

OBOA

Olimpíada Brasileira Online de Astronomia

1ª Fase - 6 de outubro de 2023

Nome: _____

Série: _____

Nível RA
Ensino Médio
1ª, 2ª e 3ª séries

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se aos alunos das 1ª, 2ª e 3ª séries do ensino médio e 4ª série do ensino técnico, podendo também ser feita de maneira não competitiva por alunos que já terminaram o ensino médio. 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:



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 Galáctico	$8,5 \text{ kpc}$	
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)	$70,0 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$	
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. Considere um sistema binário formada pelas estrelas Plo I e Plo II, que orbitam o centro de massa em órbitas circulares. Da Terra, medimos que a maior separação angular entre as estrelas é $\theta = 5$ mas e que o período orbital do sistema é $P = 10$ anos. Sabendo que o binário possui paralaxe $p = 0,5$ mas, encontre a soma das massas de Plo I e Plo II em massas solares.

- a) 5
- b) 10
- c) 15
- d) 20

Questão 2. O Rei Caranguejo está fazendo uma visita na Fazenda Ribeirão, em Barra do Pirai ($\varphi = 22,47^\circ$ S, $\lambda = 43,83^\circ$ O), possível local para a IOAA 2024. Em uma de suas noites por lá, ele fez uma observação das bonitas estrelas do hemisfério sul. Quais das seguintes estrelas seriam impossíveis de serem observadas?

- (a) Kochab ($\delta = 74^\circ 09' 20''$ N) e Betelgeuse ($\delta = 7^\circ 24' 26''$ N)
- (b) Atheyne ($\delta = 61^\circ 30' 51''$ N) e Kochab ($\delta = 74^\circ 09' 20''$ N)
- (c) Pherkad ($\delta = 71^\circ 50' 02''$ N) e Kochab ($\delta = 74^\circ 09' 20''$ N)
- (d) Betelgeuse ($\delta = 7^\circ 24' 26''$ N) e Bellatrix ($\delta = 6^\circ 20' 59''$ N)
- (e) Pherkad ($\delta = 71^\circ 50' 02''$ N) e Thuban ($\delta = 64^\circ 20' 46''$ N)

Questão 3. A partir da Lei de Gauss, conseguimos chegar em resultados interessantes para o campo gravitacional produzido com corpos massivos com certo grau de simetria. Para um corpo esférico homogêneo, temos que seu campo gravitacional interno é da forma

$$g = kG\rho^\alpha r^\beta$$

Onde ρ representa a densidade, r a distância até o centro, G a constante da gravitação universal e k um fator adimensional.

A partir de análise dimensional, quanto vale $\alpha + \beta$?

- (a) 2
- (b) 3
- (c) 4
- (d) 5
- (e) 6

Questão 4. Uma galáxia distante foi encontrada por CJ em uma de suas observações com seu enorme telescópio. Fazendo a análise de seu espectro, ele percebe que a linha de emissão Lyman-alfa da galáxia, cujo comprimento de onda em repouso é $\lambda_0 = 1216 \text{ \AA}$, encontra-se deslocada para $\lambda = 1244 \text{ \AA}$. Assinale a alternativa que mais se aproxima da distância da galáxia encontrada por CJ até a Terra em Mpc.

- (a) 50
- (b) 100
- (c) 150
- (d) 200

Questão 5. Paulinho, durante uma expedição por seu observatório, encontrou o asteroide H3NR1C0. Querendo analisar melhor o asteroide, Paulinho calculou o período e excentricidade da órbita de H3NR1C0, obtendo $P = 2$ anos e $e = 0,3$. Sabendo disso, calcule a menor distância do asteroide até o Sol.

- (a) $r_{min} = 1,1 \text{ UA}$.
- (b) $r_{min} = 0,8 \text{ UA}$.
- (c) $r_{min} = 1,4 \text{ UA}$.
- (d) $r_{min} = 0,5 \text{ UA}$.
- (e) $r_{min} = 1,6 \text{ UA}$.

Questão 6. No último dia 23 de setembro ocorreu o chamado Equinócio de Setembro, data que marca o início da primavera para o hemisfério Sul e do outono para o hemisfério Norte. Nessa data, o Sol possui declinação $\delta_{\odot} = 0^\circ$, ou seja, ele está sobre a linha do equador.

Um observador notou que durante a passagem meridiana do Sol, ele apresentava uma altura $h_{\odot} = 67^\circ$. Além disso, ele também notou que uma estrela de declinação $\delta = -88^\circ$, apresentava uma altura $h = 21^\circ$ na sua culminação inferior. A partir dessas informações, assinale a alternativa que contém a latitude do observador:

- (a) $\phi = 23^\circ \text{ N}$
- (b) $\phi = 21^\circ \text{ S}$
- (c) $\phi = 67^\circ \text{ N}$
- (d) $\phi = 88^\circ \text{ S}$
- (e) $\phi = 23^\circ \text{ S}$

Questão 7. Um grupo de astrônomos estava estudando exoplanetas em busca de vida extraterrestre. Ao se depararem com um exoplaneta em potencial, eles precisavam verificar a possibilidade da existência de água líquida, porém, para que isso fosse possível, eles deveriam determinar a temperatura efetiva da estrela primeiro. Analisando o espectro da estrela eles notaram um pico de emissões no comprimento de onda $\lambda = 422 \text{ nm}$. Desprezando efeitos de redshift, qual a temperatura efetiva da estrela?

- (a) $T = 9832 \text{ K}$
- (b) $T = 2356 \text{ K}$
- (c) $T = 6872 \text{ K}$
- (d) $T = 4698 \text{ K}$
- (e) $T = 5469 \text{ K}$

Questão 8. Em um relógio de Sol vertical instalado em uma parede em um local de latitude $\phi = 38^\circ$ N, qual será o comprimento da sombra projetado pelo gnômon de 15 cm ao meio-dia no dia do solstício de inverno?

- (a) 10 cm
- (b) 15,7 cm
- (c) 16,8 cm
- (d) 24,2 cm
- (e) 54,9 cm

Questão 9. Matheus CJ comprou um telescópio $f/10$ visando realizar observações noturnas de sua estrela favorita HU-G0. Sabendo que o foco do telescópio de CJ vale $f = 1000$ mm, calcule a sua magnitude limite.

- (a) $m_{lim} = 12,1$
- (b) $m_{lim} = 13,6$
- (c) $m_{lim} = 10,8$
- (d) $m_{lim} = 14,3$
- (e) $m_{lim} = 11,5$

Questão 10. O cometa M4R14N4 passa de tempos em tempos perto da órbita terrestre, podendo ser visto a olho nu em diversos momentos. Sabendo que o diâmetro do cometa é $D = 4000$ km, calcule a distância aproximada entre o cometa e a Terra, no momento que o cometa consegue ser distinguido pelo olho humano, em UA. Considere o comprimento de onda no visível igual a 550 nm e o diâmetro do olho humano igual a 6 mm.

- (a) 0,2
- (b) 0,5
- (c) 0,7
- (d) 0,8
- (e) 0,9

Questão 11. Certa estrela A tem massa $M_A = 5M_\odot$ enquanto uma outra estrela B tem massa $M_B = 1,7M_\odot$. Sabe-se também que seus comprimentos de onda do pico de emissão são, respectivamente 490 nm e 509 nm. Com isso, calcule a razão dos raios dessas estrelas. A seguinte tabela pode ser útil:

Tabela 1: Relação Massa-Luminosidade

$M \propto L^{2.5}$	$M \leq 0,5M_\odot$
$M \propto L^4$	$0,5M_\odot \leq M \leq 3M_\odot$
$M \propto L^3$	$M \geq 3M_\odot$

- (a) 1,19
- (b) 0,67
- (c) 1,10
- (d) 0,46
- (e) 1,02

Questão 12. Durante o eclipse solar anular de 14 de outubro, o brilho aparente do Sol será reduzido devido a ocultação provocada pela Lua. Essa redução ocasiona uma diminuição na produção de energia elétrica por painéis solares fotovoltaicos. Sabendo que na cidade de João Pessoa - PB, durante o máximo do eclipse, o Sol terá uma magnitude aparente $m = 0,94$, determine qual a razão entre a energia produzida durante um dia normal e durante o eclipse.

- (a) $8,8 \times 10^{-12}$
- (b) $1,1 \times 10^{11}$
- (c) $7,2 \times 10^5$
- (d) $1,1 \times 10^{-12}$
- (e) $8,2 \times 10^{-11}$

Questão 13. A partir do estudo do espectro de uma estrela descobriu-se que esta tem temperatura $T = 12800 \text{ K}$, além disso, foi possível medir o diâmetro angular $\theta = 0,9 \text{ mas}$ da estrela. Descubra qual é a magnitude aparente dessa estrela.

- (a) -0,02 mag
- (b) -2,10 mag
- (c) 1,49 mag
- (d) 0,85 mag
- (e) 2,73 mag

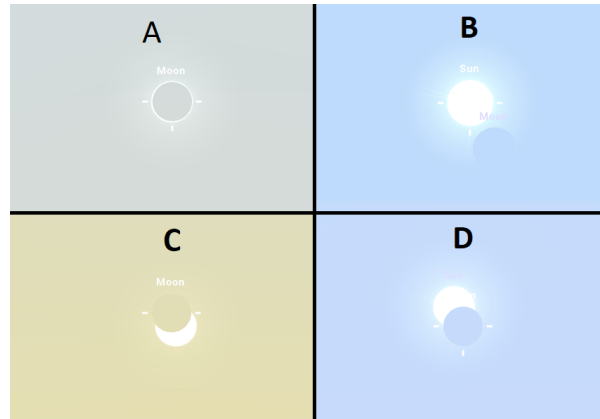
Questão 14. Baldemor está observando Saturno no céu com um telescópio galileano $f/10$ de diâmetro $D = 10 \text{ cm}$. Saturno está lindo, com um diâmetro angular de $\theta = 8,24 \cdot 10^{-5} \text{ rad}$. Qual o tamanho de sua imagem, em mm no plano focal do telescópio?

- (a) 3,2
- (b) 0,082
- (c) 0,12
- (d) 8,2
- (e) 0,82

Questão 15. Masquoto, astrônomo renomado internacionalmente, estava realizando uma análise em espectros de nebulosas de emissão, com dados dos mesmos objetos obtidos por observatórios localizados tanto na superfície terrestre quanto no espaço. Assim, qual a diferença observada nos espectros desses objetos ao comparar as imagens obtidas em órbita com as de um observatório terrestre?

- (a) Ele observará menos linhas de absorção
- (b) Ele observará mais linhas de absorção
- (c) Ele observará o mesmo espectro
- (d) Ele observará menos linhas de emissão
- (e) Ele observará mais linhas de emissão

Questão 16. Ian Ciiou Takoisi, um engenheiro apaixonado em astronomia, viajou para o futuro, fotografou o eclipse solar do dia 14 de outubro e retornou com as fotografias abaixo. Assinale a fotografia que demarca a "Totalidade" do eclipse. Considere a totalidade como o momento de maior obstrução, como esse é um eclipse anular.



- (a) A
- (b) B
- (c) C
- (d) D
- (e) Todas as alternativas representam uma totalidade

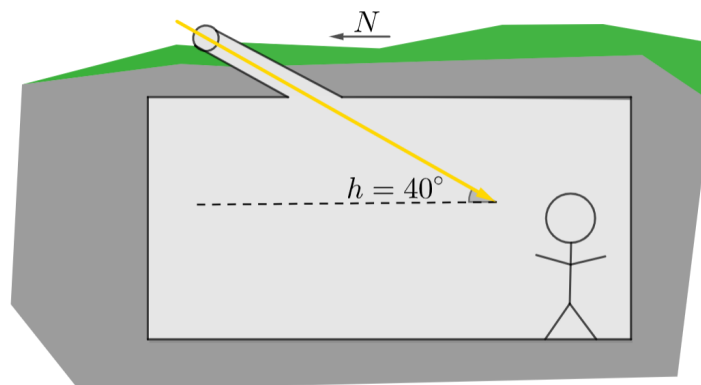
Questão 17. O aumento de um telescópio pode ser calculado ao dividir a distância focal da objetiva pela distância focal da ocular. Assim, Roboaldo gostaria de calcular o maior aumento que pode conseguir com seu equipamento atual. Sabendo que a distância focal do telescópio de Roboaldo é de 1600 mm e que ele possui oculares com distâncias focais de 4 mm, 5 mm e 20 mm, calcule o maior aumento que ele consegue utilizar e com qual ocular ele conseguirá alcançá-lo.

- (a) 400x, com a ocular de 20mm
- (b) 320x, com a ocular de 5mm
- (c) 80x, com a ocular de 20mm
- (d) 200x, com a ocular de 4mm
- (e) 400x, com a ocular de 4mm

Questão 18. No dia 14 de Outubro de 2023 ocorrerá um eclipse solar anular, e poderá ser observado em sua totalidade no Panamá. Nessa data, o Sol estará a $1,492 \cdot 10^8$ km de distância da Terra, enquanto a Lua estará a $3,910 \cdot 10^5$ km da Terra. Sabendo que o diâmetro do Sol é de $1,391 \cdot 10^6$ km e o da lua é de $3,475 \cdot 10^3$ km, calcule a área do anel formado durante o eclipse, graus quadrados.

- (a) $2,492 \cdot 10^{-6} \text{ deg}^2$
- (b) $6,230 \cdot 10^{-6} \text{ deg}^2$
- (c) $2,045 \cdot 10^{-2} \text{ deg}^2$
- (d) $8,181 \cdot 10^{-2} \text{ deg}^2$
- (e) $2,241 \cdot 10^{-1} \text{ deg}^2$

Questão 19. Em uma caverna, existe um templo a Balype, em que há um pequeno orifício que liga a caverna a superfície em um ângulo de 40° com o horizonte, na direção norte. Na caverna, na mesma direção do orifício, há uma imponente estátua de Balype, como ilustra a figura. Sabendo que a caverna se encontra na latitude 30° S, qual é a declinação do Sol para que, no meio dia solar local, a estatua seja iluminada? quantos dias no ano esse fenômeno ocorre? escolha a alternativa correta



- (a) $\delta = 20^\circ S$, 2 dias
- (b) $\delta = 20^\circ N$, 2 dias
- (c) $\delta = 0^\circ$, 2 dias
- (d) $\delta = 20^\circ N$, 1 dia
- (e) $\delta = 20^\circ S$, 1 dia

Questão 20. O cometa M4R1, de massa m , se aproxima rapidamente do Sol em uma órbita hiperbólica de energia E e excentricidade 4. Deseja-se, para fins de pesquisas, colocar esse corpo em órbita elíptica de excentricidade igual a $\frac{1}{4}$. Então, em seu ponto de máxima aproximação, é dado um impulso para que este vire o periélio da nova órbita. Qual o decréscimo de velocidade a ser dado em M4R1?

- (a) $\sqrt{\frac{E}{m}}$
- (b) $\sqrt{\frac{E}{2m}}$
- (c) $\sqrt{\frac{2E}{3m}}$
- (d) $\sqrt{\frac{3E}{4m}}$
- (e) $\sqrt{\frac{5E}{6m}}$