Simulado 2 – Intensivão para a OBA

Gabarito

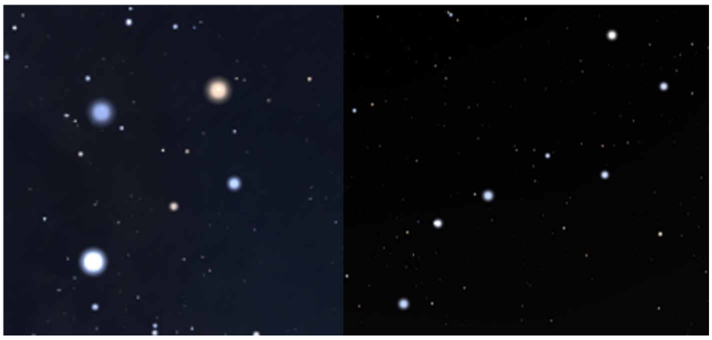
Material elaborado por **Giulia Nóbrega** e **Iago Mendes**.

Observação:

- As alternativas das perguntas deste gabarito não estão na mesma ordem do simulado.

Questões de Astronomia

- **Questão 1) (1 ponto)** A imagem abaixo traz 2 constelações muito famosas. A partir da imagem, responda o que se pede:



  - **Pergunta 1a) (1 ponto) (0,5 ponto cada acerto)** Identifique quais são as constelações na imagem.

	Centauro	Cruzeiro do Sul	Cisne	Ursa Maior
Constelação da esquerda		X		
Constelação da direita				X

- **Questão 2) (1 ponto)** Abaixo temos descrições de diversos corpos celestes. Identifique-os:

  - **Pergunta 2a) (0,25 ponto)** Este corpo constantemente se afasta da Terra. Possui sempre a mesma face voltada para a Terra, ou seja, é bloqueado por marés.

  (*X*) Lua

( ) Sol
( ) Vênus
( ) Marte

- **Pergunta 2b) (0,25 ponto)** Orbita um planeta que possui apenas dois satélites naturais, sendo sua órbita a de menor raio. Com o passar do tempo se aproxima cada vez mais de seu planeta, o que indica que futuramente será despedaçado devido à força gravitacional exercida pelo corpo maior.

(X) Fobos
( ) Deimos
( ) Ceres
( ) Lua

- **Pergunta 3c) (0,5 ponto)** É azulado e possui anéis. Demora aproximadamente 84 anos para completar sua translação. Possui 27 satélites naturais, sendo os principais Miranda, Ariel, Umbriel, Titânia e Oberon. É o menos massivo dos planetas gigantes.

(X) Urano
( ) Júpiter
( ) Saturno
( ) Netuno

- **Questão 3) (1 ponto)** Na astronomia muitas vezes é útil estimar a altura de um objeto celeste. Como trabalhamos com corpos muito distantes de nós, a altura que medimos não é um comprimento, e sim um ângulo. Um dos objetos mais famosos utilizados para auxiliar esse cálculo é o sextante, que inclusive dá nome a uma constelação do hemisfério sul. Um aluno da OBA decide tentar fazer o mesmo, porém como não tem um sextante resolve improvisar. Ele finca uma vara de madeira de $1\ m$ no chão e percebe que a sombra do objeto possui $1,2\ m$.

Dados:
$\tan(30°) \approx 0,58$
$\tan(60°) \approx 1,73$

Dica:
Lembre-se que para x entre $0°$ e $90°$ a função $\tan(x)$ é estritamente crescente.

- **Pergunta 3) (1 ponto)** Qual é aproximadamente a altura do Sol?

  * Chamando a altura de Sol de h e usando o cenário descrito, podemos calcular o $\tan h$:

$$\tan h = \frac{1}{1,2} \approx 0,83$$

  * Usando os valores das tangentes de $30°$ e $60°$ – e lembrando que $\tan(40°) = 1$ –, deduzimos que $30° \leq h \leq 45°$. Portanto, a única alternativa válida é $40°$

( ) $10°$
(X) $40°$
( ) $60°$
( ) $80°$

- **Questão 4) (1 ponto)** Uma das missões da astronomia é determinar a distância de corpos luminosos até nós. Para isso, é muito comum estudar como a luz destes objetos se comporta. A prática mais comum é medir o fluxo de energia de tal corpo na Terra e assim, sabendo sua luminosidade, estimar sua distância. O espaço, no entanto, não é vazio, e a poeira interestelar nele presente absorve parte da radiação emitida, diminuindo a intensidade luminosa que captamos na Terra. Uma das equações mais utilizadas por nós para analisar esse efeito é a seguinte: $F' = Fe^{-nVA}$ onde F' é o fluxo captado na Terra, F é o fluxo que seria captado se não houvesse extinção, e é o número de Euler, V é o volume da nuvem de poeira e A é a área de seção transversal de um grão de poeira. Utilizando seus conhecimentos sobre análise dimensional, responda:

  - **Pergunta 4a) (0,5 ponto)** O que n pode representar?

    * Considere $\alpha = -nVA$ como sendo o expoente da equação passada. Para que α seja adimensional, temos a seguinte unidade para n:

    $$.[n] \cdot [V] \cdot [A] = 1 \quad \therefore \quad [n] = \frac{1}{[V] \cdot [A]} = \frac{1}{m^3 \cdot m^2}$$
    $$\therefore \quad [n] = \frac{1}{m^5} = m^{-5}$$

    * Como a unidade de n envolve somente comprimento, podemos eliminar as 2 últimas alternativas (considerando a ordem neste gabarito). Para que a resposta fosse a primeira alternativa, $[n]$ deveria ser m. Portanto, ficamos com a segunda alternativa.
    * Uma maneira mais fácil de entender o que n representa seria dizer o número de partículas por volume de poeira interestelar por área de um grão de poeira, ou seja, uma densidade numérica.

    ( ) A distância percorrida pela luz dentro da nuvem de poeira
    (X) A densidade numérica de partículas na nuvem
    ( ) O tempo que a luz demora para percorrer a nuvem de poeira
    ( ) A massa da nuvem de poeira

  - **Pergunta 4b) (0,5 ponto)** O que aconteceria com F' se subitamente todos os grãos de poeira da nuvem dobrassem de tamanho?

    * Se os grãos de poeira aumentarem de tamanho, A aumentará. Como $\alpha \propto -A$, o expoente de e vai diminuir.
    * Além disso, pela equação dada, temos a seguinte proporção:

    $$F' \propto e^{\alpha}$$

    * Portanto, F' diminuirá.

    ( ) O expoente de e vai aumentar e consequentemente F' aumentará
    ( ) O expoente de e vai aumentar e consequentemente F' diminuirá
    ( ) O expoente de e vai diminuir e consequentemente F' aumentará
    (X) O expoente de e vai diminuir e consequentemente F' diminuirá

- **Questão 5) (1 ponto)** Imagine que descobrimos um novo sistema planetário orbitando uma estrela muito distante. Essa estrela tem uma característica muito curiosa: sua densidade é igual a do Sol! A partir de diversas observações, astrônomos também descobriram que essa estrela é muito massiva, tendo uma massa de aproximadamente

1.000 vezes a massa do Sol (isso não seria possível na vida real, mas para o exercício vamos considerar que é!).

Dados:
Massa do Sol $\approx 2 \cdot 10^{30}\, kg$
Raio do Sol $\approx 7 \cdot 10^{8}\, m$
$1\, UA \approx 1,5 \cdot 10^{11}\, m$
$\pi \approx 3$

- **Pergunta 5a) (0,5 ponto)** Qual o volume dessa estrela?
  * Primeiramente, vamos relembrar da equação da densidade para esferas:

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{3M}{4\pi R^3}$$

  * Como a densidade das estrelas mencionadas no enunciado são iguais, temos:

$$\rho = \rho_{Sol} \quad \therefore \quad \frac{M}{V} = \frac{3M_{Sol}}{4\pi R_{Sol}^3}$$

$$\therefore \quad V = \frac{4\pi M R_{Sol}^3}{3M_{Sol}} = \frac{4\pi 10^3 M_{Sol} R_{Sol}^3}{M_{Sol}} = \frac{4 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot (7 \cdot 10^8)^3}{3} \approx 1,4 \cdot 10^{30}\, m^3$$

( ) $\approx 5,2 \cdot 10^{25}\, m^3$
(X) $\approx 1,4 \cdot 10^{30}\, m^3$
( ) $\approx 8,2 \cdot 10^{35}\, m^3$
( ) $\approx 3,4 \cdot 10^{40}\, m^3$

- **Pergunta 5b) (0,5 ponto)** Se medirmos o raio desta estrela usando a distância da Terra ao Sol como unidade, qual será aproximadamente o resultado obtido?
  * Usando a mesma estratégia da pergunta anterior, temos:

$$V = 10^3 \cdot V_{Sol} \quad \therefore \quad \frac{4\pi R^3}{3} = 10^3 \cdot \frac{4\pi R_{Sol}^3}{3}$$
$$\therefore \quad R = 10 \cdot R_{Sol} = 10 \cdot 7 \cdot 10^8 = 7 \cdot 10^9\, m$$

  * Colocando em unidades astronômicas, temos:

$$V = \frac{7 \cdot 10^9}{1,5 \cdot 10^{11}} \approx 0,05\, UA$$

(X) $\approx 0,05\, UA$
( ) $\approx 0,5\, UA$
( ) $\approx 5\, UA$
( ) $\approx 50\, UA$

- **Questão 6) (1 ponto)** Chamamos de quadratura o evento em que 2 corpos celestes formam um ângulo reto entre si, tendo um terceiro corpo como referência. Se tomarmos o Sol como centro, por exemplo, teremos dois planetas em quadratura quando o ângulo planeta1-Sol-planeta 2 for 90º. Para este exercício assuma que todos os planetas possuem órbitas circulares e tome o Sol como centro de qualquer quadratura mencionada.

Dados:
Raio da órbita de Mercúrio: $0,4\,UA$
Raio da órbita de Vênus: $0,7\,UA$
Raio da órbita de Marte: $1,5\,UA$
Raio da órbita de Júpiter: $2,8\,UA$

- **Pergunta 6a) (0,5 ponto)** As distâncias da Terra a Mercúrio e a Vênus em uma quadratura são respectivamente:
  * Em uma quadratura, como o ângulo com vértice no Sol é reto, podemos aplicar o teorema de Pitágoras. Para planetas inferiores (Mercúrio e Vênus), temos o seguinte:
  $$d^2 = 1^2 + r^2 \quad \therefore \quad d = \sqrt{1 + r^2}$$
  em que r é o raio orbital do planeta inferior e d é a distância que queremos calcular.
  * Fazendo o cálculo para Mercúrio, temos:
  $$d_m = \sqrt{1 + 0,4^2} = \sqrt{1,16}$$
  * Fazendo o cálculo para Vênus, temos:
  $$d_v = \sqrt{1 + 0,7^2} = \sqrt{1,49}$$

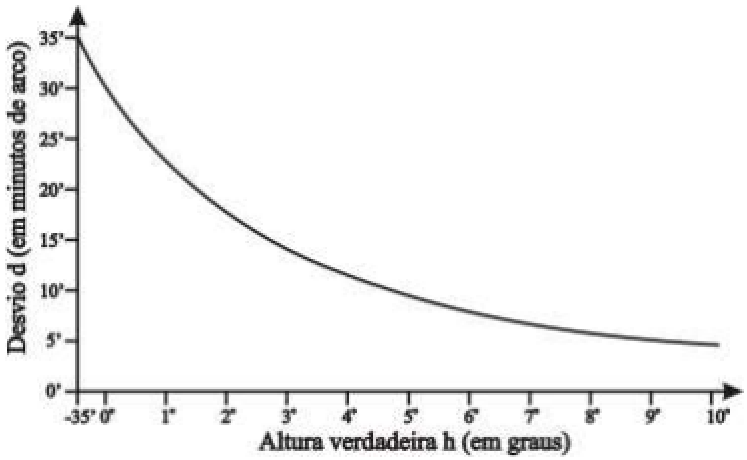
  ( ) $\sqrt{0,65}\,UA$ e $\sqrt{0,32}\,UA$
  ( ) $\sqrt{1,41}\,UA$ e $\sqrt{1,73}\,UA$
  (X) $\sqrt{1,16}\,UA$ e $\sqrt{1,49}\,UA$
  ( ) $1\,UA$ em ambos os casos

- **Pergunta 6b) (0,5 ponto)** A partir do item anterior qual é o planeta estatisticamente mais próximo da Terra? Note que o planeta estatisticamente mais perto é aquele cuja distância média a Terra é a menor possível (ou seja, conforme todos os planetas translacionam), não sendo necessariamente o planeta com distância heliocêntrica mais próxima a da Terra.
  * Como $d_m < d_v$, Mercúrio é o planeta estatisticamente mais próximo da Terra.

  (X) Mercúrio
  ( ) Vênus
  ( ) Marte
  ( ) Júpiter

- **Questão 7) (1 ponto) [OBA 2008 adaptada]** Refração é um fenômeno que ocorre quando um raio de luz muda de um ambiente de propagação para outro e tem sua velocidade alterada. Quando esse raio incide obliquamente na superfície de separação de tais meios, há também mudança na direção do raio. Observamos a ocorrência desse fenômeno, por exemplo, quando vemos a deformação de um objeto imerso numa piscina. Você pode imaginar, então, que a luz que se propaga no espaço (por exemplo, a luz de uma estrela, ou mesmo do Sol, ou da Lua) sofre refração ao entrar na atmosfera terrestre. Este é um fenômeno bastante complexo, pois a luz passa por sucessivas camadas de ar com características diferentes, sofrendo, portanto, diversas refrações. O efeito disso é que a posição aparente das estrelas é deslocada para cima.
Abaixo temos um gráfico que fornece o ângulo (em minutos de arco) que a estrela se desloca para cima em função de sua altura verdadeira (em graus), isto é aquela que a

estrela teria se não existisse a atmosfera terrestre. Vamos agora entender o que este gráfico nos diz.
Para cada altura verdadeira, eixo x (horizontal), a estrela sofre um desvio devido à refração, aumentando sua altura da quantidade indicada no eixo y (vertical). Por exemplo, na intersecção da curva com o eixo y, vemos que, quando a estrela está a 35 minutos de arco abaixo do horizonte (-35' no eixo x), o seu desvio em altura é de 35 minutos (35' no eixo y). Isso significa que uma estrela que aparece no horizonte para nós está, na verdade, a 35 minutos de arco abaixo do horizonte. Por outro lado, vemos no gráfico que, à medida que a altura da estrela cresce, menor é o desvio devido à refração. No outro extremo da curva (à direita), vemos que quando a estrela está 10 graus acima do horizonte, ela sofre um desvio de apenas pouco mais que 5 minutos de arco e aparece para nós como, portanto, se tivesse uma altura de 10 graus e 5 minutos.



- **Pergunta 7a) (0,5 ponto)** A duração do período diurno (dia claro) é afetada por este fenômeno?
  - ∗ Quando o Sol está abaixo do horizonte (se pondo ou nascendo), a refração da atmosfera o faz aparecer acima do horizonte. Portanto, esse fenômeno deixa todos os períodos maiores.

(X) Sim, todos os periodos ficam maiores
( ) Sim, todos os períodos ficam menores
( ) Sim, os períodos ficam maiores em dias de equinócio
( ) Não

- **Pergunta 7b) (0,5 ponto)** Sejam R_b, R_c, R_d e R_e os raios aparentes do Sol, que se encontra no horizonte, para baixo, cima, direita e esquerda respectivamente, o que podemos afirmar sobre tais medidas?
  - ∗ O fenômeno descrito só interfere na vertical, então $R_e = R_d$.
  - ∗ Como o deslocamento ocorre para cima, a parte inferior fica mais próxima do centro enquanto que a parte superior fica mais afastada. Portanto, $R_c > R_b$.

( ) $R_e < R_d$ e $R_c < R_b$
( ) $R_e > R_d$ e $R_c > R_b$
( ) $R_e = R_d$ e $R_c < R_b$
(X) $R_e = R_d$ e $R_c > R_b$

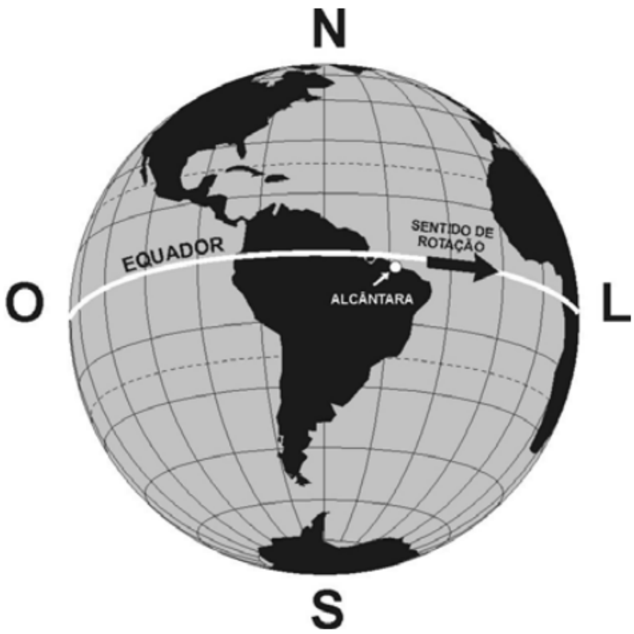
Questões de Astronáutica

- **Questão 8) (1 ponto) [OBA 2005 adaptada]** A Astronáutica é a ciência que trata da construção e operação de veículos espaciais, como os satélites e os foguetes.

  No Brasil as atividades do setor espacial são coordenadas pela Agência Espacial Brasileira (AEB), que tem a atribuição de formular e implementar o Programa Nacional de Atividades Espaciais (PNAE). O PNAE prevê a autossuficiência do Brasil na construção e lançamento de foguetes e de satélites. Além das atividades técnico-científicas, a AEB promove atividades educacionais nas escolas por meio do Programa AEB Escola, cujo objetivo é divulgar o programa espacial brasileiro e sua necessidade para o país, bem como despertar a criatividade e o gosto pela ciência entre os alunos do ensino fundamental e médio.

  Os satélites são lançados ao espaço por meio de foguetes, como os desenvolvidos pelos cientistas do Instituto de Aeronáutica e Espaço (IAE), órgão do Centro Técnico Aeroespacial (CTA). Um dos projetos em desenvolvimento no IAE é o do Veículo Lançador de Satélites, conhecido pela sigla VLS. A partir das informações coletadas pelos satélites desenvolvidos no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), os cientistas brasileiros estudam o meio ambiente (clima, plantações, desmatamento das florestas, etc) em todas as regiões do país. O Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), instituição de ensino e pesquisa no setor aeroespacial, também pertence ao CTA. O CTA/IAE, o CTA/ITA e o INPE estão localizados na cidade de São José dos Campos, SP.

  Um dos centros de lançamento de foguetes brasileiros encontra-se na cidade de Alcântara, no estado do Maranhão. Trata-se do Centro de Lançamento de Alcântara (CLA). A principal vantagem deste centro é a sua localização muito próxima à linha do Equador.



  - **Pergunta 8) (1 ponto)** O movimento de rotação do planeta Terra tem sentido de oeste (O) para leste (L), como indica a seta na figura acima, e será designado por O $\rightarrow$ L. Na linha do Equador esse movimento de rotação produz a maior velocidade tangencial, cujo valor é de cerca de 1.670 km/h. Para colocar um satélite em órbita a 750 km acima da superfície da Terra, o VLS deverá alcançar a velocidade final de 28.000 km/h. Como será lançado do CLA, o VLS já partirá para o espaço com velocidade de 1.670 km/h. Com base nesses dados, qual seria o modo mais apropriado para lançar um satélite a partir de Alcântara?

(X) No mesmo sentido de rotação da Terra (O $\to$ L)
( ) No sentido contrário à rotação da Terra (L $\to$ O)
( ) No sentido do Pólo Norte (S $\to$ N)
( ) No sentido do Pólo Sul (N $\to$ S)

- **Questão 9) (1 ponto) [OBA 2006 adaptada]** De acordo com o critério de que "o avião é uma máquina que pode decolar por seus próprios meios de propulsão", Santos Dumont ficou conhecido como o inventor do avião quando o seu 14-Bis, utilizando um motor com menos de 50 HP (cavalos) de potência, voou em Bagatelle, na França, em frente a uma multidão. Tal ocorreu em 23 de outubro de 1906. Em 1971 o "Pai da Aviação", foi proclamado "Patrono da Aeronáutica Brasileira". A figura abaixo ilustra as forças que atuam sobre um avião. A força peso (P) é sempre vertical para baixo. A força de empuxo (E) é aquela que move o avião para a frente, sendo resultado da ação das suas turbinas que, ao consumirem o combustível, geram gases a alta velocidade. Esses gases são expelidos para trás, fazendo o avião se deslocar para frente. É o princípio da ação e reação de que trata a 3ª Lei de Newton. À medida que se desloca para a frente, aparece a força de arrasto (A), a qual resulta da interação entre o avião e a atmosfera terrestre. Essa força atua no sentido contrário ao movimento do avião. Além do arrasto, a interação do ar atmosférico com as asas do avião dá origem a uma força de sentido oposto à força peso. Trata-se da força de sustentação (S), matematicamente definida por:

$$S = K \cdot \rho \cdot v^2$$

onde K é uma constante que depende da área e da orientação da asa, ρ é a densidade do ar no local do voo e v é a velocidade do avião em relação à atmosfera.

  - **Pergunta 9a) (0,5 ponto)** Quando o avião está parado, $S = 0$. À medida que o avião ganha velocidade, a força de sustentação aparece. Para K e ρ constantes, quanto maior a velocidade, maior a força de sustentação. Se você já viu um avião decolar, você observou que ele parte do repouso, aciona suas turbinas na potência máxima e vai, gradativamente, ganhando velocidade. Existe uma velocidade na qual a força de sustentação se torna superior à força peso, $S > P$. É nesse ponto que se dá a decolagem do avião. Calcule a velocidade de decolagem do 14-Bis sabendo que sua massa (avião + piloto) era de $300\,kg$. Para tanto, suponha: $K = 30\,m^2$, $\rho = 1\,\frac{kg}{m^3}$ e $g = 10\,\frac{m}{s^2}$.

* Quando a velocidade de decolagem é atingida, $P = S$. Portanto, temos:

$$P = S \quad \therefore \quad mg = K\rho v^2$$
$$\therefore \quad v = \sqrt{\frac{mg}{K\rho}} = \sqrt{\frac{300 \cdot 10}{30 \cdot 1}} = 10\,\frac{m}{s}$$

(X) $10\,\frac{m}{s}$
( ) $20\,\frac{m}{s}$
( ) $5\,\frac{m}{s}$
( ) $25\,\frac{m}{s}$

– **Pergunta 9b) (0,5 ponto)** Calcule a massa do avião militar Tucano, fabricado pela Embraer, sabendo que $K = 10m^2$ e que ele decola com velocidade $v = 180\frac{km}{h}$. Suponha $\rho = 1\frac{kg}{m^3}$ e $g = 10\frac{m}{s^2}$.

* Primeiramente, precisamos converter as unidades da velocidade informada:

$$v = \frac{180}{3,6} = 50\,\frac{m}{s}$$

* Agora, basta usarmos a mesma estratégia da pergunta anterior para encontrar a massa:

$$P = S \quad \therefore \quad mg = K\rho v^2$$
$$\therefore \quad m = \frac{K\rho v^2}{g} = \frac{10 \cdot 1 \cdot 50^2}{10} = 2.500\,kg$$

(X) $2.500\,kg$
( ) $250\,kg$
( ) $5.000\,kg$
( ) $500\,kg$

Questões avançadas