

Olimpíada Brasileira Online de Astronomia

2ª Fase - 18 e 19 de Outubro de 2025

Nome: _____

Série: _____

Nível João Steiner
Ensino Fundamental

Instruções de Prova

- I. Esta prova contém **8** questões. Cada questão vale 10 pontos, totalizando 80 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.
- IV. A prova tem duração de 3 horas. Todos os estudantes devem realizar a prova enquanto em uma das chamadas do Google Meet com a câmera ligada. Qualquer atividade suspeita poderá levar a eliminação do candidato.

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:

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. A terceira Lei de Kepler é uma importante relação que estabelecida entre o semi eixo maior a e o período T , dada por $a^3/T^2 \propto M$ (lê-se a^3/T^2 é proporcional à M).

- a) (6 pontos) Demonstre essa relação para uma órbita circular.

Dica: Iguale a força gravitacional à força centrípeta

- b) (4 pontos) Sabendo que o semi eixo maior de Netuno é 40 UA calcule o seu período.

Questão 2. (10 pontos) Você é um discípulo do grande Aristarco de Samos, e seu mestre lhe confiou uma tarefa incomum: determinar a razão entre a distância da Lua à Terra e o raio da Terra, a partir da observação de um eclipse lunar.

Durante o eclipse, você observa que a duração total da passagem da Lua pela sombra da Terra foi de, aproximadamente, 3 horas e 40 minutos, enquanto a Lua leva cerca de 1 hora para cruzar completamente o seu próprio diâmetro (em seu movimento orbital).

Supondo que a sombra da Terra, na distância da Lua, seja aproximadamente do mesmo tamanho que o seu diâmetro e que a Lua se mova em uma órbita circular, estime a razão entre a distância Terra–Lua e o raio da Terra.

Questão 3. Um dos principais jeitos de se medir o brilho de uma estrela é usando a chamada magnitude. Esta é uma escala em que, quando menor a magnitude maior o brilho. A fórmula para a magnitude em função do Fluxo F (Energia por unidade de tempo por unidade de área) é dada por,

$$m = -2,5 \log_{10} F + C$$

Onde C é uma constante e $\log$ representa o logaritmo. Podemos usar o $\log$ da seguinte maneira:

$$A = B^x \rightarrow x = \log_B A$$

- a) (5 pontos) Sabendo que Vega possui uma magnitude $m_V = 0$ e que $\log_B A - \log_B C = \log_B \frac{A}{C}$ encontre uma equação para a magnitude de uma estrela qualquer m , em função de seu fluxo F e do fluxo de Vega F_0 .
- b) (4 pontos) Encontre uma equação para o fluxo da estrela F em função de m e F_0 .
- c) (1 ponto) Quantas vezes o fluxo de uma estrela de magnitude 1 é maior do que o de uma estrela de magnitude 6?

Questão 4. A Lara e o Mateus são colegas do Clube de Astronomia da escola. Numa noite clara, o clube trouxe dois telescópios ao pátio: o “Pequeno” (espelho de 10 cm de diâmetro) e o “Grande” (60 cm de diâmetro). Eles

querem observar uma estrela dupla, que na projeção tem separação angular de $1.2''$. A observação será feita no verde, com comprimento de onda $\lambda = 550 \text{ nm}$.

- a) **(5 pontos)** Lara optou por usar o telescópio Pequeno, e Mateus, o Grande. O que cada um observa ao apontar o instrumento para a estrela dupla? Algum deles a vê como um único ponto de luz? Se sim, por que isso acontece?
- b) **(5 pontos)** Durante a mesma noite, o grupo comenta sobre uma estrela muito fraca de $m = 13,0 \text{ mag}$. Com base no tamanho dos espelhos, qual dos dois telescópios teria mais chance de detectar essa estrela?

Dica:

$$m_{\text{lim}} = m_0 + 5 \log_{10} \left(\frac{D}{D_0} \right)$$

Questão 5. Brincando com alguns amigos, Loreninha decidiu competir para ver quem conseguiria lançar uma bola em lançamento horizontal com maior velocidade. Após se frustrar por estar perdendo de forma esmagadora, resolveu tentar algo mais ousado: lançar a bola tão rapidamente que ela conseguisse escapar do campo gravitacional terrestre. Ao refletir sobre o problema, Loreninha lembrou que para escapar da Terra a bola deve ter energia total nula quando se afastar até o infinito.

Entretanto, depois de seu lançamento imaginário, a bola acabou sendo capturada pelo campo gravitacional de um asteroide próximo, passando então a descrever uma órbita elíptica em torno dele. Fascinada, Loreninha observou o sistema (asteroide + bolinha) por meses, notando um período orbital 10 vezes maior do que um satélite geoestacionário, anotando fenômenos que lhe permitiram tentar estimar a massa do asteroide.

Com base nessa situação, responda:

- a) **(2 pontos)** Determine a velocidade de escape da Terra necessária para o lançamento da bolinha, considerando que Loreninha a lança a partir da superfície.
- b) **(1 ponto)** A observadora estimou a paralaxe do sistema como $p \approx 250''$. Estime a distância do sistema até Loreninha.
- c) **(1 ponto)** Utilizando uma luneta, ela verificou que a separação angular no periastro da órbita da bolinha é $\theta_p \approx 0,00045''$. Estime a distância no periastro d_p .
- d) **(4 pontos)** Mais tarde, Loreninha mediu a separação angular no apastro, obtendo $\theta_a \approx 0,00049''$. Calcule a excentricidade e o semi-eixo maior da órbita.
- e) **(2 pontos)** Finalmente, estime a massa do asteroide a partir dos dados observacionais obtidos.

Questão 6. As cidades de Buenos Aires (Argentina) e Sydney (Austrália) estão localizadas aproximadamente na mesma latitude geográfica, $\phi \approx 34^\circ S$. Suas longitudes geográficas, por outro lado, diferem consideravelmente. Buenos Aires está localizada a $\lambda_{BA} = 58^\circ 26' O$, enquanto Sydney está localizada a $\lambda_S = 151^\circ 12' E$. Com base nesses dados, responda:

- a) **(2 pontos)** Em qual cidade o Sol culmina primeiro? Justifique.
- b) **(3 pontos)** Qual é a diferença de Tempo Sideral entre as duas culminações?
- c) **(5 pontos)** Qual é a distância que deve ser percorrida para se viajar de uma cidade a outra ao longo do paralelo?

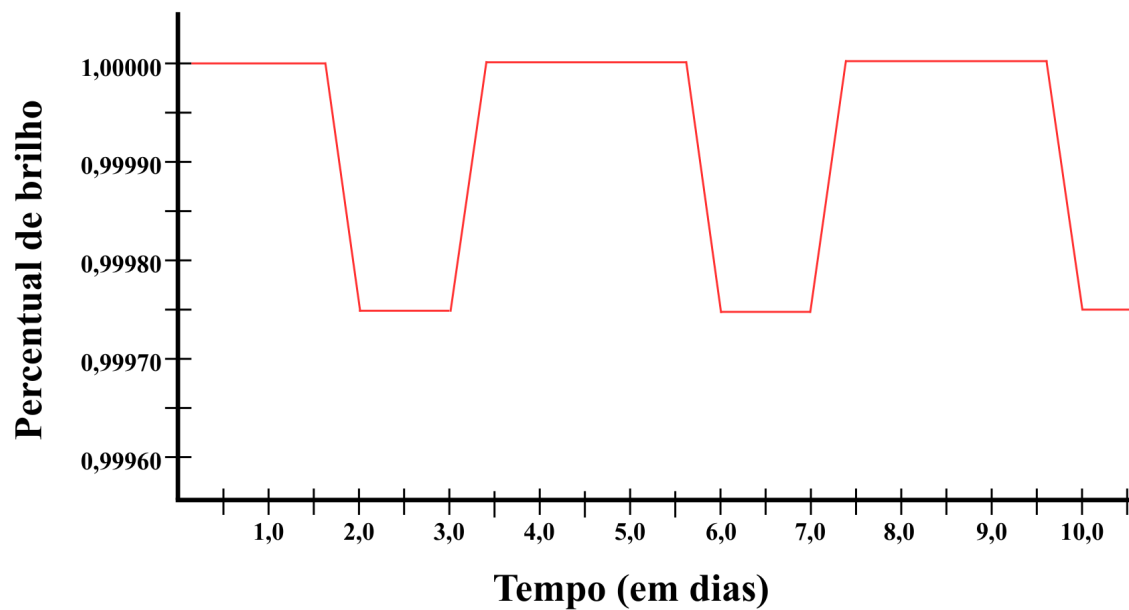
Questão 7. (10 pontos) Gustavo tirou uma foto de um relógio de sol às 16h30, horário local. Com base nessa informação, indique para cada item se é verdadeiro (V) ou falso (F), justificando sua resposta de forma textual. Considere que Gustavo está próximo a um meridiano de fuso horário.



- I. ☐ A diferença entre o horário local e a hora do relógio solar se deve ao horário de verão.
- II. ☐ A equação do tempo neste momento é negativa.
- III. ☐ Este é um relógio de sol equatorial.
- IV. ☐ A foto foi tirada no Hemisfério Norte.
- V. ☐ Gustavo está a nordeste do relógio de sol.

Questão 8. Dentre as diferentes formas de se detectar exoplanetas distantes, o principal e mais simples método se trata da detecção por trânsitos planetários. Este consiste em um fenômeno astronômico que ocorre quando um planeta passa diretamente entre sua estrela hospedeira e o observador, causando uma pequena diminuição periódica no brilho aparente da estrela e permitindo a sua "observação" de forma indireta.

Nesta questão, construiremos um raciocínio para obter informações a respeito de um exoplaneta com base no trânsito do objeto em sua estrela hospedeira. Considere um sistema formado por uma estrela de raio $R = 18,3 R_{\odot}$ e um planeta de raio r se movendo a uma velocidade v em uma órbita circular. O gráfico que representa alguns trânsitos do exoplaneta em frente à estrela está representado a seguir:



- a) (3 pontos) Considerando que o brilho da estrela que chega até nós é proporcional a sua área visível, obtenha uma expressão para calcular o raio do exoplaneta em trânsito (r) em função da queda percentual de brilho (Δ) e do raio da estrela (R). A partir disso, calcule o raio do exoplaneta em questão (em km)
- b) (2 pontos) A partir do gráfico, obtenha o período orbital do exoplaneta.
- c) (3 pontos) Partindo da curva de trânsito, calcule o semi-eixo maior do planeta (em UA).
- d) (2 pontos) Calcule a massa da estrela (em massas solares).