

Olimpíada Brasileira Online de Astronomia

1ª Fase - 09 de agosto de 2025

Nome: _____

Série: _____

Nível João Steiner
Ensino Fundamental

Instruções de Prova

- I. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos do **ensino fundamental**. Ela contém **20** questões. Cada questão vale 1 ponto, 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:

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. Na astronomia, algo muito importante para o estudo das estrelas é o sistema de coordenadas que escolhemos nos basear. Dentre todos eles, os mais comuns são:

- **Equatorial**, usando declinação (menor distância angular entre a estrela e o equador, marcado pela letra δ) e ascensão reta (menor distância angular entre a estrela e o ponto vernal, num plano perpendicular ao equador, marcada pela letra α)
- **Auto-azimutal**, usando altura (menor distância entre a angular entre a estrela e o horizonte, marcado pela letra h) e azimute (distância angular entre o meridiano da estrela e o ponto cardeal Norte, comumente marcado no sentido N-E-S-W e representado pela letra A)

Quando uma estrela se encontra no Meridiano Local, podemos utilizar o seguinte esquema para descrever a sua posição, Observe a figura:

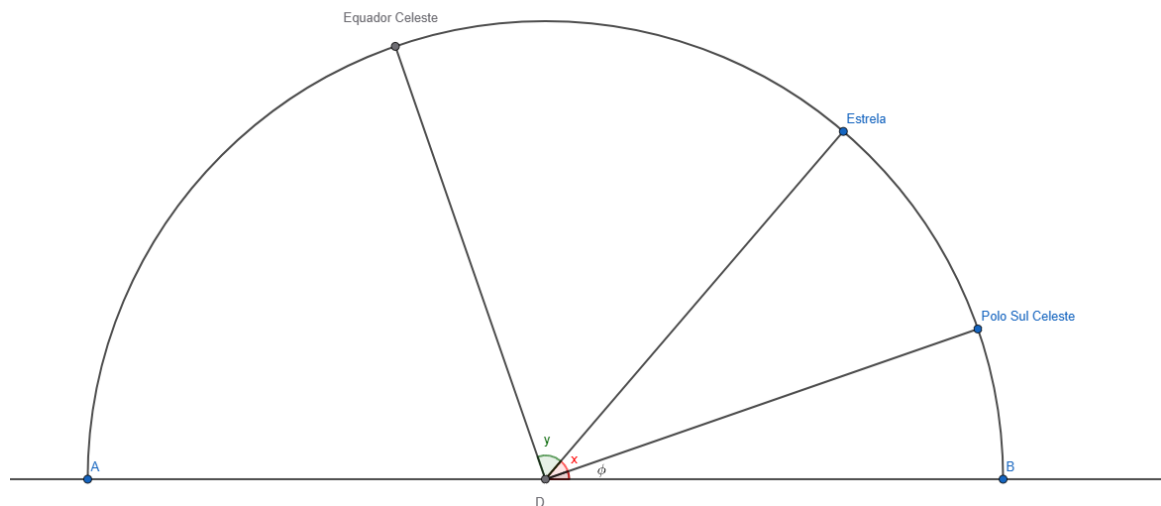


Figura 1: Representação da passagem de uma estrela pelo Meridiano Local. A linha $\overline{AB}$ denota o horizonte

A respeito dos ângulos x (em vermelho) e y em verde, o que se pode afirmar?

- x representa a altura, enquanto y representa a ascensão reta.
- A soma $x + y - \phi$ sempre vai resultar em 90° .

- c) x representa a declinação, enquanto y representa o azimute.
- d) x representa a altura, enquanto $x + y$ representa o azimute.
- e) A soma $x + y + \phi$ sempre será constante, resultando no exato valor da ascensão reta da estrela.

Solução: Pela definição dada no enunciado, podemos concluir que o ângulo x representa a altura da estrela e o ângulo y representa o valor absoluto (módulo) da declinação. Também sabemos que a distância angular entre o Polo Celeste e o Equador celeste é sempre 90° e também que a altura do Polo Celeste é igual o valor celeste da latitude, ϕ .

Pelo esquema, podemos escrever que a distância entre o equador e o polo é a altura da estrela (x), mais a declinação (y) subtraído da latitude (ϕ). Equacionando:

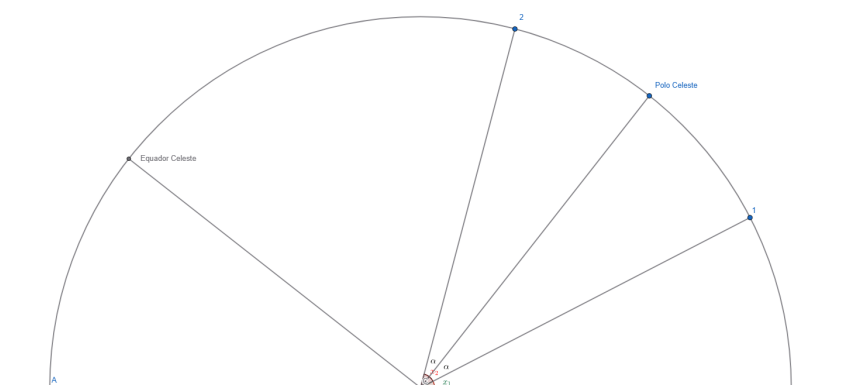
$$x + y - \phi = 90^\circ$$

Essa afirmação sempre será verdade, enquanto a estrela estiver no meridiano local. Logo, a resposta correta é **Letra b)**

Questão 2. Hugo, certo dia está observando uma estrela e percebe que a mesma faz a sua primeira passagem pelo meridiano local exatamente as 1 : 00h no Tempo Sideral Local. Hugo, deseja estudar mais sobre a mesma estrela e decide se preparar para observá-la na próxima vez em que a mesma passar pelo meridiano local. Em que horas, no Tempo Sideral Local, Para isso, além de saber o horário que a mesma passará pelo meridiano local, Hugo também deseja saber ângulo x_2 da estrela, na próxima vez que ela passará pelo meridiano local. Baseando-se no esquema da questão anterior, qual das alternativas a seguir descreve corretamente o Tempo Sideral Local (TSL) e uma expressão para x_2 em função de x_1 , este sendo o ângulo x da primeira passagem da estrela pelo meridiano local?

- a) TSL = 13 : 00h e $x_2 = \frac{\phi + x_1}{2}$
- b) TSL = 23 : 00h e $x_2 = \frac{\phi x_1}{x_1 + \phi}$
- c) TSL = 23 : 00h e $x_2 = 2\phi - x_1$
- d) TSL = 13 : 00h e $x_2 = 2\phi - x_1$
- e) TSL = 23 : 00h e $x_2 = \frac{\phi + x_1}{2}$

Solução: Observe o seguinte esquema:



Por simetria, podemos dizer que o ângulo entre o polo e a estrela é o mesmo nas suas duas passagens pelo meridiano local e que as duas passagens ocorrem com $\Delta t = 12$ h de diferença. Com isso, vamos equacionar. Olhando o esquema, temos:

$$\phi + \alpha = x_2$$

$$x_1 + 2\alpha = x_2$$

Da segunda equação, isolamos α ,

$$\alpha = \frac{x_2 - x_1}{2}$$

E substituindo na primeira equação,

$$\phi + \frac{x_2 - x_1}{2} = x_2$$

Resolvendo para x_2 obtemos,

$$x_2 = 2\phi - x_1$$

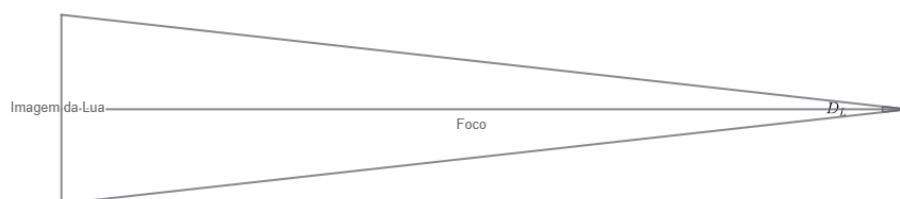
Assim, podemos concluir que a resposta correta é,

$$\text{Letra d) TSL} = 13 : 00 \text{ h} \quad ; \quad x_2 = 2\phi - x_1$$

Questão 3. Coutinho e Davi adoram utilizar telescópios e amam a Lua. O amor deles pela Lua é tão grande que eles decidem fotografar a Lua, utilizando um telescópio refrator com razão focal $f/6$ (isto é, $\frac{\text{foco}}{\text{diâmetro}} = 6$) e 200 mm de diâmetro. Sabendo que a Lua tem $32'$ de diâmetro angular, quantos milímetros a imagem aparente da Lua ocupará no telescópio?

- a) 6,2 mm
- b) 7,9 mm
- c) 9,5 mm
- d) 11,2 mm
- e) 13,8 mm

Solução: A situação do telescópio pode ser simplificada no seguinte triângulo,



Aqui, D_L representa o diâmetro angular da lua. Dito isso, utilizando um pouco de trigonometria,

$$\frac{\text{Imagem da Lua}}{2} = \text{foco} \cdot \sin \frac{D_L}{2}$$

Como D_L é um ângulo pequeno, vamos utilizar a aproximação $\sin x \approx x$. Assim,

$$\text{Imagem da Lua} = D_L \cdot \text{foco}$$

Pela definição da razão focal, temos, $\text{foco} = 6 \text{ diâmetro}$, simplificando nossa equação para,

$$\text{Imagem da Lua} = 6D_L \text{ diâmetro}$$

Substituindo os valores, obtemos **Letra d)** Imagem da Lua = 11,2 mm

Questão 4. Dentre jornadas e preseçadas, o grande astrônomo Big Glob, em posse de um poderoso telescópio, avista um críptico objeto. Sendo rápido demais para ser uma estrela, e calmo o suficiente para não se tratar de um cometa que exterminaria a humanidade, Big Glob decifra o mistério: trata-se de um satélite artificial em órbita circular em torno da Terra. Utilizando uma régua comicamente grande, o astrônomo mede a altura do satélite em relação à superfície da Terra e obtém $h = 1250 \text{ km}$.

Para entender melhor sua trajetória, Big Glob utilizou um planisfério para traçar sua **rota de solo**, conceito esse aprendido em um livro de Dinâmica Orbital. A Propósito, segue o trecho lido pelo astrônomo em seu livro:

"O conceito de *ground track* (rota de solo) refere-se à trajetória que um satélite descreve quando projetamos sua órbita sobre a superfície da Terra: é o 'rastro' que se desloca continuamente à medida que o objeto percorre sua trajetória espacial e a Terra gira sob ele. Essa linha de deslocamento no mapa terrestre permite visualizar quais regiões do globo serão sobrevoadas em cada passagem, sendo fundamental para o planejamento de missões de sensoriamento remoto, comunicação via satélite e monitoramento ambiental."



Figura 2: Representação, em vermelho, da rota de solo de algumas revoluções do satélite em torno da Terra. Mapa gerado utilizando a ferramenta Satellite Ground Track Visualizer por Jake Low, disponível em: <https://observablehq.com/@jake-low/satellite-ground-track-visualizer>

Com essas informações em mãos, Big Glob decide levantar algumas afirmações a respeito da órbita estudada:

- I. O deslocamento gradual da rota de solo, que pode ser verificado na imagem, é devido à rotação da Terra;
- II. O período orbital do satélite é de $P \approx 7,3$ min;
- III. Em algum momento o satélite deverá sobrevoar a região da América Central, dado o padrão de deslocamento da rota de solo.

Agora, com base nas observações e informações do livro, Big Glob convida você a ajudá-lo a avaliar quais afirmações estão corretas:

- a) I e II.
- b) I e III.
- c) II e III.
- d) I, II e III.
- e) Nenhuma das alternativas.

Solução:

I. Correta. Sem considerar a rotação da Terra, a rota de solo de um satélite seria representada por uma única curva fixa. No entanto, a rotação terrestre faz com que o satélite sobrevoe diferentes regiões a cada órbita, como se observa na imagem — a exceção de satélites geossíncronos, conhecidos justamente por sobrevoarem sempre a mesma região.

II. Incorreta. Utilizando a terceira lei de Kepler e considerando o raio orbital do satélite como sendo $a = R_{\oplus} + h$, o período orbital do satélite é:

$$\frac{P^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM_{\oplus}} \Rightarrow P = \sqrt{\frac{4\pi^2 a^3}{GM_{\oplus}}} \Rightarrow P \approx 111 \text{ min}$$

III. Correta. Se continuássemos a traçar a rota de solo do satélite, o *ground track* do objeto inevitavelmente perpassaria pela região mencionada.

Resposta Correta: b) I e III.

Questão 5. A fórmula de Ballesteros é uma ferramenta prática e empírica desenvolvida para estimar a temperatura efetiva de uma estrela com base em seu índice de cor B–V, um parâmetro que expressa a diferença entre as magnitudes observadas nos filtros azul (B) e visual (V):

$$T = 4600 \text{ K} \left(\frac{1}{0,92(B - V) + 1,7} + \frac{1}{0,92(B - V) + 0,62} \right)$$

Essa relação é especialmente útil em estudos de fotometria estelar, pois permite converter informações facilmente obtidas por observação em um dado físico fundamental para a caracterização das estrelas: sua temperatura superficial. A simplicidade da fórmula — apesar de seu caráter aproximado — a torna uma escolha popular entre astrônomos profissionais e amadores para análises rápidas e acessíveis do espectro estelar.

Considere agora a existência de duas estrelas: Kaf e Flek. Ambas as estrelas possuem mesma magnitude aparente no visível, a qual é igual a $m_V = 2,1$ mag. Todavia, as magnitudes das estrelas no filtro azul são diferentes e iguais a $m_{B,\text{Kaf}} = 2,5$ mag e $m_{B,\text{Flek}} = 2,6$ mag. Com base no que foi exposto, qual a estrela de maior temperatura?

- a) Kaf, com uma temperatura $T_{\text{Kaf}} \approx 6900$ K.

- b) Kaf, com uma temperatura $T_{\text{Kaf}} \approx 21700 \text{ K}$.
- c) Flek, com uma temperatura $T_{\text{Flek}} \approx 32500 \text{ K}$.
- d) Flek, com uma temperatura $T_{\text{Flek}} \approx 6400 \text{ K}$.
- e) Flek, com uma temperatura $T_{\text{Flek}} \approx 9000 \text{ K}$.

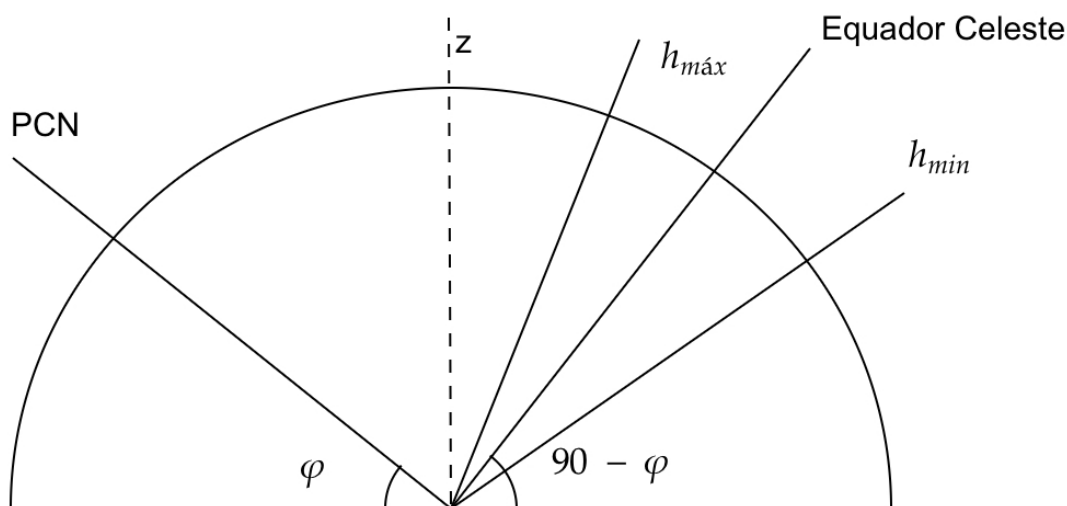
Solução: Calculando, através da fórmula fornecida, as temperaturas, obtemos $T_{\text{Kaf}} \approx 6900 \text{ K}$ e $T_{\text{Flek}} \approx 6400 \text{ K}$, nos permitindo afirmar que a estrela Kaf é a mais quente.

Resposta Correta: a) Kaf, com uma temperatura $T_{\text{Kaf}} \approx 6900 \text{ K}$.

Questão 6. Maui, em suas aventuras como semi-deus da água e do mar estava velejando em seu barco, porém distraído com a beleza da lua ele acabou se perdendo em uma ilha deserta. Ao longo do ano ele observou que a altura máxima do Sol variava de $11,5^\circ$ a $58,5^\circ$ e que as estrelas giravam em sentido antihorário. Sabendo disso encontre a latitude do Maui.

- (a) $35^\circ S$
- (b) $35^\circ N$
- (c) $58,5^\circ N$
- (d) $11,5^\circ S$
- (e) $55^\circ N$

Solução:



Como o sol varia sua posição em $\pm 23,5^\circ$ por causa da obliquidade da eclíptica, se pegarmos o valor médio da altura temos a posição do equador $\theta = (11,5 + 58,5)/2 = 35^\circ$ então por a altura do equador celeste e a latitude serem complementares $\phi = 90 - 35 = 55^\circ$ e por as estrelas estarem rotacionando no sentido antihorário estamos no hemisfério Norte. Portanto a latitude de Maui é $55^\circ N$ **Letra E**

Questão 7. O período sinódico é o intervalo de tempo necessário para um corpo celeste retornar à mesma configuração aparente em relação ao Sol, quando observado da Terra. Por exemplo, é o tempo entre duas Luas

Cheias consecutivas. Para um corpo interno à órbita terrestre (como Vênus) que se move no mesmo sentido orbital da Terra(período orbital P_{Terra}), o período sinódico (P_S) é dado pela expressão:

$$\frac{1}{P_S} = \frac{1}{P_{Vênus}} - \frac{1}{P_{Terra}}$$

Sabendo que o período orbital de Vênus é de 224,7 dias, calcule o tempo máximo necessário para observá-lo em sua máxima aproximação da Terra.

- (a) 584,6 dias
- (b) 365,3 dias
- (c) 224,7 dias
- (d) 139,1 dias
- (e) 157,1 dias

Solução: Pela definição de ano temos que $P_{Terra} = 1$ ano. Para a resolução da questão é suficiente a aproximação 1 ano ≈ 365 dias. Pelo enunciado $P_{Vênus} = 224,7$ dias. Logo pela expressão dada:

$$\frac{1}{P_S} = \frac{1}{224,7} - \frac{1}{365} \Rightarrow P_S \approx 584,6 \text{ dias}$$

Letra A

Questão 8. A fotometria surgiu no século XIX como uma técnica essencial para quantificar a luz emitida pelos astros, revolucionando a forma de estudar o Universo. Relacionando fluxo e luminosidade, combinada com a distância, permitiu determinar o brilho real dos astros e comparar suas propriedades físicas. Observando a foto do aglomerado da borboleta avalie qual dos seguintes itens estão certos:



- I) Todas as estrelas estão a mesma distância da Terra
- II) A estrela Vermelha em destaque é a de menor Temperatura superficial

III) Considerando que o tamanho do ponto na imagem é proporcional ao quantidade de incidente luz no telescópio, a luminosidade das principais estrelas desse aglomerado aberto são praticamente iguais

- (a) apenas I
- (b) apenas II
- (c) apenas III
- (d) I e II
- (e) II e III

Solução: I: Incorreta apesar de estarem próximas na foto sua distância para a Terra varia consideravelmente

II: Correta pela Lei de Wien quanto maior o comprimento de onda máximo (mais avermelhado) menor é sua temperatura superficial

III: Incorreta Com base no enunciado seus fluxos se assemelham bastante, mas por causa das mais variadas distâncias as luminosidades são diferentes.

Letra B

Questão 9. Carol é apaixonada pela estrela (α Cet), Diphda, e percebeu que ela se movia um pouco ao longo do ano, cerca de 67.8 mas. E querendo observa-la de mais perto Carol necessita saber de sua distância. Assim, ajude Carol e informe qual a distância a Diphda.

- (a) 0,0147 pc
- (b) 0,0299 pc
- (c) 14,749 pc
- (d) 29,940 pc
- (e) 58,880 pc

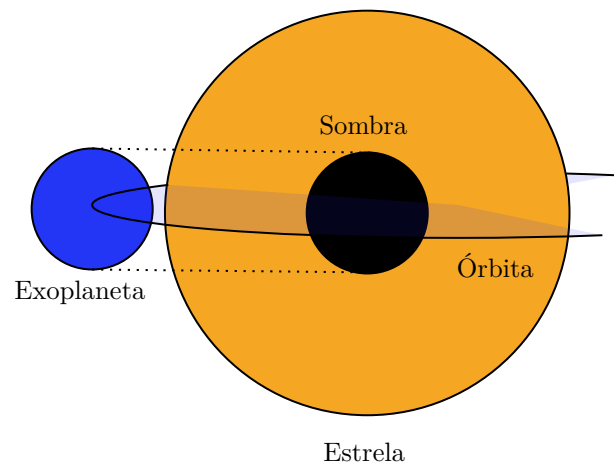
Solução: Como o ângulo paralático é metade da variação total ao longo do ano. Portanto $p = \frac{67,8}{2} mas = 0,0334''$

$$d[pc] = \frac{1}{p['']} = 29,940pc$$

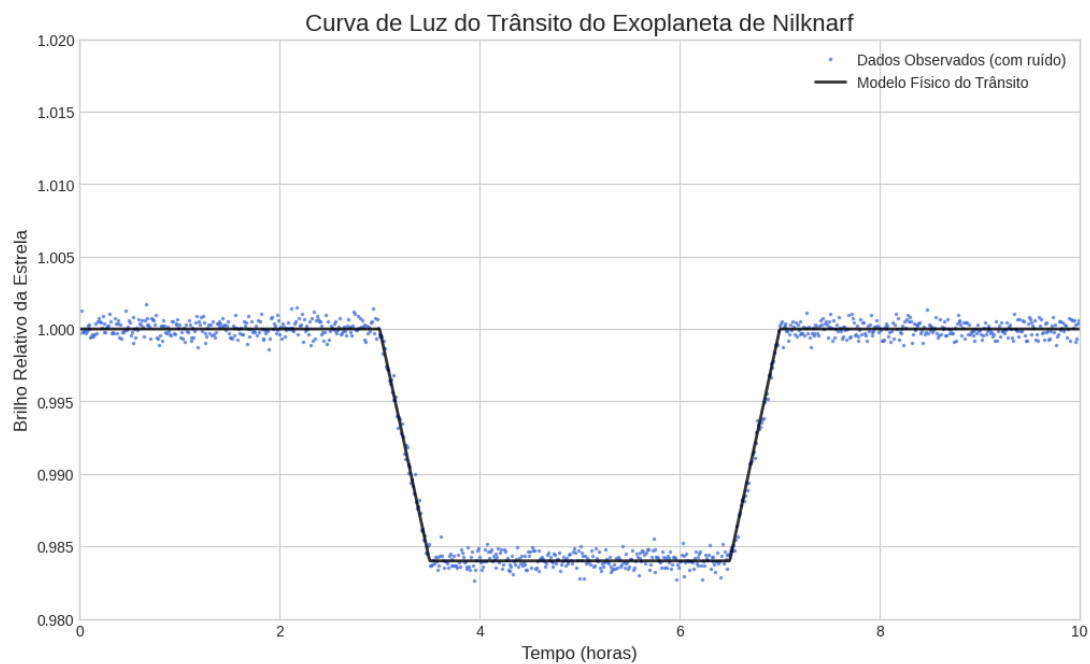
Letra D

Questão 10. O astrônomo Aiam observa uma estrela distante chamada Nilknarf e percebe que seu brilho diminui periodicamente. Essa variação o leva a concluir que um exoplaneta está realizando um trânsito, ou seja, passando na frente da estrela e bloqueando parte de sua luz como representando no esquema (fora de escala) abaixo.

Observador



Entusiasmado com a descoberta, Aiam quer determinar o raio desse exoplaneta. Para isso, ele pede a sua ajuda e compartilha que o Raio da estrela Nilknarf $R_{\text{estrela}} = 650.000 \text{ km}$ e também o seguinte gráfico da curva de luz:



Dica: Aiam resolveu te ajudar dizendo que o brilho que chega até nós na Terra de um astro é diretamente proporcional da área visível da estrela (objeto que emite luz). Além disso, lhe deu a fórmula da área de um círculo é $A = \pi \cdot r^2$.

Com base nessas informações, qual das alternativas abaixo mais se aproxima do raio do planeta descoberto?

- a) 8.200 km
- b) 10.400 km
- c) 52.000 km
- d) 82.200 km
- e) 104.000 km

Solução:

Para desvendar o mistério do raio do exoplaneta, Aiam nos deu uma dica crucial: o brilho que chega até nós é diretamente proporcional à área visível da estrela.

Primeiro, analisamos o gráfico da curva de luz. Observamos que o brilho normal da estrela, que é 1,0 (100%), cai para um valor mínimo de 0,984 durante o trânsito.

Logo, quando temos F (Fluxo, que significa brilho), ou seja, tudo iluminado para nós, temos A_e . Porém, quando temos $0,984 L$, a área visível é $A_e - A_p$. Perceba que a sombra e o planeta têm áreas iguais, pois consideramos que a distância entre nós e a estrela é muito maior que o raio orbital. Assim, temos o seguinte:

$$L \propto A_e \Rightarrow L = k \cdot A_e$$
$$0,984 L \propto A_e - A_p \Rightarrow 0,984 L = k \cdot (A_e - A_p)$$

Sendo k a constante de proporcionalidade. Dividindo a equação de baixo pela de cima, temos:

$$\frac{0,984 L}{L} = \frac{A_e - A_p}{A_e} \Rightarrow 0,984 = 1 - \frac{A_p}{A_e}$$
$$\frac{A_p}{A_e} = 0,016$$

Como a área de um círculo é dada por $A = \pi r^2$, podemos substituir na relação acima:

$$\frac{\pi \cdot R_p^2}{\pi \cdot R_e^2} = \left(\frac{R_p}{R_e}\right)^2 = 0,016$$

Para encontrar a razão entre os raios, basta extrair a raiz quadrada:

$$\frac{R_p}{R_e} = \sqrt{0,016} \approx 0,1265$$

Agora, com o raio da estrela Nilknarf ($R_e = 650.000$ km), podemos finalmente calcular o raio do planeta (R_p):

$$R_p \approx 0,1265 \times 650.000 \text{ km} \rightarrow \boxed{R_p \approx 82.225 \text{ km}}$$

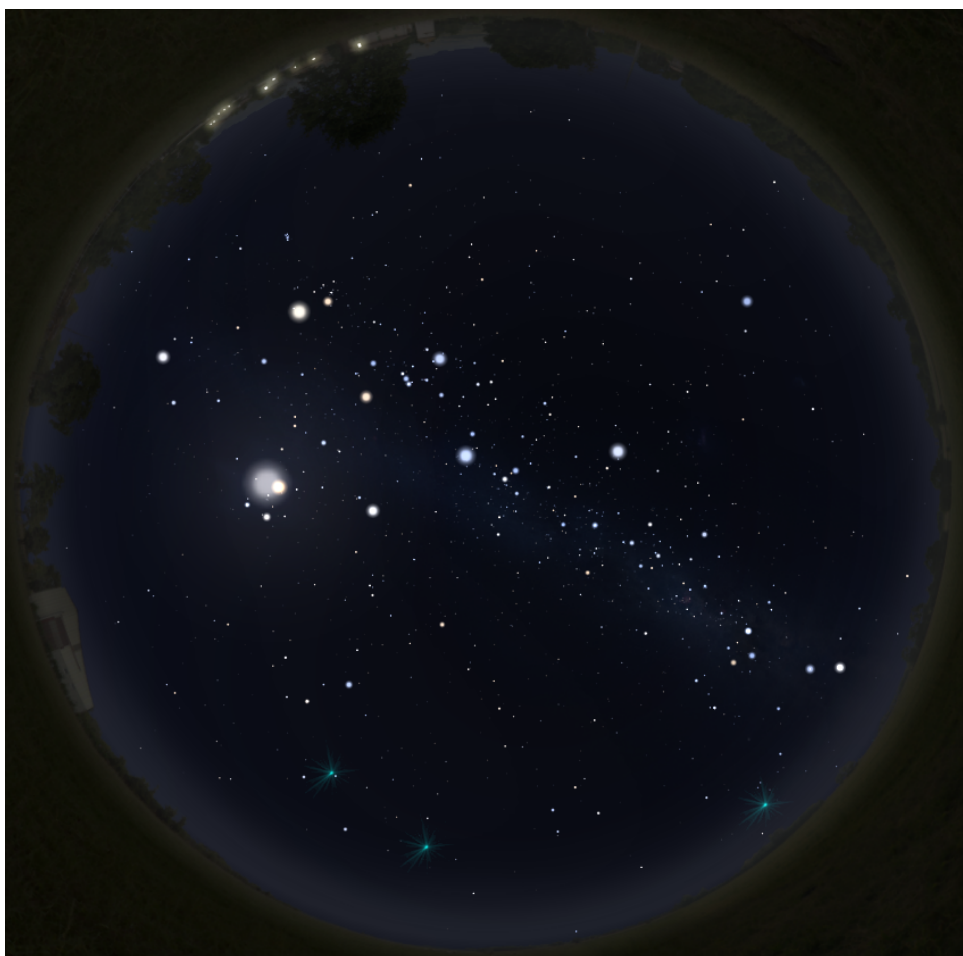
O valor encontrado, 82.225 km, nos mostra que a alternativa que mais se aproxima é:

Resposta Correta: d) 82.200 km

Questão 11. Parabéns! Você passou para a etapa de Barra do Pirai das seletivas de astronomia. Na verdade, você acabou de sair do jantar para fazer a prova do planetário (às 20h) e, como um aquecimento, um de seus amigos, Rom Aggin, te desafia a dizer qual é a fase da Lua apenas olhando para o céu neste exato momento.

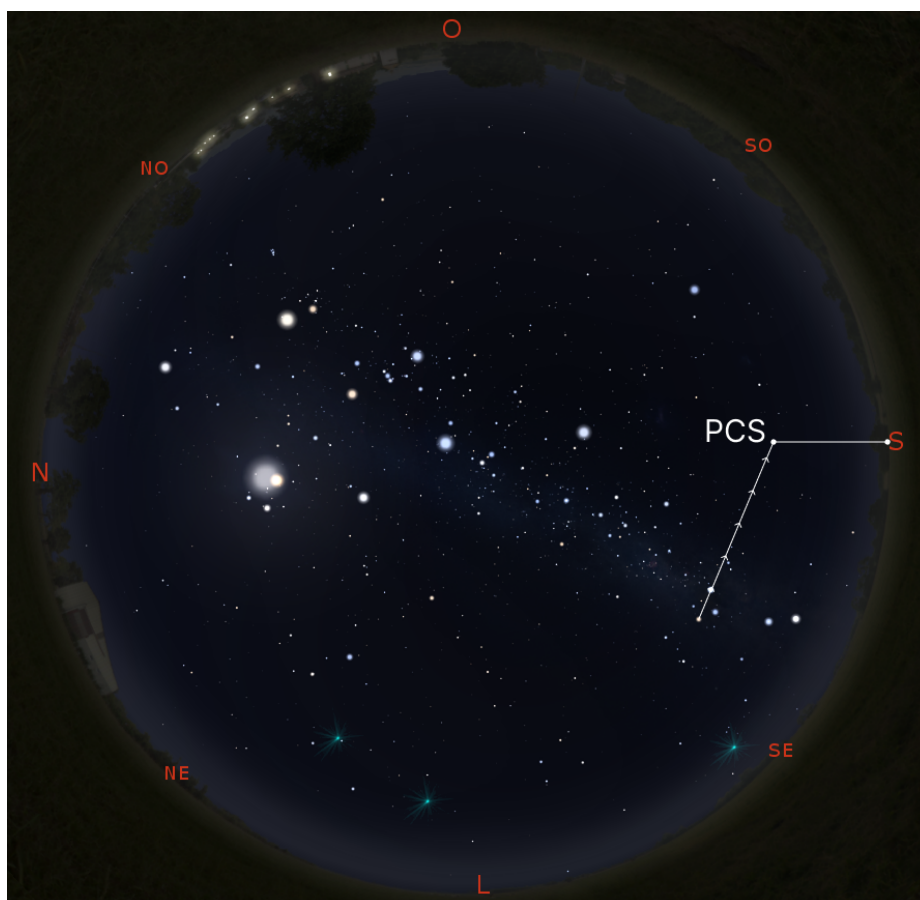
Porém, como você está sem os óculos, não consegue observar diretamente a Lua para enxergar claramente quanto dela está visível. Por isso, analisando as informações disponíveis em todo o céu, descubra qual é a fase da Lua agora:

- a) Crescente
- b) Cheia



- c) Minguante
- d) Nova
- e) Impossível saber

Solução: Analisando o Cruzeiro do Sul, sabemos que, se esticarmos a cruz maior cerca de 4,5 vezes, chegaremos ao polo celeste sul, o que nos permite identificar o ponto cardeal Sul. A partir disso, conseguimos localizar todos os pontos cardeais no céu, como indicado na imagem abaixo:



Com essa referência, percebemos que, às 20h, a Lua está aproximadamente na metade do seu trajeto visível no céu. Como a Lua permanece visível por cerca de 12 horas por noite, isso indica que ela nasceu por volta das 14h e se porá por volta das 2h da manhã. Esse é exatamente o comportamento de uma Lua **Crescente**.

Abaixo, uma tabela com os comportamentos típicos das quatro principais fases da Lua:

Fase da Lua	Nasce	Se põe
Nova	6h	18h
Crescente	12h	0h
Cheia	18h	6h
Minguante	0h	12h

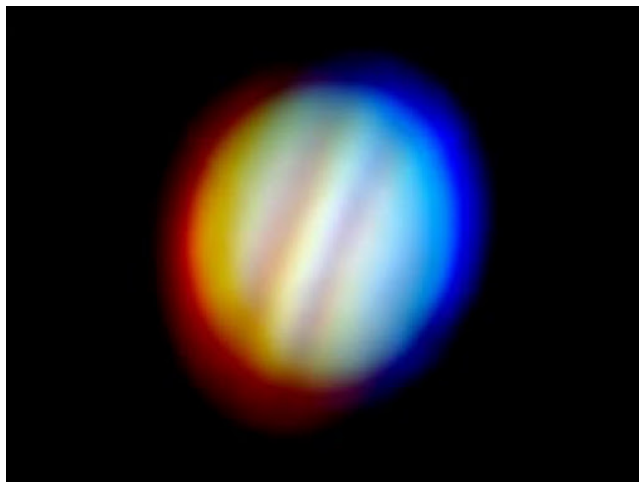
Vale notar que as fases cheia e nova têm horários de nascimento bem definidos e próximos aos indicados na tabela. Já as fases crescente e minguante correspondem aos horários intermediários, pois são fases de transição entre a nova e a cheia (crescente), e entre a cheia e a nova (minguante).

Resposta correta: a) Crescente

Questão 12. Os telescópios representam um dos maiores avanços na história da observação astronômica. Esses instrumentos são capazes de coletar e ampliar a luz proveniente de objetos distantes, possibilitando que os seres humanos enxerguem muito além do que o olho nu pode perceber, revelando detalhes e fenômenos celestes antes inacessíveis.

Após o surgimento dos telescópios galileanos, que utilizavam lentes para ampliar a imagem, apareceu o telescópio

newtoniano, uma inovação projetada por Isaac Newton no século XVII. O principal objetivo desse novo modelo foi resolver um problema chamado aberração cromática, causado pelas lentes dos telescópios anteriores, que provocava a dispersão da luz em diferentes cores e tornava a imagem desfocada e distorcida.



Assinale a alternativa que corresponde a alternativa que caracteriza corretamente um telescópio Newtoniano:

- a) Telescópio do tipo refrator que utiliza um espelho plano para corrigir as aberrações cromáticas que haviam nas lunetas.
- b) Telescópio refletor que utiliza de espelhos parabólicos e montagem exclusivamente altazimutal.
- c) Telescópio do tipo refrator de montagem exclusivamente equatorial germânica.
- d) Trata-se de um telescópio refletor com espelho plano secundário e espelho primário parabólico.
- e) Trata-se de um telescópio galileano com montagem equatorial e um sistema de espelhos que evita a aberração cromática.

Solução: A grande invenção de Newton que resolveu a aberração cromática foi a substituição de lentes por espelhos, por isso o telescópio é denominado refletor. O esquema interno, utiliza um espelho parabólico primário e um espelho plano secundário que apenas redireciona a luz.

Resposta correta: d) Trata-se de um telescópio refletor com espelho plano secundário e espelho primário parabólico.

Questão 13. Marina, uma jovem astrônoma amadora, está animada para observar objetos cada vez mais distantes e tênues no céu noturno. Ela possui um telescópio refrator com uma objetiva de 80 mm de diâmetro e distância focal de 1000 mm. Usando uma ocular de 25 mm, Marina quer saber qual é a magnitude limite teórica do seu telescópio, ou seja, a magnitude da estrela mais fraca que poderá observar com seu equipamento. Considerando que a magnitude limite do telescópio pode ser calculada pela fórmula:

$$m_{\text{tel}} = m_{\text{olho}} + 5 \log_{10} \left(\frac{D}{d_{\text{olho}}} \right)$$

onde D é o diâmetro da objetiva do telescópio e d_{olho} é o diâmetro da pupila humana, ambos disponíveis na tabela de constantes da prova, qual é a magnitude limite teórica aproximada que Marina poderá alcançar com seu telescópio?

- a) +10,8
- b) +11,2

- c) +11,6
- d) +12,0
- e) +12,4

Solução: Dados:

- Diâmetro da objetiva do telescópio: $D = 80mm$
- Diâmetro da pupila humana: $d_{\text{olho}} = 6mm$
- Magnitude limite do olho nu: $m_{\text{olho}} = +6$

Substituir os valores na fórmula:

$$m_{\text{tel}} = 6 + 5 \log_{10} \left(\frac{80}{6} \right)$$

$$m_{\text{tel}} = +11,625$$

Resposta correta: c) +11,6

Questão 14. Antônio, um entusiasta da astronomia, planejava uma expedição ao Hemisfério Norte para observar o famoso fenômeno do Sol da Meia-Noite, no qual o Sol permanece visível durante as 24 horas do dia. Sabendo que esse fenômeno ocorre durante o solstício de verão boreal, e que sua ocorrência depende da declinação do Sol e da posição geográfica do observador, ele decidiu calcular a menor latitude onde poderia observar tal evento.

Sabendo que no solstício de verão boreal o Sol atinge declinação de $+23^{\circ}26'$, determine a partir de qual latitude mínima no Hemisfério Norte o Sol pode ser visto durante todo o dia, sem se pôr.

- a) $67^{\circ}52'$ N
- b) $65^{\circ}18'$ N
- c) $69^{\circ}07'$ N
- d) $63^{\circ}44'$ N
- e) $66^{\circ}34'$ N

Solução: Um astro é circumpolar para um observador quando ele nunca se põe, ou seja, sua altura mínima no céu é igual ou maior que 0° durante o dia.

Essa condição ocorre quando:

$$h_{\text{min}} \geq 0^{\circ}$$

Sabemos que:

$$h_{\text{min}} = 90^{\circ} - |\phi - \delta|$$

(onde ϕ é a latitude do observador e δ a declinação do astro)

Aplicando a condição para o sol não se pôr:

$$90^\circ - |\phi - \delta| \geq 0^\circ = |\phi - \delta| \geq 90^\circ$$

Como estamos no Hemisfério Norte e o Sol está com declinação positiva no solstício de verão, usamos:

$$\phi \geq 90^\circ - \delta$$

Substituir na fórmula:

$$\delta = 23^\circ 26'$$

$$\phi \geq 90^\circ - 23^\circ 26' = 66^\circ 34'$$

Resposta correta: e) 66°34' N

Questão 15. Carlos estava estudando para a Olimpíada Brasileira Online de Astronomia (OBOA) quando encontrou um antigo caderno de anotações celestes de seu bisavô Pedro, um entusiasta da astronomia. Entre as páginas amareladas, destacavam-se cinco observações sobre constelações:

- I. A constelação de Cygnus (Cisne) contém a estrela Deneb, formando com Vega e Altair o famoso Triângulo de Verão do hemisfério norte;
- II. A Estrela Polar (Polaris), guia dos navegantes, pertenceria à Ursa Maior e poderia ser encontrada seguindo as Três Marias;
- III. A constelação de Escorpião contém a estrela Antares, a estrela mais brilhante da constelação e uma das mais avermelhadas do céu noturno;
- IV. A constelação de Lyra abriga a Nebulosa da Águia (M16), um dos melhores exemplos de nebulosa planetária visível com telescópios amadores;
- V. As Três Marias, além de marcarem o Cinturão de Orion, serviriam como setas celestes: apontando para sudeste levam a Sirius e para noroeste indicam Aldebaran.

Considerando esses registros, quais afirmações estão corretas?

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

Solução:

I. Verdadeira - Deneb (Cygnus), Vega (Lyra) e Altair (Aquila) realmente formam o Triângulo de Verão, um dos asterismos mais conhecidos do céu boreal.

II. Falsa

- Polaris pertence à Ursa Menor, não à Ursa Maior.
- As Três Marias (do Cinturão de Orion) apontam para Sirius, não para Polaris.

III. Verdadeira - Antares é a estrela mais brilhante de Escorpião, conhecida por seu brilho intenso e cor avermelhada característica.

Resposta correta: b) Apenas I, III e V

- 17 -

- a) 6586 K
- b) 3451 K
- c) 56 K
- d) 9832 K
- d) 11 755 K
- e) Nenhuma das anteriores

Solução: Passando todos os valores para SI, e aplicando a formula apresentada, obtemos que a temperatura da estrela é na faixa dos 6586 kelvins. **Resposta correta: a) 6586 K**

Questão 17. *Lua Adversa* – Cecília Meireles

Tenho fases, como a lua,
Fases de andar escondida,
Fases de vir para a rua...
Perdição da minha vida!
Perdição da vida minha!
Tenho fases de ser tua,
Tenho outras de ser sozinha.

A **magnitude aparente** de um astro é uma medida do seu brilho observado. Dados dois astros, A e B , com magnitudes m_A e m_B , respectivamente, a relação entre seus fluxos luminosos (F_A e F_B) é dada por:

$$\frac{F_A}{F_B} = 10^{-0,4(m_A - m_B)}$$

Assumindo que:

$$F_{\text{quarto}} = \frac{F_{\text{cheia}}}{2}$$

Calcule a diferença de magnitudes (Δm) entre a Lua Cheia e a Lua em Quarto Crescente.

- a) $-1,25 \text{ mag}$
- b) $+0,50 \text{ mag}$
- c) $-0,75 \text{ mag}$
- d) $+1,25 \text{ mag}$
- e) $+0,75 \text{ mag}$

Solução: Aplicando a relação do enunciado para a Lua em sua fase cheia e em quarto crescente:

$$\frac{F_{\text{cheia}}}{F_{\text{quarto}}} = 10^{-0,4(\Delta m)} \Rightarrow \frac{F_{\text{cheia}}}{\frac{F_{\text{cheia}}}{2}} = 10^{-0,4(\Delta m)} \Rightarrow 2 = 10^{-0,4(\Delta m)}$$

Resolvendo a equação em Δm com o auxílio da função logaritmo na calculadora, chegamos que $\Delta m \approx -0,75 \text{ mag}$. Vale ressaltar que devido ao efeito de oposição, com o Sol atrás da Terra, quase não há sombras na Lua, e ao efeito de reforço da luz refletida na direção de sua incidência, o brilho observado da Lua em fase de quarto é significativamente menor do que quando observada em fase cheia. Uma razão mais

acertiva com os dados observados seria:

$$F_{quarto} \approx \frac{F_{cheia}}{10}$$

Letra C

Questão 18. O astrônomo George, muito curioso, acompanha de perto o cometa 'Peregrino', que está em uma órbita altamente elíptica ao redor do Sol. Observações recentes revelaram que, em seu periélio (ponto mais próximo do Sol), o cometa se encontra a uma distância de 0.5 UA com uma velocidade de 54 km/s. George prevê que a distância do cometa em seu afélio (ponto mais afastado do Sol) será de 3.5 UA. Com base nesses dados, qual é a velocidade aproximada do cometa quando ele atingir seu afélio?

- (a) 4.5 km/s
- (b) 7.7 km/s
- (c) 9.0 km/s
- (d) 12.3 km/s
- (e) 15.0 km/s

Solução: Em uma órbita elíptica, o momento angular do cometa em relação ao Sol é conservado. A conservação do momento angular pode ser expressa como:

$$L = m \cdot v \cdot r = \text{constante}$$

Onde m é a massa do cometa, v é sua velocidade e r é sua distância ao Sol. Portanto, a massa do cometa cancela, e podemos igualar o produto $v \cdot r$ no periélio (p) e no afélio (a):

$$v_p \cdot r_p = v_a \cdot r_a$$

Queremos encontrar v_a , então:

$$v_a = v_p \frac{r_p}{r_a}$$

Dados: $v_p = 54$ km/s $r_p = 0.5$ UA $r_a = 3.5$ UA

Substituindo os valores:

$$v_a \approx 7.71 \text{ km/s}$$

Letra B

Questão 19. O engenheiro Sindoro, líder da equipe de propulsão da Agência Espacial Lunar (AEL), está planejando a próxima fase da missão 'Desbravador Lunar', que prevê o envio de uma sonda para Marte após estudar a Lua. A sonda, atualmente em órbita baixa lunar, precisa atingir a velocidade de escape para se libertar da gravidade da Lua e seguir sua jornada interplanetária. Qual é a velocidade de escape aproximada (em km/s) que a sonda deve alcançar a partir da superfície da Lua?

- a) 1.5 km/s
- b) 2.4 km/s
- c) 3.1 km/s
- d) 4.2 km/s
- e) 5.0 km/s

Solução: A velocidade de escape (v_e) da superfície de um corpo celeste é dada pela fórmula:

$$v_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Onde G é a Constante Gravitacional, M é a massa do corpo e R é o raio do corpo.

Substituindo os valores da Lua:

$$v_e = \sqrt{\frac{2 \times (6.67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2) \times (7.35 \times 10^{22} \text{ kg})}{1.737 \times 10^6 \text{ m}}} \approx 2376 \text{ m/s}$$

Convertendo para km/s:

$$v_e \approx 2.376 \text{ km/s}$$

Que é aproximadamente 2.4 km/s. **Letra B**

Questão 20. Durante um seminário sobre o futuro da exploração espacial, o astrofísico galinhático Ernesto hipoteticamente propõe um cenário: e se, por algum motivo cósmico, a massa da Terra dobrasse e, ao mesmo tempo, a órbita de um satélite de comunicação também dobrasse sua distância em relação ao centro da Terra? Nesse cenário teórico, como a nova força gravitacional exercida pela Terra sobre esse satélite se compararia à força gravitacional que ele experimenta atualmente?

- (a) Seria 4 vezes maior.
- (b) Seria 2 vezes maior.
- (c) Permaneceria a mesma.
- (d) Seria a metade.
- (e) Seria 4 vezes menor.

Solução: A Lei da Gravitação Universal de Newton afirma que a força gravitacional (F) entre dois objetos é diretamente proporcional ao produto de suas massas (M e m) e inversamente proporcional ao quadrado da distância (r) entre seus centros:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

Onde G é a constante gravitacional.

Vamos chamar a força original de F_{original} .

$$F_{\text{original}} = G \frac{M_{\text{Terra}} m_{\text{satélite}}}{r_{\text{original}}^2}$$

Agora, vamos considerar a nova situação: Massa da Terra dobrada: $M'_{\text{Terra}} = 2M_{\text{Terra}}$ Distância dobrada: $r'_{\text{nova}} = 2r_{\text{original}}$

A nova força gravitacional (F_{nova}) será:

$$F_{\text{nova}} = G \frac{M'_{\text{Terra}} m_{\text{satélite}}}{(r'_{\text{nova}})^2} = \frac{1}{2} F_{\text{original}}$$

A nova força gravitacional seria a metade da força gravitacional original. **Letra D**