual a velocidade de escape se torna igual à da luz, ou seja, nesse caso, nem mesmo a luz conseguiria escapar do campo gravitacional. Diante disso, calcule qual seria o raio do Sol caso Alnair usasse sua arma secreta para encolher o Sol até o tamanho de um buraco negro?

Dica: A velocidade de escape pode ser calculada por meio da seguinte equação:

$$v_{Escape} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Dados:

- Massa do Sol: $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30}$ kg
- Constante da Gravitação Universal: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg²
- Velocidade da Luz: $c = 3,00 \times 10^8$ m/s

- (a) 1 km
- (b) 3 km
- (c) 5 km
- (d) 10 km
- (e) 1.000.000 km

Resposta: (b) 3 km

Questão 2. Durante uma de suas observações astronômicas noturnas, você decide estudar o movimento dos planetas em torno do Sol, algo que sempre fascinou os antigos astrônomos. Você lembra que o movimento dos planetas foi explicado pela primeira vez de maneira precisa por Johannes Kepler, que formulou suas famosas Leis de Kepler, e que essas leis foram posteriormente explicadas de maneira teórica pela Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton.

Curioso para entender melhor como os planetas se movem, você decide focar no exemplo de um planeta fictício, a que vamos chamar de "Aurelia". Aurelia orbita uma estrela muito parecida com o Sol a uma distância média de 1 unidade astronômica (UA), que é exatamente a distância média entre a Terra e o Sol. Você também sabe que a massa da estrela central é $M = 2 \times 10^{30}$ kg, que é praticamente a mesma massa do Sol.

Lembrando das fórmulas de mecânica celeste, você recorda que a força gravitacional que a estrela exerce sobre o planeta é o que mantém Aurelia em sua órbita, e que essa força é igual a centrípeta. Com essas informações em mente, você resolve calcular a velocidade orbital de Aurelia ao redor da estrela, para entender melhor como o movimento dos planetas é influenciado pela gravidade.

Dados:

- Constante da Gravitação Universal: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
- 1 UA = $1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
- Força Centrípeta: $F_C = \frac{mv^2}{r}$
- Força Gravitacional: $F_G = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

Com base nas informações fornecidas, qual é a velocidade orbital de Aurelia em sua órbita ao redor da estrela central?

- (a) 24 km/s
- (b) 30 km/s
- (c) 10 km/s
- (d) 15 km/s
- (e) 42 km/s

Resposta: (b) 30 km/s

Questão 3. Caso a Terra tivesse sua massa reduzida à metade da massa atual, calcule qual seria o novo período de translação do nosso planeta, ou seja, qual seria a nova duração dos anos terrestres. Considere que T_0 representa o período de translação atual e T representa o novo período de translação.

- (a) $T = 4T_0$
- (b) $T = 2T_0$
- (c) $T = T_0$
- (d) $T = \frac{T_0}{2}$
- (e) $T = \frac{T_0}{4}$

Resposta: (c) $T = T_0$

Questão 4. A magnitude de uma estrela é uma medida que nos diz o quão “brilhante” ela é. Quanto menor a magnitude, maior será o seu brilho. Se compararmos duas magnitudes m_A e m_B , obtemos uma importante relação para a astronomia chamada Equação de Pogson:

$$m_A - m_B = -2,5 \log \left(\frac{F_A}{F_B} \right)$$

onde F_A e F_B são os fluxos correspondentes a m_A e m_B , respectivamente.

Sabendo que o fluxo do Sol na Terra é 1560 vezes maior do que o fluxo do Sol em Plutão, calcule qual é a diferença de magnitude do Sol quando visto da Terra e visto de Plutão, ou seja, $\Delta m = m_A - m_B$.

- (a) $\Delta m = -7,98$
- (b) $\Delta m = -8,02$
- (c) $\Delta m = -4,31$
- (d) $\Delta m = -5,76$
- (e) $\Delta m = -6,22$

Resposta: (a) $\Delta m = -7,98$

Questão 5. Há muito tempo, Hiparco criou um catálogo de estrelas com base no fluxo, ou seja, na quantidade de luz que chega à Terra, considerando a nossa distância até essas estrelas. Esse catálogo utilizava a escala de magnitude, onde uma estrela com menor magnitude aparece mais brilhante no céu.

Para duas estrelas A e B, com magnitudes m_A e m_B e fluxos luminosos F_A e F_B , a relação entre seus fluxos é dada por:

$$\frac{F_A}{F_B} = 10^{\left(\frac{m_B - m_A}{2,5}\right)}$$

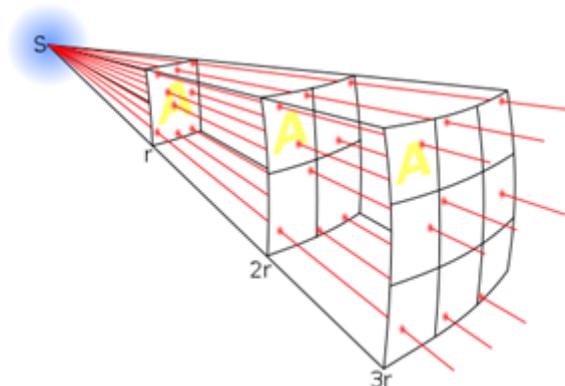
Com esse novo conhecimento, Gustavinho, um entusiasta da astronomia, observou um sistema binário chamado Max-Bom, composto por duas estrelas. Ele encontrou na internet a magnitude da estrela Max, $m_M = 5$, porém a informação da magnitude de Bom estava borrada. Sabendo que para um observador terrestre, a estrela Max brilhava 10 vezes mais que a estrela Bom, ajude Gustavinho e encontre a alternativa que apresenta a magnitude de Bom.

- (a) 5,5
- (b) 6,5
- (c) 7,5
- (d) 8,5
- (e) 9,5

Resposta: (c) 7,5

Questão 6. Há milhares de anos, a observação das estrelas fascinava os antigos astrônomos. A luz das estrelas era um mistério que inspirava teorias e lendas, e, com a invenção do telescópio, a astronomia deu um grande salto. Entre os conceitos fundamentais que surgiram, está o entendimento da luminosidade e do fluxo luminoso das estrelas.

A luminosidade de uma estrela é a quantidade total de energia que ela emite por unidade de tempo, e é medida em Watts (W). Já o fluxo luminoso é a quantidade de energia que chega a uma unidade de área, medida em Watts por metro quadrado (W/m^2).



A relação entre esses dois conceitos pode ser compreendida através da Lei do Inverso do Quadrado da Distância, que afirma que o fluxo luminoso diminui com o quadrado da distância entre a estrela e o observador. Assim, a luz se espalha em uma área com o formato de casca esférica cuja fórmula é:

$$A = 4\pi r^2$$

Suponha que você está observando uma estrela que tem uma luminosidade $L = 3 \times 10^{26}$ W. Se a estrela está a uma distância $d = 1 \times 10^{11}$ m da Terra, qual é o fluxo luminoso que você mede na Terra?

Com base na fórmula fornecida e nas informações acima, calcule o fluxo luminoso da estrela na Terra.

- (a) $3,0 \times 10^3$ W/m²
- (b) $7,5 \times 10^3$ W/m²
- (c) $1,0 \times 10^3$ W/m²
- (d) $2,4 \times 10^3$ W/m²
- (e) $2,0 \times 10^3$ W/m²

Resposta: (d) $2,4 \times 10^3$ W/m²

Questão 7. Estanho Maia procurava por uma estrela azul da cor do mar. Ele sabia que existe uma relação entre a temperatura superficial das estrelas e a sua cor, porém não sabia como usá-la para encontrar sua tão desejada estrela.

Ajude ele calculando qual a temperatura aproximada que uma estrela teria para aparecer azul. Utilize a Lei de Wien, que relaciona a temperatura superficial de estrela T com o principal comprimento de onda λ emitido por aquele astro:

$$T = \frac{0,0029}{\lambda}$$

onde a temperatura é dada em K e o comprimento de onda em m.

Dados:

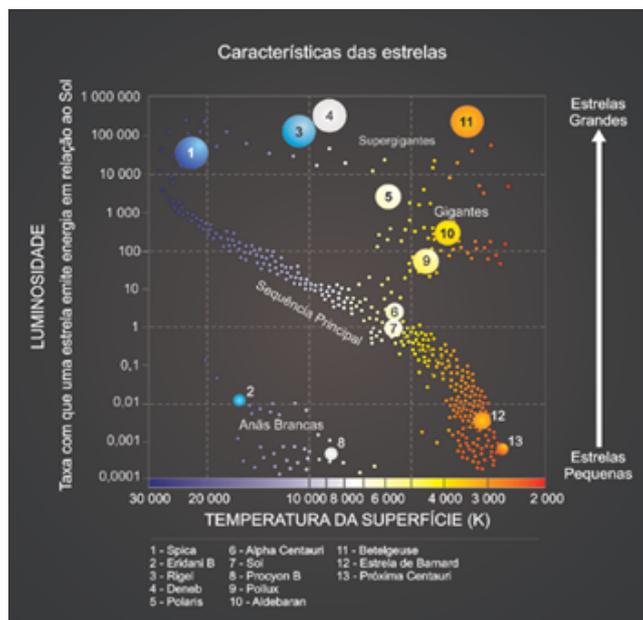
- Comprimento de onda central do azul: 475 nm

- (a) 3100 K
- (b) 6100 K
- (c) 9100 K
- (d) 11000 K
- (e) 31000 K

Resposta: (b) 6100 K

Questão 8. Mais conhecido como Diagrama HR, o diagrama de Hertzsprung-Russell é um gráfico que relaciona a temperatura efetiva e a luminosidade das estrelas. Como você pode notar na imagem, ao posicionar as estrelas de acordo com suas respectivas temperaturas e luminosidades, é possível ver que as estrelas se concentram em determinadas regiões do gráfico. Isso nos permite classificar as estrelas de forma mais rápida e

fácil. Os principais grupos formados são: Sequência Principal (SP), Gigantes (G), Supergigantes (SG) e Anãs Brancas (AB).



Agora que você já está mais familiarizado com esse importante diagrama, utilize-o para classificar as seguintes estrelas nas categorias mencionadas acima.

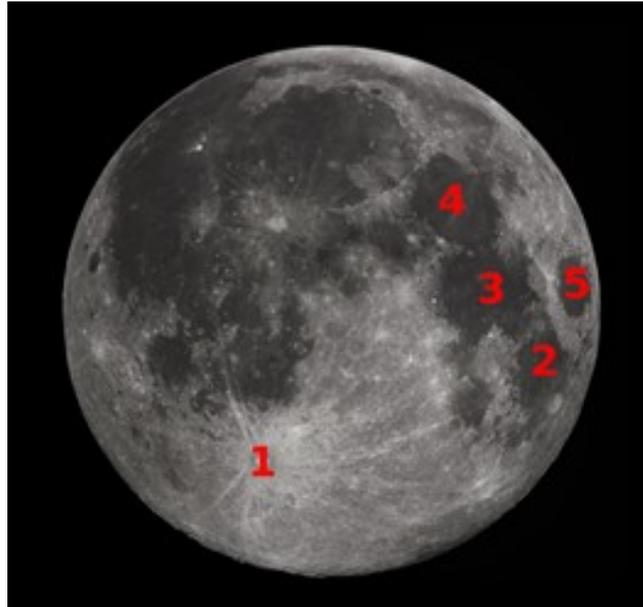
Estrela 1: Temperatura: 10.000 K; Luminosidade: 100.000 L_{Sol}

Estrela 2: Temperatura: 6.000 K; Luminosidade: 1 L_{Sol}

- (a) Estrela 1: Anã Branca; Estrela 2: Sequência Principal
- (b) Estrela 1: Supergigante; Estrela 2: Sequência Principal
- (c) Estrela 1: Gigante; Estrela 2: Sequência Principal
- (d) Estrela 1: Sequência Principal; Estrela 2: Anã Branca
- (e) Estrela 1: Anã Branca; Estrela 2: Gigante

Resposta: (b) Estrela 1: Supergigante; Estrela 2: Sequência Principal

Questão 9. A selenografia é um importante ramo da astronomia que estuda a superfície lunar. Abaixo, há uma imagem da Lua com crateras e mares numerados. Escolha a alternativa que nomeia corretamente os objetos destacados.



- (a) 1. Cratera Tycho; 2. Mar de Vapores; 3. Mar da Tranquilidade; 4. Mar da Umidade; 5. Cratera Stevinus
- (b) 1. Cratera Langrenus; 2. Oceano de Tormentas; 3. Mar de Néctar; 4. Mar de Ilhas; 5. Cratera Grimaldi
- (c) 1. Cratera Langrenus; 2. Mar da Tranquilidade; 3. Mar de Ilhas; 4. Mar da Chuva; 5. Cratera Plato
- (d) 1. Cratera Tycho; 2. Mar da Fecundidade; 3. Mar da Tranquilidade; 4. Mar da Serenidade; 5. Mar das Crises
- (e) 1. Cratera Kepler; 2. Mar do Néctar; 3. Mar do Frio; 4. Cratera Copernicus; 5. Cratera Byrgius

Resposta: (d) 1. Cratera Tycho; 2. Mar da Fecundidade; 3. Mar da Tranquilidade; 4. Mar da Serenidade; 5. Mar das Crises

Questão 10. Em um de seus vários passeios pelo Brasil participando de olimpíadas, o amante de Astronomia Ramanuja II ficou muito intrigado com um relógio de Sol que encontrou em uma das cidades que visitou, esse relógio está representado na imagem a seguir.



De acordo com a imagem do relógio de Sol e seus conhecimentos sobre esse instrumento, julgue as afirmativas e marque a alternativa correta.

- I. Esse relógio está localizado no hemisfério sul;
- II. O relógio marcava, aproximadamente, 5h30min da tarde;
- III. Esse é um relógio de Sol vertical;
- IV. O gnômon desse relógio aponta para o polo celeste visível.

- (a) As afirmativas I, II e III são verdadeiras.
- (b) Todas as afirmativas são verdadeiras.
- (c) As afirmativas I e III são verdadeiras.
- (d) As afirmativas II e IV são verdadeiras.
- (e) As afirmativas III e IV são verdadeiras.

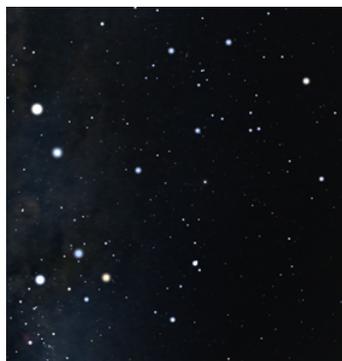
Resposta: (c) As afirmativas I e III são verdadeiras.

Questão 11. Telescópios são ferramentas extremamente necessárias para o estudo da astronomia, e um aspecto importantíssimo do uso dos telescópios é o aumento, popularmente chamado de “zoom”, que está sendo utilizado. Sendo assim, calcule o aumento que será obtido ao utilizar um telescópio que possui uma distância focal d_{ft} de 900 mm e uma ocular que possua uma distância focal d_{fo} de 18mm? Calcule também o aumento ao adicionar uma barlow 2X.

- (a) 200X e 400X
- (b) 150X e 300X
- (c) 100X e 200X
- (d) 50X e 100X
- (e) 25X e 50X

Resposta: (d) 50X e 100X

Questão 12. Na imagem a seguir, vemos um pedaço do céu. Sabendo que o centro desse “pedaço” estava a uma altura $h = 45^\circ$, assinale a alternativa que contém o hemisfério em que a foto foi tirada e a constelação que ocupa a maior área desse “pedaço” do céu.



- (a) Hemisfério Norte - Cruzeiro do Sul
- (b) Hemisfério Sul - Octante
- (c) Hemisfério Norte - Cassiopéia

- (d) Hemisfério Sul - Centauro
- (e) Hemisfério Sul - Escorpião

Resposta: (d) Hemisfério Sul - Centauro

Questão 13. As constelações são utilizadas pela humanidade desde as civilizações antigas, possuindo diversas funções, como localização, orientação espacial, contagem da passagem do tempo e das estações do ano, indicando as melhores épocas para cultivo e colheita. Cada civilização possui uma forma única de agrupar as estrelas no céu noturno, originando várias constelações diferentes formadas pelas mesmas estrelas. Para facilitar a organização do céu em constelações, a União Astronômica Internacional (IAU) dividiu o céu em 88 regiões, sendo que cada região possui uma constelação que pertence a ela. A seguir está representada a constelação indígena do Veado (à esquerda, juntamente com uma imagem do céu com as linhas das constelações reconhecidas pela IAU).



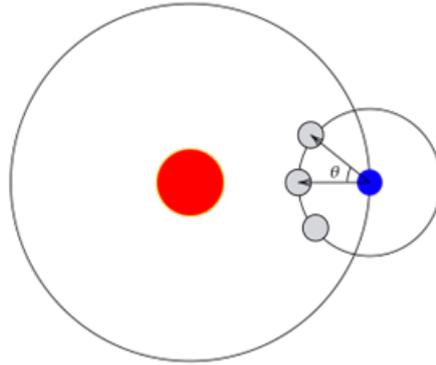
A partir dos seus conhecimentos sobre as constelações, indique a alternativa que apresenta apenas constelações reconhecidas pela IAU que formam a constelação indígena do Veado.

- (a) Escorpião, Leão, Quilha.
- (b) Quilha, Triângulo Austral, Mosca.
- (c) Cruzeiro do Sul, Lobo, Centauro.
- (d) Centauro, Esquadro, Escorpião.
- (e) Cruzeiro do Sul, Mosca, Vela.

Resposta: (e) Cruzeiro do Sul, Mosca, Vela.

Questão 14. Eclipses são fenômenos astronômicos que acontecem quando um corpo celeste é ocultado por outro. Observados da Terra, os eclipses mais comuns são o lunar e o solar, que possuem classificações ainda mais específicas como parciais ou totais.

Daniel, um estudante curioso, acabou de aprender sobre eclipses e também sobre a 2ª lei de Kepler, que afirma que planetas percorrem áreas iguais em tempos iguais em suas órbitas ao redor de uma estrela. Ao encontrar um desenho na internet que mostrava um eclipse visto da Terra em três momentos diferentes: início, clímax e fim, Daniel ficou entusiasmado e decidiu descobrir não apenas o tipo de eclipse, mas também sua duração.



Infelizmente Daniel não conseguiu interpretar a esquematização de maneira correta e precisa de sua ajuda. Sabendo que o período de translação da Lua é de aproximadamente 28 dias, o período de translação da Terra é de aproximadamente 365 dias, o ângulo θ é igual a $0,25^\circ$, marque a alternativa que corresponda ao verdadeiro tempo e tipo do eclipse.

- (a) Eclipse solar total, aproximadamente 20 minutos.
- (b) Eclipse solar parcial, aproximadamente 1 hora.
- (c) Eclipse lunar total, aproximadamente 2 horas.
- (d) Eclipse lunar penumbral, aproximadamente 3 horas.
- (e) Eclipse solar total, aproximadamente 4 minutos.

Resposta: (b) Eclipse solar parcial, aproximadamente 1 hora.

Questão 15. Sabemos que ao longo do ano, a declinação do Sol varia principalmente devido à inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular à sua órbita. Em qual das posições abaixo uma haste, posicionada perpendicularmente ao solo, não faria sombra ao meio-dia solar verdadeiro durante o Solstício de Junho? Considere a Terra como perfeitamente esférica.

- (a) Polo Norte
- (b) Trópico de Câncer
- (c) Equador
- (d) Trópico de Capricórnio
- (e) Xique-Xique – BA ($\phi = 10^\circ 49' 19''$ S)

Resposta: (b) Trópico de Câncer

Questão 16. O movimento aparente do Sol no céu ao longo de um ano é um fenômeno que impacta diretamente nossas vidas. Esse movimento é ocasionado pela inclinação do eixo de rotação da Terra e, conseqüentemente, está relacionado com as estações do ano.

Ao longo de um ano, o Sol passa sobre importantes linhas imaginárias, em especial, a Linha do Equador, o Trópico de Câncer, e o Trópico de Capricórnio. Sabendo que durante os equinócios, o Sol ilumina os hemisférios da Terra de maneira uniforme, assinale a alternativa que contém a linha imaginária sobre a qual o Sol estará passando no dia do Solstício de Setembro.

- (a) Trópico de Capricórnio

- (b) Trópico de Câncer
- (c) Círculo Polar Ártico
- (d) Linha do Equador
- (e) O Sol não estará sobre nenhuma destas linhas

Resposta: (d) Linha do Equador

Questão 17. Desde os tempos antigos, o estudo dos movimentos da Terra tem fascinado cientistas e astrônomos. Um dos movimentos mais conhecidos é a rotação da Terra em torno de seu próprio eixo, que leva aproximadamente 24 horas para completar e resulta no ciclo diário de dia e noite. Outro movimento fundamental é a translação, na qual a Terra orbita o Sol em aproximadamente 365,25 dias, definindo o ano solar. Além disso, há outros movimentos menos conhecidos, como a precessão, que é uma lenta mudança na orientação do eixo de rotação da Terra, e a nutação, que são pequenas oscilações do eixo de rotação.

A compreensão desses movimentos foi fundamental para o desenvolvimento de calendários e para a navegação no passado. Por exemplo, a precessão dos equinócios, descoberta pela primeira vez por Hiparco, um astrônomo grego do século II a.C., explica porque as estrelas que são vistas no céu em uma determinada época do ano mudam ao longo de séculos. Esse conhecimento foi essencial para as civilizações antigas, que dependiam da observação dos astros para planejar suas atividades agrícolas e religiosas.

Qual dos seguintes movimentos da Terra é o responsável por causar a alternância entre as estações do ano, como verão e inverno?

- (a) Rotação
- (b) Translação
- (c) Precessão
- (d) Nutação
- (e) Movimento de afastamento dos continentes

Resposta: (b) Translação

Questão 18. Iuam foi isolado no sistema estelar de Próxima Centauri por um motivo não informado. Insatisfeito com a punição, ele envia uma mensagem questionando o motivo de seu isolamento. Para se comunicar com a Terra, que se encontra a $4,0 \times 10^{16}$ m de distância, ele utiliza sinais de rádio que, por sorte, viajam sem encontrar interferências no meio interestelar.

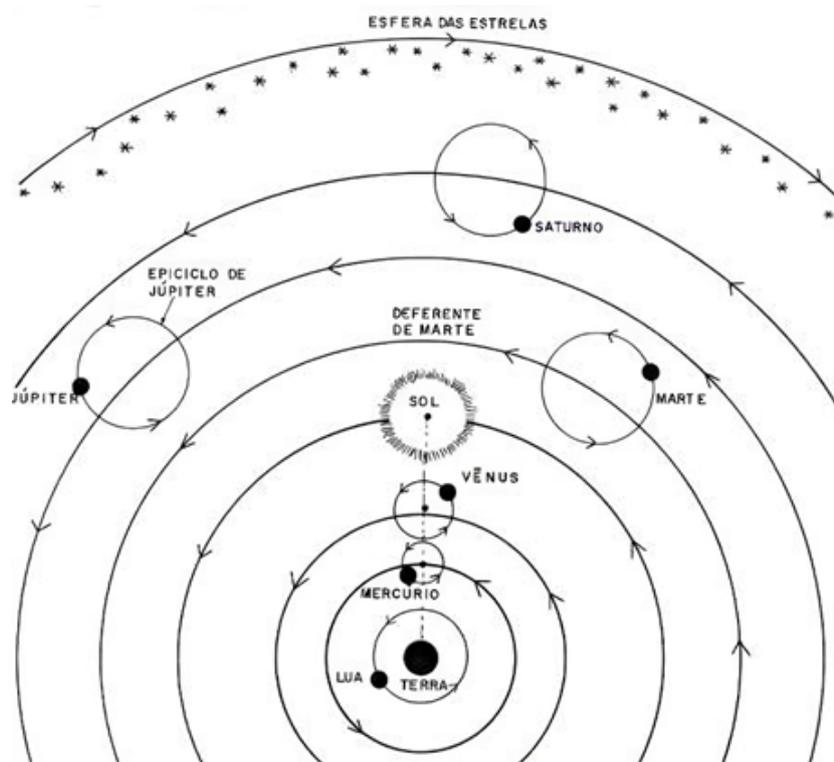
Quanto tempo Iuam teve que esperar para receber a resposta de sua mensagem? Considere que os habitantes da Terra responderam assim que captaram a mensagem, e que a velocidade da luz é de 3×10^8 m/s.

- (a) 2,5 anos
- (b) 4,2 anos
- (c) 6,7 anos
- (d) 8,4 anos
- (e) 10,0 anos

Resposta: (b) 4,2 anos

Questão 19. Ptolomeu, um astrônomo e matemático grego-romano, viveu entre os séculos I e II d.C. Ele desenvolveu um modelo geocêntrico do sistema solar, no qual a Terra estava no centro e os planetas descreviam órbitas complexas. Para explicar os movimentos retrógrados (quando um planeta parece se mover para trás no céu), Ptolomeu introduziu o conceito de epiciclos.

Epiciclos são pequenos círculos que orbitam dentro das órbitas principais dos planetas. Ptolomeu acreditava que os planetas se moviam em epiciclos enquanto giravam em torno de um ponto chamado deferente, que por sua vez orbitava a Terra. Essa combinação de movimentos circulares permitia explicar as complexidades observadas no céu.



Agora, vamos abordar os fenômenos astronômicos relacionados à posição dos planetas:

- Quando um planeta está em oposição, ele está diretamente oposto ao Sol no céu. Isso significa que o planeta está na mesma linha reta que a Terra e o Sol. Durante a oposição, o planeta é visível a noite toda e está mais próximo da Terra.
- A conjunção ocorre quando um planeta está alinhado com o Sol no céu. Durante esse evento, o planeta fica próximo do Sol e não é visível a olho nu. Mercúrio, por exemplo, frequentemente entra em conjunção com o Sol.
- A máxima elongação é o ponto em que um planeta está mais afastado do Sol no céu. Nesse momento, o planeta é visível logo após o pôr do sol (como a estrela da noite) ou antes do nascer do sol (como a estrela da manhã).

Considerando a imagem dos epiciclos, avalie as alternativas:

- Na imagem, Júpiter está prestes a entrar em conjunção com o Sol para um observador na Terra.
- A Lua encontra-se em oposição ao Sol para um observador na Terra.

- (c) A Lua está em oposição ao Sol vista de Mercúrio.
- (d) Saturno está, aproximadamente, em sua oposição com o Sol visto de Marte.
- (e) Vênus logo entrará em oposição ao Sol visto da Terra.

Resposta: (c) A Lua está em oposição ao Sol vista de Mercúrio.

Questão 20. A paralaxe é o fenômeno que ocorre quando observamos um objeto, como uma estrela, a partir de dois pontos diferentes, resultando em uma aparente mudança na posição desse objeto em relação ao fundo. Na astronomia, a paralaxe é usada para medir a distância das estrelas próximas à Terra uma vez que o nosso planeta se move em sua órbita ao redor do Sol, logo a posição de uma estrela próxima parece mudar em relação às estrelas de fundo. Essa distância pode ser calculada utilizando a fórmula abaixo, em que d será expressa em parsecs e p em segundos de arco.

$$d = \frac{1}{p}$$

Sendo assim, calcule a distância até uma estrela que expressa um ângulo de paralaxe p de 0,2 segundos de arco.

- (a) 20 parsecs
- (b) 10 parsecs
- (c) 5 parsecs
- (d) 2 parsecs
- (e) 1 parsec

Resposta: (c) 5 parsecs