

OBOA

Olimpíada Brasileira Online de Astronomia

1ª Fase - 5 de outubro de 2024

Nome: _____

Série: _____

Nível RA
Ensino Médio

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **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:



ASTROBIOFÍSICA
PROF. FLÁVIA E VIRGÍLIO

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 "Asteróide Rubensdeazevedo".



Questão 1. Considerando seus conhecimentos acerca de órbitas e da gravitação universal, qual das seguintes alternativas está correta?

- (a) A força gravitacional de um corpo é inversamente proporcional a sua distância.
- (b) Órbitas hiperbólicas apresentam energia mecânica total negativa.
- (c) Todas as trajetórias possíveis de um corpo sobre influência gravitacional são sempre circulares ou parabólicas.
- (d) Ao diminuir a energia de um corpo em órbita elíptica sua velocidade no periélio aumenta.
- (e) A Terra está em uma órbita elíptica com o Sol no centro dessa elipse.

Resposta: (d) Ao diminuir a energia de um corpo em órbita elíptica sua velocidade no periélio aumenta.

Questão 2. O cometa Szabido teve um periélio a 0,5 UA do Sol. Sabendo que sua órbita é parabólica calcule a velocidade de Szabido no periélio.

Dados:

- Massa do Sol: $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30}$ kg
- Constante da Gravitação Universal: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ Nm²/kg²

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

- (a) 10 km/s
- (b) 40 km/s
- (c) 60 km/s
- (d) 80 km/s
- (e) 0 km/s

Resposta: (c) 60 km/s

Questão 3. Durante uma de suas aventuras pelo universo de “O Guia do Mochileiro das Galáxias”, você e seus companheiros de viagem se deparam com um aglomerado globular localizado nos limites de uma galáxia remota. Esse aglomerado possui aproximadamente $3,5 \times 10^5$ estrelas, todas semelhantes ao Sol. O aglomerado tem um diâmetro de 30 parsecs. Usando os dados fornecidos pela nave Coração de Ouro, determine a velocidade de escape na borda desse aglomerado.

Dados:

- Constante da Gravitação Universal: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
- Massa do Sol: $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
- $1 \text{ pc} = 3,09 \times 10^{16} \text{ m}$

- (a) 10 km/s
- (b) 14 km/s
- (c) 4 km/s
- (d) 21 km/s
- (e) 25 km/s

Resposta: (b) 14 km/s

Questão 4. Szabo é um pesquisador científico que acabou de descobrir um novo planeta, Iuam, de massa $M = 8 \times 10^{27} \text{ kg}$ e raio $R = 2 \times 10^8 \text{ m}$. Com base nas seguintes informações, Szabo precisa de sua ajuda para descobrir a aceleração gravitacional na superfície deste planeta. Marque a alternativa que contém o correto valor da aceleração.

- (a) $7,0 \text{ m/s}^2$
- (b) $10,5 \text{ m/s}^2$
- (c) $14,0 \text{ m/s}^2$
- (d) $17,5 \text{ m/s}^2$
- (e) $21,0 \text{ m/s}^2$

Resposta: (c) $14,0 \text{ m/s}^2$

Questão 5. Gustafino, após perder a sua janta, decidiu, em um ato de desespero, comer metade do Sol. Depois da sua refeição, ele se teletransportou imediatamente para um local bem distante. Considerando que, após isso, a distância da Terra ao Sol não se altera, qual é o novo período de translação da Terra?

- (a) $2\sqrt{2}$ anos
- (b) 2 anos
- (c) $\sqrt{3}$ anos
- (d) $\sqrt{2}$ anos
- (e) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ anos

Resposta: (d) $\sqrt{2}$ anos

Questão 6. Maxwellinho, astrônomo brasileiro extremamente habilidoso, estava conversando com seu amigo Henrrico Irado, que havia se mudado para a Lua havia 2 semanas. Henrrico estava contando sobre seu maravilhoso pomar que estava cultivando, mas se recusou a mandar fotos para Maxwellinho, já que isso esgotaria seu plano de internet intergalático. Então, para conseguir observar o pomar de Henrrico, Max decidiu utilizar um telescópio! Calcule o diâmetro mínimo aproximado para que Max consiga resolver o pomar, sabendo que ele possui 50 m aproximadamente. Considere também que as observações serão realizadas no comprimento de onda

$\lambda = 550 \text{ nm}$ e desconsidere a existência da atmosfera da Terra, já que Maxwelinho possui um tubo de vácuo que vai do seu telescópio até o espaço para melhorar o seeing de sua região. No momento da observação a Lua estava a uma distância de aproximadamente 380.000 km.

- (a) 5,0 m
- (b) 2,0 m
- (c) 1,0 m
- (d) 0,5 m
- (e) 0,2 m

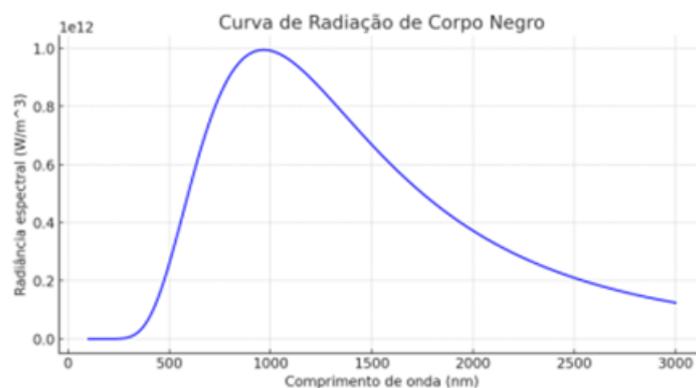
Resposta: (a) 5,0 m

Questão 7. Um sistema estelar é composto por 2 estrelas que orbitam um centro de massa em comum, e se encontram com inclinação de 90° em relação à órbita da Terra (edge-on). Elas se encontram a uma distância $d = 125 \text{ pc}$ e possuem raio $R = R_\odot$ (raio do Sol). Sabendo que nos momentos em que é possível observar ambas as estrelas, a magnitude aparente do sistema é $m_S = 4,26$ e que, quando a estrela mais brilhante está sendo eclipsada completamente, a magnitude aparente medida é $m = 5,23$, determine a magnitude absoluta da estrela mais brilhante.

- (a) 4,83
- (b) $-0,65$
- (c) $-3,89$
- (d) $-4,76$
- (e) 0,52

Resposta: (b) $-0,65$

Questão 8. Aiam é um novo pesquisador na área de fotometria e encontrou o seguinte gráfico de irradiância de um corpo negro. Ajude Aiam a descobrir a temperatura do corpo negro encontrado, marcando a alternativa que tem o valor correto desta temperatura.



- (a) 2100 K
- (b) 2500 K
- (c) 2900 K

- (d) 3300 K
- (e) 3700 K

Resposta: (c) 2900 K

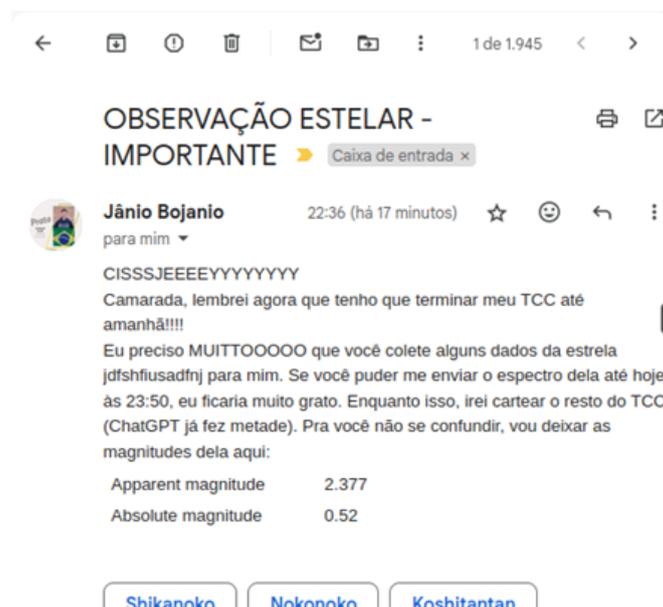
Questão 9. A magnitude absoluta de uma estrela é uma medida do seu brilho intrínseco, ou seja, o brilho que a estrela teria se estivesse a uma distância padrão de 10 parsecs da Terra. Sabendo disso, calcule a razão entre a luminosidade $\frac{L_A}{L_B}$ de duas estrelas que possuem magnitude absolutas $M_A = 5$ e $M_B = 10$.

- (a) 1000
- (b) 100
- (c) 50
- (d) 10
- (e) 2

Resposta: (b) 100

Questão 10. Cisjey é um dos principais operadores de telescópio do centro-oeste brasileiro. Em uma bela noite de observações, ele recebeu uma mensagem de seu amigo astrônomo Jânio Bojanio, pedindo para apontar seu telescópio para uma estrela específica. No entanto, a mensagem estava corrompida, e o nome da estrela estava ilegível.

As únicas informações confiáveis que Cisjey conseguiu extrair foram a magnitude aparente e a magnitude absoluta da estrela.



(Tradução: Apparent Magnitude = Magnitude Aparente; Absolute Magnitude = Magnitude Absoluta)

Ajude Cisjey a identificar a estrela. Abaixo, você encontrará uma lista de candidatas. Com base nas informações fornecidas por Jânio Bojanio, determine a distância até a estrela e escolha a alternativa correta.

- (a) Acrux (100 pc)

- (b) Markab (41 pc)
- (c) Ankaa (26 pc)
- (d) Izar (62 pc)
- (e) Dschubba (136 pc)

Resposta: (c) Ankaa (26 pc)

Questão 11. Utilizando uma haste de 10 metros de comprimento, MaxBom mediu o comprimento da sombra formada durante a culminação superior do Sol no solstício de verão, obtendo uma medida de 7,95 m. Utilizando seus conhecimentos, determine qual será o comprimento da sombra formada pela mesma haste durante a culminação superior do Sol no dia de solstício de inverno no mesmo local. Considere que, nas duas medições, a sombra apontava para o sul.

- (a) 1 m
- (b) 50 m
- (c) 125 m
- (d) 500 m
- (e) 1 km

Resposta: (c) 125 m

Questão 12. Iuam, um grande entusiasta da astronomia, estava em uma noite de observações com seu telescópio. Ele coletou dados de diversas estrelas, inclusive estrelas circumpolares. No entanto, devido ao cansaço do longo período observando os astros, ele se esqueceu de anotar a latitude do local onde coletou suas medições. Ao iniciar a análise de suas anotações, Iuam encontrou as medições de altura para uma estrela circumpolar para suas culminações superior e inferior, sendo elas $h_s = 45^{\circ}38'$ e $h_i = 35^{\circ}12'$. Com base nessas informações, ajude Iuam a encontrar a latitude do local onde foram feitas as observações.

Assinale a alternativa que contém a latitude correta:

- (a) $39^{\circ}50'$
- (b) $45^{\circ}12'$
- (c) $35^{\circ}12'$
- (d) $40^{\circ}25'$
- (e) $80^{\circ}50'$

Resposta: (d) $40^{\circ}25'$

Questão 13. Apaixonado por astrofotografia, FelMai adquiriu um novo telescópio, dessa vez, com controles eletrônicos e sistema de apontamento automatizado, para suas observações. Para estreá-lo, ele decidiu fazer um primeiro apontamento, porém ele precisava inserir os dados de declinação do astro.

FelMai não possuía essa informação, mas ele conseguiu medir a distância zenital do astro na passagem meridiana, cujo valor foi de $z = 42^{\circ}23'$. Sabendo que a estrela estava na direção norte, e que FelMai se encontra em uma latitude $\phi = 33^{\circ}12' N$, determine qual é a declinação da estrela que FelMai quer observar com seu novo telescópio.

75°35' 14°25' 28°50' 50°20' 33°12'

- (a) $75^{\circ}35'$
- (b) $14^{\circ}25'$
- (c) $28^{\circ}50'$
- (d) $50^{\circ}20'$
- (e) $33^{\circ}12'$

Resposta: (a) $75^{\circ}35'$

Questão 14. Sabendo que o período de translação da Terra é de 365 dias, e o de translação da Lua em torno da Terra é de 27 dias, qual é o intervalo aproximado entre duas luas cheias?

- (a) 7 dias
- (b) 14 dias
- (c) 21 dias
- (d) 27 dias
- (e) 30 dias

Resposta: (e) 30 dias

Questão 15. Em um universo paralelo, as estrelas emitem luz em um único comprimento de onda: o comprimento de onda de máxima emissão para sua temperatura no nosso universo. Com isso em mente e considerando uma estrela de temperatura $T = 4150$ K sofrendo redshift, qual é a maior velocidade de afastamento que a estrela pode ter para que ainda seja possível vê-la a olho nu? Considere que o maior comprimento de onda que podemos ver é $\lambda = 700$ nm e desconsidere efeitos relativísticos.

- (a) $5,17 \times 10^5$ m/s
- (b) $3,91 \times 10^5$ m/s
- (c) $13,98 \times 10^5$ m/s
- (d) $4,22 \times 10^5$ m/s
- (e) $1,62 \times 10^5$ m/s

Resposta: (a) $5,17 \times 10^5$ m/s

Questão 16. FelMai, esforçado estudante olímpico de astronomia, estava assistindo ao encerramento da IOAA 2024 em Barra do Piraí e descobriu que a próxima IOAA ocorrerá em Mumbai na Índia (GMT+5h30min). Então, para já se acostumar com o fuso horário da cidade, ele resolveu colocar seu relógio no horário civil de Mumbai. Um dia, ele olhou para seu relógio e viu que marcava 13h30m, sabendo que ele está em Fortaleza ($\phi = -3,7^{\circ}$; $\lambda = 38,5^{\circ}$ O) e que a Índia está em horário de verão, encontre o tempo solar local de FelMai. Considere que nesse dia a equação do tempo é $ET = 0^{\circ}$.

- (a) 3h30min
- (b) 4h26min
- (c) 5h26min

(d) 6h26min

(e) 7h30min

Resposta: (b) 4h26min

Questão 17. Heitor, grande entusiasta em astrofotografias, estava em uma de suas viagens para observar e fotografar o céu e conseguiu capturar o momento em que uma estrela visível a olho nu e muito brilhante passava pelo zênite. A imagem obtida está representada a seguir, juntamente com uma tabela com dados de declinação e ascensão reta de algumas estrelas. Além disso, a estrela que passa pelo zênite está marcada.



Constelação	Nome da Estrela	Ascensão Reta	Declinação
Cruzeiro do Sul	Acrux	12h 26min 35s	-63°05'56"
Escorpião	Antares	16h 29min 24s	-26°25'55"
Leão	Regulus	10h 08min 35s	+11°58'02"
Órion	Betelgeuse	05h 55min 10s	+07°24'25"
Ursa Maior	Dubhe	11h 03min 43s	+61°45'03"
Virgem	Spica	13h 25min 11s	-11°09'41"

Com base nas informações fornecidas e nos seus conhecimentos, julgue as afirmações e marque a alternativa correta.

I. O tempo sideral local no momento que a imagem foi tirada é, aproximadamente, 16h30min.

II. A latitude do local onde a foto foi tirada é de, aproximadamente, 26°30' N.

III. Na imagem, é possível reconhecer as constelações do Cruzeiro do Sul, Centauro, Escorpião, Leão, Sagitário e Libra.

IV. A borda inferior da imagem está em direção ao ponto cardeal sul.

V. Na imagem, é possível observar 6 constelações zodiacais.

Escolha a alternativa correta:

(a) Todas as afirmações estão corretas.

(b) Apenas as afirmações I, IV e V estão corretas.

(c) Apenas as afirmações I, III, IV e V estão corretas.

(d) Apenas as afirmações II, III e V estão corretas.

(e) Apenas as afirmações II, III e IV estão corretas.

Resposta: (b) Apenas as afirmações I, IV e V estão corretas.

Questão 18. Gustavinho estava em um de seus treinamentos intensos para se tornar um atirador de elite e, ao recolher seus equipamentos, um barulho na floresta onde estava treinando o assusta e ele acaba caindo em um buraco. No entanto, sua queda é muito mais longa do que deveria e ele percebe, saindo do buraco, que foi transportado para uma cidade abandonada em uma realidade pós-apocalíptica, onde as tecnologias existentes não funcionam mais. Com o objetivo de localizar a cidade em que estava, Gustavinho começa a vasculhar a cidade e encontra um relógio de Sol semelhante ao da imagem a seguir:



Para tentar encontrar a cidade onde está, Gustavinho resolve esperar o Sol atravessar o meridiano local superiormente no dia do solstício de verão para medir o tamanho da sombra do gnômon, encontrando 7,469 cm. Além disso, ele também mediu a altura do gnômon e descobriu que ele possui 12,0 cm de altura. Com essas informações, ajude Gustavinho a encontrar a possível cidade onde ele está perdido.

- (a) Moscou ($\phi = 55,4^\circ N$)
- (b) Nova York ($\phi = 40,7^\circ N$)
- (c) Londres ($\phi = 51,5^\circ N$)
- (d) Paris ($\phi = 48,9^\circ N$)
- (e) Cidade do México ($\phi = 19,4^\circ N$)

Resposta: (a) Moscou ($\phi = 55,4^\circ N$)

Questão 19. A Lei de Hubble é uma importante relação matemática para a astronomia. Ela nos fornece uma relação entre a velocidade de recessão v de um corpo, como uma galáxia, devido à expansão do universo, e a distância d até ele. A Lei de Hubble possui a seguinte forma:

$$v = H_0 d$$

onde H_0 é a constante de Hubble, cujo valor aproximado é de $72 \text{ km}/(\text{s} \cdot \text{Mpc})$. No entanto, quando observamos a galáxia de Andrômeda, uma galáxia muito próxima da Via Láctea, percebemos um fenômeno peculiar: ela não obedece essa relação. Utilizando seus conhecimentos acerca da gravitação universal e da expansão do universo, responda: por que a Via Láctea e Andrômeda não obedecem essa Lei, uma vez que ambas estão se aproximando?

- (a) A Lei de Hubble descreve apenas galáxias próximas, nas quais o efeito da gravidade domina sobre o efeito da expansão do universo, como no caso das galáxias Via Láctea e Andrômeda.
- (b) A Lei de Hubble não se aplica a galáxias super massivas, como a galáxia de Andrômeda.
- (c) Andrômeda faz parte da Via Láctea, por isso a Lei de Hubble não se aplica.

- (d) A Lei de Hubble descreve apenas o comportamento de galáxias distantes, onde o efeito da expansão do universo domina sobre os efeitos gravitacionais, o que não ocorre entre as galáxias Via Láctea e Andrômeda.
- (e) Devido à Via Láctea estar no centro do Universo, não podemos aplicar a Lei de Hubble.

Resposta: (d) A Lei de Hubble descreve apenas o comportamento de galáxias distantes, onde o efeito da expansão do universo domina sobre os efeitos gravitacionais, o que não ocorre entre as galáxias Via Láctea e Andrômeda.

Questão 20. Gutts Mesquita, um renomado astrônomo do exoplaneta Berse, localizado na galáxia de Andrômeda, estava determinado a calcular quanto tempo faltava para o próximo eclipse. Porém, antes de realizar essa tarefa, ele precisava determinar a distância exata entre seu planeta, Berse, e sua lua, um fator crucial para que o eclipse ocorra. Gutts sabe que Berse orbita sua estrela hospedeira em uma órbita circular, sendo a distância entre Berse e a estrela $d_p = 2,4 \times 10^{11}$ m. Além disso, o raio da estrela é $R_E = 7 \times 10^8$ m, e o raio da Lua é $R_L = 1,4 \times 10^6$ m.

Com essas informações, calcule a distância entre a Lua e o planeta Berse no momento de um eclipse solar total, quando a Lua está alinhada entre Berse e sua estrela hospedeira.

Dica: utilizar semelhança de triângulos pode ser um método eficaz.

- (a) $1,5 \times 10^8$ m
- (b) $2,0 \times 10^8$ m
- (c) $3,2 \times 10^8$ m
- (d) $4,8 \times 10^8$ m
- (e) $7,0 \times 10^8$ m

Resposta: (d) $4,8 \times 10^8$ m