

Olimpíada Brasileira Online de Astronomia

1ª Fase - 09 de agosto de 2025

Nome: _____

Série: _____

Nível Rubens de
Azevedo
Ensino Médio

Instruções de Prova

- I. Esta prova contém **20** questões. Cada questão vale 1 pontos, totalizando 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 à internet.

Apoio:



Tabela de Constantes

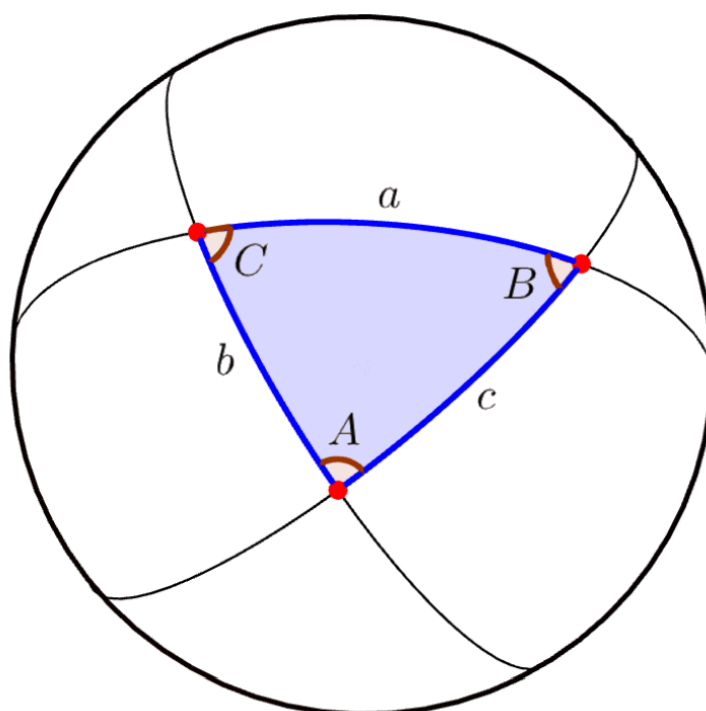
Massa ($M_{\oplus}$)	$5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$	Terra
Raio ($R_{\oplus}$)	$6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$	
Aceleração da gravidade superficial ($g_{\oplus}$)	$9,8 \text{ m/s}^2$	
Obliquidade da Eclíptica	$23^{\circ}27'$	
Ano Tropical	365,2422 dias solares médios	
Ano Sideral	365,2564 dias solares médios	
Albedo	0,39	
Dia sideral	$23\text{h } 56\text{min } 04\text{s}$	
Massa	$7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$	Lua
Raio	$1,74 \cdot 10^6 \text{ m}$	
Inclinação Orbital com relação à Eclíptica	$5,14^{\circ}$	
Albedo	0,14	
Magnitude aparente (lua cheia média)	$-12,74 \text{ mag}$	
Massa ($M_{\odot}$)	$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$	Sol
Raio ($R_{\odot}$)	$6,96 \cdot 10^8 \text{ m}$	
Luminosidade ($L_{\odot}$)	$3,83 \cdot 10^{26} \text{ W}$	
Magnitude Absoluta ($M_{\odot}$)	$4,80 \text{ mag}$	
Magnitude Aparente ($m_{\odot}$)	$-26,7 \text{ mag}$	
Velocidade de Rotação na Galáxia	220 km s^{-1}	
Distância ao Centro Galático	$8,5 \text{ kpc}$	
Diâmetro da pupila humana	6 mm	Distâncias e tamanhos
Magnitude limite do olho humano nu	$+6 \text{ mag}$	
1 UA	$1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$	
1 pc	206.265 UA	
Constante Gravitacional (G)	$6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$	Constantes Físicas
Constante de Planck (h)	$6,63 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$	
Constante de Boltzmann (k_B)	$1,38 \cdot 10^{-23} \text{ J} \cdot \text{K}^{-2}$	
Constante de Stefan-Boltzmann (σ)	$5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$	
Constante de Wien (b)	$2,898 \cdot 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$	
Constante de Hubble (H_0)	$67,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$	
Velocidade da luz no vácuo (c)	$3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$	

Curiosidades:

Rubens de Azevedo (1921-2008) foi um proeminente astrônomo brasileiro, notório pela fundação da Sociedade Brasileira dos Amigos da Astronomia (SBAA) e do Observatório Popular Flamarion. Suas realizações incluem a criação do primeiro mapa lunar brasileiro e uma significativa contribuição para a popularização da astronomia no Brasil, influenciando a formação de inúmeras instituições astronômicas. Seu legado perdura com o Planetário Rubens de Azevedo em Fortaleza-CE e a homenagem do asteroide 84342, renomeado em seu centenário como "Asteroide Rubensdeazevedo".



Questão 1. Na astronomia, uma ferramenta extremamente poderosa é a *trigonometria esférica*. Nessa questão, vamos analisar uma das suas diversas utilizações. Observe a seguinte imagem:



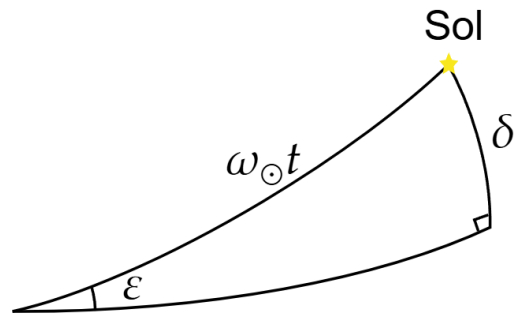
Na trigonometria esférica, trabalhamos com triângulos esféricos. O que eles mudam dos "triângulos normais"? Em vez de possuírem segmentos de retas como seus lados, os triângulos esféricos possuem arcos de círculos. OU seja, além dos ângulos nos vértices, os lados dos triângulos esféricos também são representados por ângulos.

Utilizando propriedades geométricas, podemos chegar nas seguintes relações:

$$\frac{\sin A}{\sin a} = \frac{\sin B}{\sin b} = \frac{\sin C}{\sin c}$$
$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

Com isso em mente, vamos para uma possível aplicação da mesma na "vida real", considere o seguinte esquema:

O Sol se movimenta na eclíptica, um plano inclinado por $\epsilon \approx 23,47^\circ$ do Equador. Em um determinado período de tempo t o Sol caminha um arco de círculo equivalente a $\omega_\odot t$ onde $\omega_\odot$ é a velocidade angular do Sol e pode ser estimada por $\omega_\odot = \frac{360^\circ}{365,25 \text{ dias}}$. Com isso em mente, qual das seguintes alternativas pode estimar a declinação do Sol, δ , em função do tempo, t em dias desde que o Sol passou pelo ponto vernal?



- a) $\sin \delta = 0,398 \sin(0,986t)$
- b) $\sin \delta = 0,883 \sin(t)$
- c) $\cos \delta = 0,398 \sin(0,986t) + 0,247 \cos(0,986t)$
- d) $\sin \delta = 0,398 \sin(0,247t)$
- e) $\cos \delta = 0,398 \cos(0,986t)$

Questão 2. Em um determinado dia do ano, próximo a meia noite em um local do hemisfério Sul, Toledo observa o céu e se depara com a seguinte cena:



Com o zênite retratado próximo ao centro da figura. Com base nesse céu, Toledo gostaria de descobrir em qual estação do ano ele se encontra no momento em que observa o mesmo. Qual das alternativas contém a estação do ano em que Toledo se encontra?

- a) Verão
- b) Outono
- c) Inverno

- d) Primavera
- e) Não é possível saber com base na figura

Questão 3. Dentre os diversos tipos de telescópio, podemos ter diferentes montagens. Nos treinamentos para as seletivas internacionais da IOAA e OLAA, foi utilizado principalmente o seguinte telescópio:



Qual das alternativas abaixo contem corretamente o tipo de telescópio e a montagem que o mesmo apresenta?

- a) Kepleriano; Auto-azimutal
- b) Galileano; Auto-azimutal
- c) Galileo-Kepleriano; Equatorial
- d) Newtoniano; Auto-azimutal
- e) Newtoniano; Equatorial

Questão 4. O jovem astrônomo Ernestito, sempre com o nariz grudado no telescópio, esbarrou numa noite em algo que até as estrelas ficaram curiosas: um pontinho no cinturão de asteroides que se mexia todo torto, ignorando as órbitas tradicionais. Batizado como AALO-5202, esse objeto misterioso aguçou a curiosidade de observatórios mundo afora.

Entre longos *coffee breaks* e madrugadas em claro, Ernestito reuniu as primeiras pistas sobre o recém-chegado, todas referentes a um mesmo momento de observação:

- Velocidade angular: $\omega = 0,003^\circ/\text{s}$;
- Distância em relação à Terra: $d = 3,0 \text{ UA}$;
- AALO-5202 estava se aproximando da Terra e se encontrava em oposição em relação ao Sol.

Agora, jocoso como sempre, Ernestito decide te propor algumas afirmações a respeito da órbita de AALO-5202 com o objetivo de testar seus conhecimentos:

- Com base apenas nos dados disponíveis, não se pode afirmar se a órbita de AALO-5202 é aberta ou fechada;
- A velocidade tangencial de AALO-5202 no referencial heliocêntrico é $v_t \approx 6,5 \text{ km/s}$;
- Pode-se afirmar com convicção que, para um observador localizado no Sol, AALO-5202 está se aproximando.

Considere, para esta questão, que a órbita da Terra é circular.

Estão corretas as afirmativas:

- I e II.
- I e III.
- II e III.
- I, II e III.
- Nenhuma das alternativas.

Questão 5. Um dos métodos clássicos para medir o campo visual de um telescópio consiste em observar o movimento aparente de um astro qualquer através da ocular. Devido à rotação da Terra, o astro se desloca com uma velocidade angular constante, e seu trajeto pode ser acompanhado pelo observador.

Durante uma prova prática, a jovem astrônoma Abelinha foi desafiada a medir o campo de uma ocular apenas observando o movimento aparente de um astro com declinação próxima de zero grau, utilizando um telescópio com montagem equatorial.

Ao finalizar a observação, Abelinha registrou que o astro, assumido com raio desprezível, levou aproximadamente 24 segundos para cruzar completamente o campo da ocular. Agora, com os dados coletados, assinale a alternativa com o campo visual, em minutos de arco, determinado corretamente por Abelinha.

- 1,5 minutos de arco
- 3 minutos de arco
- 6 minutos de arco
- 12 minutos de arco
- 24 minutos de arco

Questão 6. Para um estudo mais detalhado de um corpo celeste é recomendado utilizar um telescópio de montagem equatorial, visto que só é necessário movimentar um eixo para realizar o acompanhamento. Como os seus conhecimentos de astronomia de posição responda qual a grandeza que é a única que varia em seu sistema de coordenadas.

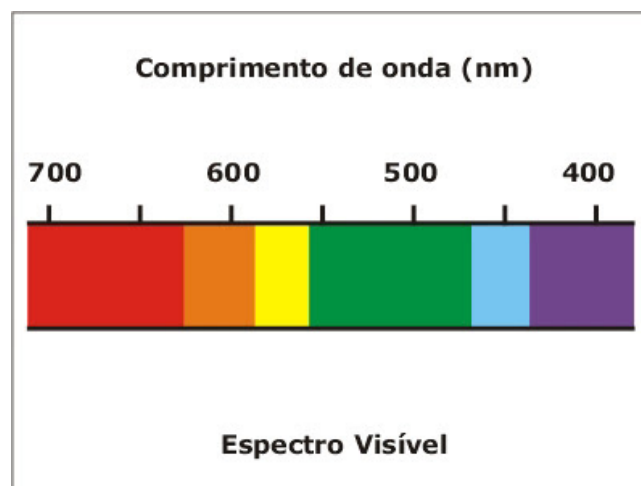
- Declinação

- (b) Ascensão Reta
- (c) Ângulo Horário
- (d) Altura
- (e) Azimute



Questão 7. A Lua está em chamas! Em 2077, após a colonização e oxigenação lunar, o romântico Dr. Guiga decide fazer uma declaração inigualável à sua amada terrestre Almonique: incendiar toda a superfície lunar. Considerando que, quando observada da Terra, a magnitude aparente da Lua Cheia atingiu o impressionante valor de $-42,58$ mag e que o albedo da Lua é 1, determine a temperatura T da chama que recobre a Lua e a cor predominante dessa chama.

Dica: Considere que a radiação emitida pela chama comporta-se como um radiador ideal de corpo negro e que a maior parte da luminosidade lunar é devido a reflexão da luz solar.



- (a) 4830 K, Laranja

- (b) 4140 K, Vermelha
- (c) 9600 K, Verde
- (d) 4140 K, Violeta
- (e) 9660 K, Púrpura

Questão 8. O astrônomo Maia, após passa no MIT, Maranhão Institute of Technology, ficou com muito tempo livre, e para se ocupar resolveu contar a quantidade de estrelas na galáxia de Andrômeda e chegou numa resultado de 10 milhões, sabendo que uma estrela média nessa galáxia tem magnitude aparente de 21 mag, qual a magnitude da galáxia de Andrômeda?



- (a) 3,5 mag
- (b) 4,0 mag
- (c) 4,5 mag
- (d) 5,0 mag
- (e) 5,5 mag

Questão 9. A ferramenta de paralaxe foi desenvolvida no século XIX como uma técnica revolucionária para medir distâncias estelares. Baseada no princípio de que a posição aparente de uma estrela muda levemente quando observada de dois pontos diferentes ao longo da órbita da Terra (com seis meses de intervalo), a paralaxe permitiu, pela primeira vez, calcular com precisão a distância até as estrelas mais próximas. Em 1838, Friedrich Bessel foi o primeiro a usar esse método com sucesso, determinando a distância da estrela 61 Cygni. A partir daí, a paralaxe tornou-se uma das bases fundamentais da astrometria, abrindo caminho para a compreensão da escala do Universo.

Agora, com os recentes planos do Elon Mosca de ir para Marte ele deseja conferir o experimento de Bessel dessa vez no planeta escarlate. Sabendo que o ângulo paralático de 61 Cygni é 286.8 mas na Terra calcule a distância, da estrela ao sistema solar e depois o ângulo paralático visto em Marte

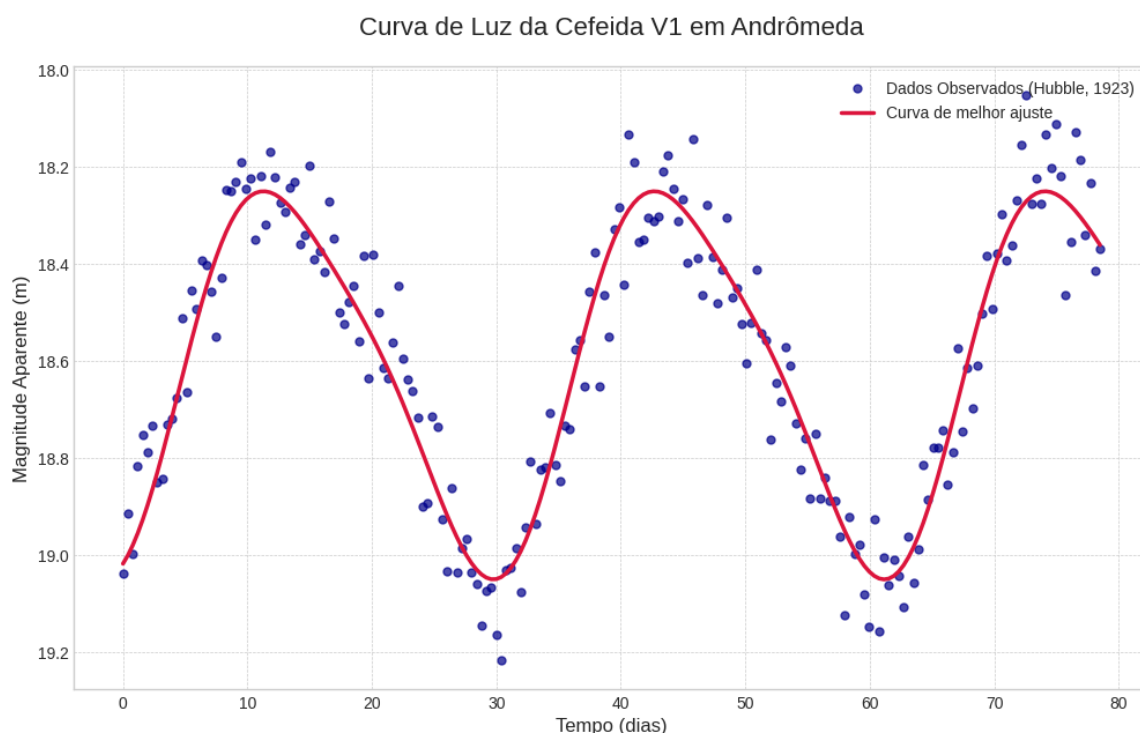
- (a) 3,5 pc e 430.2 mas
- (b) 3,5 pc e 286.8 mas
- (c) 3,5 pc e 143.3 mas
- (d) 7,0 pc e 286.8 mas
- (e) 7,0 pc e 143.3 mas

Questão 10. Em 1923, a comunidade astronômica estava dividida por uma questão fundamental, conhecida como “O Grande Debate”. De um lado, Harlow Shapley defendia que a nossa galáxia, a Via Láctea, era todo o universo, e que as “nebulosas espirais”, como Andrômeda, eram apenas nuvens de gás em seu interior. Do outro, Heber Curtis argumentava que essas nebulosas eram, na verdade, “universos-ilha”, galáxias imensas e distantes, assim como a nossa.

Para resolver este impasse, o astrônomo Edwin Hubble apontou o telescópio Hooker de 100 polegadas para a Grande Nebulosa de Andrômeda e descobriu estrelas variáveis Cefeidas. Você, como assistente de Hubble, tem a missão de usar os dados de uma dessas estrelas, a V1, para calcular a distância até Andrômeda e finalmente dar um veredito ao debate.

Dados Fornecidos:

- **Gráfico da Curva de Luz da Cefeida V1:**



- **Relação Período-Luminosidade das Cefeidas:** A lei descoberta observacionalmente por Henrietta Leavitt, que para estas estrelas é:

$$M = -2.81 \cdot \log_{10}(P) - 1.43$$

Onde M é a Magnitude Absoluta e P é o período de pulsação em dias.

- **Módulo de Distância:** A fórmula que relaciona as magnitudes com a distância (d) em parsecs:

$$m - M = 5 \cdot \log_{10}(d) - 5$$

Onde m é a Magnitude Aparente média, obtida do gráfico.

Com base na sua análise, qual é a distância aproximada até a Nebulosa de Andrômeda e qual lado do Grande Debate a sua descoberta apoia?

- a) 28.500pc, apoiando a visão de Shapley de que Andrômeda está dentro da Via Láctea.

- 9 -

Nesse sentido, o engenhoso astrônomo Tio Chico decide brincar um pouco com esse conceito. Com um potente fotômetro em mãos, ele mede a magnitude aparente e o raio angular de um determinado satélite em dois momentos distintos:

- $m_1 = 14,2 \text{ mag}$; $\theta_1 = 0,340''$
- $m_2 = 14,4 \text{ mag}$; $\theta_2 = 0,320''$

Além disso, por você estar em um dia de sorte, um passarinho resolve te assoprar uma relação matemática entre a magnitude aparente (m), magnitude absoluta (M), distância (d) e fase (ϕ) de um objeto:

$$m - M = 5 \log(d) - 2,5 \log(\phi) - 5$$

Com base em tudo que foi exposto, qual a razão entre as fases do satélite nos instantes 1 e 2?

- a) $\phi_1/\phi_2 \approx 1,07$
- b) $\phi_1/\phi_2 \approx 0,74$
- c) $\phi_1/\phi_2 \approx 0,94$
- d) $\phi_1/\phi_2 \approx 1,36$
- e) $\phi_1/\phi_2 \approx 0,86$

Questão 13. Durante uma expedição noturna no Deserto do Saara, a astrônoma brasileira Fernanda montou seu telescópio nas proximidades do Trópico de Câncer (latitude $\phi = 23^\circ 26'$). Em seu catálogo estelar, encontrou uma antiga estrela pouco conhecida, registrada com declinação $\delta = -46^\circ 34'$, e quis saber se conseguiria observá-la durante a madrugada, mesmo que brevemente. Além de determinar se a estrela chega a nascer, Layla também queria saber em que direção do horizonte ela culminaria. Com base na latitude da observadora e na declinação da estrela, determine:

- Se a estrela pode ser observada ao longo da noite.
 - Em que direção cardeal a estrela culmina.
- a) A estrela não nasce nesse local.
 - b) A estrela nasce e culmina ao norte.
 - c) A estrela nasce e culmina exatamente no zênite.
 - d) A estrela nasce e culmina ao sul.
 - e) A estrela nasce e culmina no leste.

Questão 14. Durante uma sessão de observação no deserto do Atacama, a estudante Maria apontou seu telescópio refletor de 150 mm de diâmetro para observar uma estrela dupla muito próxima, cuja separação angular é de 1,1 segundos de arco. Ela utilizava um filtro azul, centrado em 450 nm, para obter melhor contraste. Para saber se seu telescópio seria capaz de distinguir visualmente as duas estrelas, Maria decidiu calcular o limite de resolução angular usando a fórmula de Rayleigh:

$$\theta = 1,22 \times \frac{\lambda}{D}$$

Onde:

- θ é o menor ângulo separável (em radianos)

- λ é o comprimento de onda da luz (em metros)
- D é o diâmetro do espelho (em metros)

Considere: $1 \text{ rad} = 206.26523''$

Com base no limite de difração calculado, o telescópio de Maria conseguirá resolver a estrela dupla?

- a) Sim, o limite de resolução é de aproximadamente $0,75''$, menor que a separação.
- b) Não, o limite de resolução é de aproximadamente $1,38''$, maior que a separação.
- c) Sim, o limite de resolução é de $1,1''$, exatamente igual à separação.
- d) Não, o limite de resolução é de $2,4''$, acima do necessário.
- e) Sim, mas apenas com um filtro de comprimento de onda menor que 400 nm .

Questão 15. Melissa, uma menina apaixonada por observar o céu noturno, estava no quintal de casa em São Paulo às 21h35 do dia 14 de julho de 2024, observando o céu de inverno com seu binóculo e um velho mapa celeste. Naquela noite limpa e fria, ela encontrou uma região do céu repleta de estrelas e nebulosas, com uma constelação particularmente brilhante chamando sua atenção. Analisando a imagem celeste que observava, Melissa percebeu que aquela região incluía partes de três constelações próximas entre si.



Esta imagem contém partes de algumas constelações. Identifique o trio correto:

- a) Escorpião, Lupus, Orion
- b) Sagitário, Corona Australis, Hércules

- c) Escorpião, Sagitário, Corona Australis
- d) Libra, Ara, Capricórnio
- e) Centaurus, Crux, Musca

Questão 16. Observando um sistema binário, Bellinha descobriu que a estrela A tinha um brilho mais azulado que o brilho da estrela B, coletando suas magnitudes ela percebeu que $m_A = 2,39$ e $m_B = 0,89$. Sabendo disso, julgue as afirmações a seguir e assinale a alternativa com as afirmações corretas:

- I. A temperatura da estrela A é maior do que a temperatura da estrela B.
- II. As estrelas possuem o mesmo raio.
- III. Como se trata de um sistema binário, ambas as estrelas estão orbitando uma terceira estrela.
- IV. A estrela A é menor do que a estrela B.
- V. Todos os sistemas binários são impossíveis de ser resolvidos, mesmo com telescópios. A única maneira de detectá-los é através de observações de curvas de luz que demonstram eclipses.

- a) Apenas I.
- b) Apenas II e III.
- c) Apenas I e IV.
- d) Apenas III, IV e V.
- e) I, II, IV e V.

Questão 17. Alpha Piscis Austrinus, mais conhecida como Fomalhaut, é uma estrela característica do hemisfério sul celeste. Por ser a única estrela brilhante em sua região, diversas culturas nativas a interpretavam como uma viajante solitária, com lendas que a descreviam desde um espírito vigilante até um presságio de mudanças climáticas. Em 2012, descobriu-se que Fomalhaut possui um companheiro - Dagon, o primeiro exoplaneta a ser imageado diretamente no visível. Considerando que Dagon descreve uma órbita circular e face-on, estime o período orbital T do sistema.

Dados:

Massa M de Fomalhaut: $1,92 M_{\odot}$

Distância d até Fomalhaut: 25 anos-luz

Distância angular θ entre Dagon e Fomalhaut: $23,1''$

- a) 3600 anos
- b) 350 anos
- c) 1400 anos
- d) 1700 anos
- e) 950 anos

Questão 18. Um grupo de estudantes de engenharia espacial, liderados por Huyaa, está projetando um novo satélite de sensoriamento remoto. Este satélite será colocado em uma órbita circular ao redor da Terra, com um período orbital de 6 horas. Assumindo que a órbita da Lua ao redor da Terra tem um período de aproximadamente 27 dias e um raio orbital médio de 3.8×10^5 km, qual é a altitude aproximada (acima da superfície da Terra) deste novo satélite? (Considere o raio médio da Terra como 6.37×10^3 km e use a Terceira Lei de Kepler: $P^2 \propto a^3$)

- (a) 10330 km
- (b) 16700 km
- (c) 35786 km
- (d) 42164 km
- (e) 5000 km

Questão 19. Um astrônomo amador, João Victor, observa dois exoplanetas, Alfa e Beta, que orbitam a mesma estrela em órbitas aproximadamente circulares. O planeta Alfa tem um período orbital de $P_\alpha = 3.0$ anos, e o planeta Beta tem um período orbital de $P_\beta = 5.0$ anos. Se em um determinado momento eles se encontram em conjunção (alinhados com a estrela e na mesma direção), depois de quanto tempo, aproximadamente, essa configuração de alinhamento se repetirá?

- (a) 2.0 anos
- (b) 7.5 anos
- (c) 8.0 anos
- (d) 15.0 anos
- (e) 1.5 anos

Questão 20. Engenheiros do NOIC estão calculando a velocidade necessária para um satélite que será colocado em uma órbita circular ao redor da Terra a uma altitude de 800 km acima da superfície. Qual é a velocidade orbital aproximada que este satélite deve ter para manter sua órbita?

- (a) 5.5 km/s
- (b) 6.8 km/s
- (c) 7.5 km/s
- (d) 8.2 km/s
- (e) 9.0 km/s