



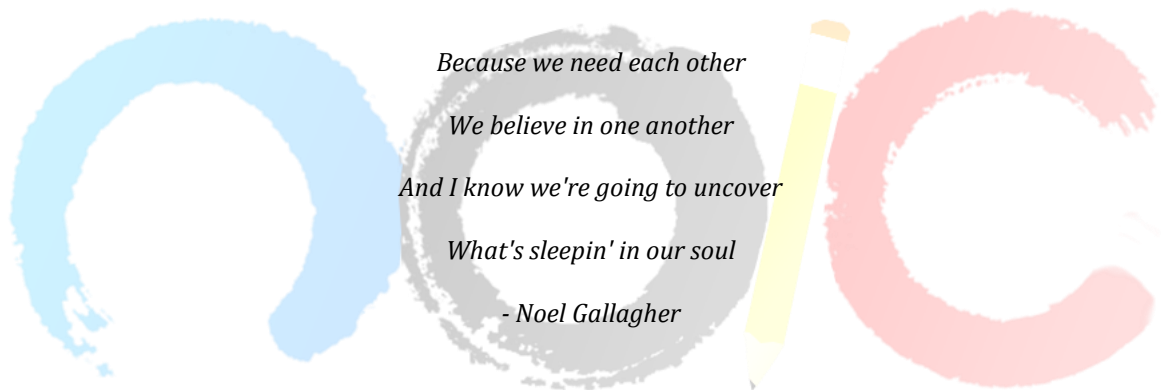
**SIMULADO NOIC 02 – PROVA ONLINE**  
**SELEÇÃO DAS EQUIPES BRASILEIRAS PARA**  
**XIV IOAA E XII OLAA DE 2020**

Nome: Bismarck Moreira

Nota: ----

---

**PROVA TEÓRICA - SOLUÇÕES**



**Este material foi escrito por Bismarck Moreira**

Dúvidas?

Mande um email para [bismarckvasconcelos0703@gmail.com](mailto:bismarckvasconcelos0703@gmail.com)

Para mais materiais, acesse <http://noic.com.br/materiais-astronomia/>

Fortress – That country with soccer and carnival

15/08/2019

---

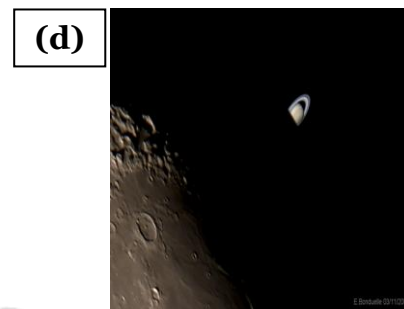
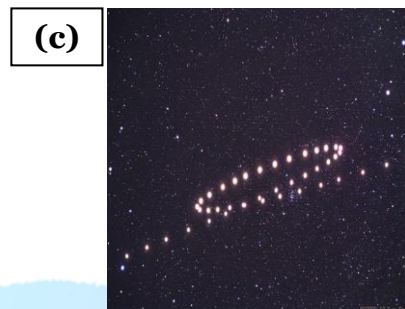
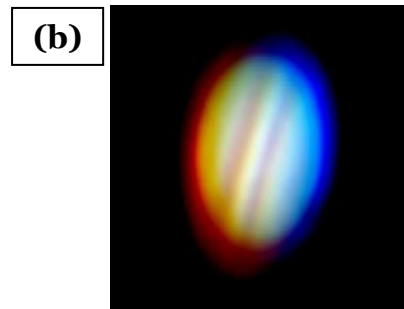
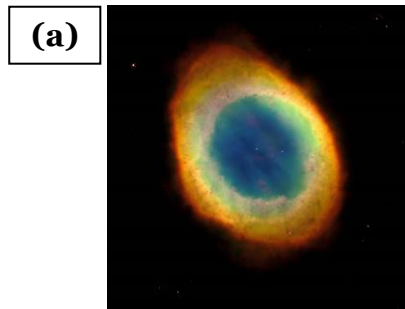
**Para mais simulados, acesse <http://noic.com.br/materiais-astronomia/>  
Núcleo Olímpico de Incentivo ao Conhecimento, 15/08**



## Tabela de Constantes (eu vou utilizar essa ☺)

<b>O Sol</b>	
Massa	$M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Raio	$R_{\odot} = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$
Luminosidade	$L_{\odot} = 3,83 \times 10^{26} \text{ W}$
Magnitude absoluta visual	$M_{V_{\odot}} = 4,82$
Magnitude aparente visual	$m_{\odot} = -26,72$
Temperatura Superficial	$T_{\odot} = 5778 \text{ K}$
Velocidade orbital na Galáxia	$v_{\odot} = 220 \text{ km s}^{-1}$
Distância até o centro galáctico	$d_{\odot_{GC}} = 8,5 \text{ kpc}$
<b>A Terra</b>	
Massa	$M_{\oplus} = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$
Raio	$R_{\oplus} = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$
Aceleração da gravidade na superfície	$g_{\oplus} = 9,81 \text{ m/s}^2$
Albedo	$\alpha_{\oplus} = 0,39$
Obliquidade da Eclíptica	$\epsilon = 23^{\circ}27'$
Duração do Ano Tropical	365,2422 <i>dias solares médios</i>
Duração do Ano Sideral	365,2564 <i>dias solares médios</i>
<b>A Lua</b>	
Massa	$M_L = 7,44 \times 10^{22} \text{ kg}$
Raio	$R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$
Distância Terra-Lua	$d_L = 3,78 \times 10^8 \text{ m}$
Período sinódico	$P_{SL} = 29,5306 \text{ dias}$
Albedo	$\alpha_L = 0,14$
Inclinação orbital em relação à Eclíptica	$\epsilon_L = 5,14^{\circ}$
<b>Constantes físicas</b>	
1 Unidade Astronômica (U.A.)	$1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
1 Parsec (pc)	$3,0856 \times 10^{16} \text{ m}$
Constante gravitacional	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Planck	$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Boltzmann	$k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Constante de Hubble	$H_0 = 67,8 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
Permeabilidade magnética do vácuo	$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H m}^{-1}$
1 Jansky (Jy)	$10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
Constante de Wien	$k = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m K}$
Massa do elétron	$m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Massa do próton	$m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1) A seguir temos 4 imagens de fenômenos que podem ser observados da superfície terrestre, dependendo do objeto utilizado para a observação.



Com quais fenômenos astronômicos ou físicos cada imagem pode estar ligada?

(a) a – Anã Branca; b – Júpiter; c – Movimento do Sol na Eclíptica; d – Lua Cheia.

(b) a – Nebulosa Planetária; b – Coma; c – Movimento próprio de estrelas; d – Ocultação de Júpiter.

(c) a – Nebulosa Planetária; b – Aberração Cromática; c – Movimento Retrógrado de Marte; d – Ocultação de Saturno.

(d) a – Supernova; b – Aberração Esférica; c – Laçada de Marte; d – Ocultação de Saturno.

(e) Em Branco.

### Resposta – ITEM C

A imagem (a) é uma foto da Nebulosa do Anel, o Messier 57, uma das mais famosas nebulosas planetárias do céu noturno.

Em (b), temos uma clara evidência da aberração cromática, ao perceber que a separação de cores anormal em Júpiter.

Já em (c), vemos uma foto clássica da Laçada de Marte.

Em (d) vemos Saturno sendo ocultado pela Lua, que está próxima da fase de Lua Cheia.





4) Se assumíssemos que a temperatura da Lua fosse devido somente aos raios de luz provenientes da Terra, por reflexão, qual seria a temperatura da superfície lunar? Considere que os corpos possuem comportamento de corpo negro.

(a)  $\sim 20 K$

(d)  $\sim 14 K$

(b)  $\sim 23 K$

(e) Em branco.

(c)  $\sim 52 K$

### Resposta - ITEM B

Essa é, sem sombra de dúvidas, a questão mais complicada e longa da prova. Ao se deparar com uma questão longa como essa na prova online, é melhor optar por deixar ela para o final (afinal, todas as questões valem a mesma pontuação).

Vamos iniciar a questão calculando a energia refletida pela Terra:

$$E_R = \frac{\alpha_{\oplus} L_{\odot}}{4\pi d_{\odot \rightarrow \oplus}^2} \pi R_{\oplus}^2 = \frac{\alpha_{\oplus} L_{\odot}}{4} \left( \frac{R_{\oplus}}{d_{\odot \rightarrow \oplus}} \right)^2$$

Essa energia será homogeneamente distribuída pelo espaço. Apenas uma face da Lua recebe esse fluxo energético. Assim, temos:

$$A = 2\pi\sigma R_L^2 T_L^4 = \frac{E_R}{4\pi d_{L \rightarrow \oplus}} \pi R_L^2 (1 - \alpha_L) \Rightarrow T_L^4 = \frac{E_R (1 - \alpha_L)}{8\pi\sigma d_{L \rightarrow \oplus}^2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow T_L^4 = \frac{(1 - \alpha_L) \alpha_{\oplus} L_{\odot}}{32\pi\sigma} \left( \frac{R_{\oplus}}{d_{\odot \rightarrow \oplus} d_{L \rightarrow \oplus}} \right)^2$$

Substituindo os parâmetros acima pelos dados fornecidos na tabela de constantes, obtemos  $T_L = 23,1 K \approx 23 K$ .

Você pode ler um pouco mais sobre temperaturas de planetas na Ideia 5 da sessão de ideias do Noic - <http://noic.com.br/como-usar-albedo-na-astronomia/>

5) Mr. Seeds decide viajar para Bogotá, na Colômbia, cidade que irá sediar a XIV IOAA em 2020, para fazer mais um de seus passeios astronômicos. No dia 20 de Junho, dia bastante ensolarado para o hemisfério Norte, ele decide estimar quanto tempo o Sol ficará acima do horizonte. Sabendo que a latitude de Bogotá é  $\varphi = +4^{\circ}35'53''$ , qual foi o valor obtido por Mr. Seeds?

(a) 12h16min

(d) 12h21min

(b) 12h12min

(e) Em branco.

(c) 12h30min

### Resposta - ITEM A

No dia 20 de Junho, a declinação do Sol estará muito próxima de  $\delta_{\odot} = +23,5^{\circ}$ .

Das equações de triângulos esféricos, vem:

$$\begin{aligned} \cos z &= \sin \delta_{\odot} \sin \varphi + \cos \delta_{\odot} \cos \varphi \cos H \Rightarrow \cos H = -\operatorname{tg} \delta_{\odot} \operatorname{tg} \varphi \Rightarrow \\ &\Rightarrow H = 92,00^{\circ} \Rightarrow 2H = 12,27 \text{ horas} \Rightarrow 2H = 12\text{h}16\text{min} \end{aligned}$$

6) Qual das estrelas a seguir jamais será visível para um observador no hemisfério Norte?

- (a) Alpha Aurigae. (d) Gamma Tauri.  
 (b) Sigma Octantis. (e) Em branco.  
 (c) Alpha Canis Majoris

### Resposta - ITEM B

A estrela  $\sigma Oct$  é a estrela polar do hemisfério Sul. Por causa disso, um observador no hemisfério Norte não consegue observá-la.

7) O cometa Bennet possui distância periélica de 0,538 UA e a excentricidade de sua órbita é de 0,9962. Que velocidade ele terá quando estiver a uma distância de 40 UA do Sol?

- (a) 2 km/s (d) 6 km/s  
 (b) 16 km/s (e) Em branco.  
 (c) 8 km/s

### Resposta - ITEM D

Das propriedades da elipse, escrevemos:

$$r_p = a(1 - e) \Rightarrow a = \frac{0,538}{1 - 0,9962} = 141,6 \text{ UA}$$

A energia total em uma órbita elíptica é da forma:

$$\begin{aligned} E &= -\frac{GM_{\odot}m}{2a} = \frac{mv^2}{2} - \frac{GM_{\odot}m}{r} \Rightarrow v^2 = 2GM_{\odot} \left( \frac{1}{r} - \frac{1}{2a} \right) = GM_{\odot} \left( \frac{2}{r} - \frac{1}{a} \right) \Rightarrow \\ &\Rightarrow v^2 = \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 1,99 \times 10^{30}}{1,496 \times 10^{11}} \left( \frac{2}{40} - \frac{1}{141,6} \right) \Rightarrow v \approx 6 \text{ km/s} \end{aligned}$$



8) Qual par específico de propriedades das variáveis Cefeidas que faz com que elas sejam extremamente importantes para se determinar distâncias estelares?

(a) Massa e Temperatura.

(d) Período e Raio.

(b) Período e Luminosidade.

(e) Em branco.

(c) Massa e Luminosidade.

### Resposta - ITEM B

A relação período-luminosidade é a chave para a determinação de distâncias estelares. Você pode ler mais em <http://astroweb.iag.usp.br/~dalpino/AGA215/APOSTILA/cap08cor.pdf>

9) Suponha que o Sol tenha sido substituído por uma anã marrom de massa equivalente a 0,5 massas solares. Como isso afetaria o período da Terra?

(a) Aumentaria em 1 ano.

(d) Aumentaria em 0,414 anos.

(b) Diminuiria em 0,414 anos.

(e) Em branco.

(c) Continuaría o mesmo.

### Resposta - ITEM D

Basta aplicar a terceira lei de Kepler:

$$\frac{a^3}{T^2} = \frac{GM}{4\pi^2} \Rightarrow T \propto M^{-\frac{1}{2}} \therefore T = T_o \left( \frac{M_{\odot}}{0,5M_{\odot}} \right)^{\frac{1}{2}} = 1 \times \sqrt{2} = 1,414 \text{ anos}$$

Com isso, o período de translação da Terra aumentou 0,414 anos.

10) A aceleração da gravidade do planeta SidesAll é de  $1,315 \text{ m/s}^2$ . Sabendo que ele possui raio equatorial de  $1569 \text{ km}$ , calcule a razão entre a densidade média de SidesAll e a Terra.

(a) 0,544

(d) 1,143

(b) 0,392

(e) Em branco

(c) 0,686

### Resposta - ITEM A

Gravidade do planeta SidesAll:

$$g_{SA} = \frac{GM}{R^2} \Rightarrow M = \frac{g_{SA}R^2}{G}$$





Densidade do planeta:

$$\rho_{SA} = \frac{3M}{4\pi R^3} = \frac{3g_{SA}}{4G\pi R}$$

Finalmente, a razão de densidades será:

$$\frac{\rho_{SA}}{\rho_{\oplus}} = \frac{\frac{3g_{SA}}{4G\pi R}}{\frac{3M_{\oplus}}{4\pi R_{\oplus}^3}} = \frac{g_{SA}}{GM_{\oplus}} \left( \frac{R_{\oplus}^3}{R} \right) = \frac{1,315}{6,67 \times 10^{-11} \times 5,97 \times 10^{24}} \frac{(6,37 \times 10^6)^3}{1569 \times 10^3} \Rightarrow \frac{\rho_{SA}}{\rho_{\oplus}} = 0,544$$

**11)** O fato de conseguirmos distinguir bem manchas solares no Sol se deve principalmente ao fato de que:

- (a) Por causa da diferença de campo magnético na superfície solar.
- (b) Concentram mais massa.
- (c) São mais frias.
- (d) Apresentam zonas convectivas de alta potência.
- (e) Em branco.

### Resposta – ITEM C

“Manchas solares são regiões na superfície do Sol com temperatura menor do que a média local e, por isso mesmo, em comparação com a superfície da nossa estrela, parecem ser mais escuras.” Fonte: <http://www.ebc.com.br/infantil/voce-sabia/2014/10/o-que-sao-manchas-solares>

Isso ocorre porque a emissão de energia de um corpo negro varia com a quarta potência da temperatura, sofrendo assim, mudanças elevadas com pequenas variações em  $T$ .

**12)** Imagine que você tem em mãos um telescópio com 1500  $mm$  de distância focal e razão focal  $f/2$ . Qual é o diâmetro do menor objeto que você conseguiria resolver a uma distância de uma unidade astronômica, no visível?

- (a) 112 km
- (b) 134 km
- (c) 172 km
- (d) 210 km
- (e) Em branco.

### Resposta – ITEM B

Essa questão é uma aplicação direta do poder de resolução de um telescópio:





$$\theta = \frac{1,22\lambda}{D_{\text{Telescopio}}} = \frac{D}{d} \Rightarrow D = \frac{1,22\lambda d}{\left(\frac{f}{2}\right)} = \frac{1,22 \times 2 \times 550 \times 10^{-9} \times 1,496 \times 10^{11}}{1,5}$$

$$D = 133,8 \text{ km} \approx 134 \text{ km}$$

13) Qual item, das opções abaixo, melhor representa o raio de um buraco negro com a massa do Sol?

(a) 0,0017 raios lunares

(d) 0,00041 raios terrestres.

(b) 3 raios terrestres.

(e) Em branco

(c) 75 raios lunares.

### Resposta - ITEM A

Aplicação direta da equação do Raio de Schwarzschild:

$$R_s = \frac{2GM}{c^2} \Rightarrow R_s = \frac{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \times 1,99 \times 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2} \approx 3000 \text{ m}$$

$$\text{Assim, } \frac{R_s}{R_{\oplus}} = 0,00046 \text{ e } \frac{R_s}{R_L} = 0,0017$$

Texto para as próximas 3 questões.

A estrela de Barnard possui paralaxe  $p = 0,549''$  e movimento próprio  $\mu = 10,4 \frac{''}{\text{ano}}$ . Além disso, ao observar a estrela na linha  $H_{\alpha}$  ( $\lambda_{\alpha} = 656.28 \text{ nm}$ ), cientistas notaram que o comprimento de onda recebido era  $\lambda = 656.03 \text{ nm}$ .

14) Qual a distância da estrela de Barnard até nós?

(a) 1,35 pc

(d) 1,82 pc

(b) 2,71 pc

(e) Em branco.

(c) 0,92 pc

### Resposta - ITEM D

Da paralaxe, obtemos:

$$d = \frac{1}{0,549''} = 1,82 \text{ pc}$$

15) Qual a velocidade radial da estrela, em relação a Terra?

(a) +343 km/s, se afastando.

(c) +114 km/s, se afastando.

(b) -114 km/s, se aproximando.

(d) -343 km/s, se aproximando



(e) Em branco.

**Resposta - ITEM B**

Em primeira aproximação, a velocidade radial da estrela é dada pelo efeito doppler:

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{656,03 - 656,28}{656,28} = \frac{v}{c} \Rightarrow v = -114 \text{ km/s se aproximando de nós.}$$

16) Qual a velocidade tangencial de Barnard?

(a) 89,8 km/s

(d) 87,9 km/s

(b) 86,7 km/s

(e) Em branco.

(c) 91,7 km/s

**Resposta - A**

Para a velocidade tangencial, aplicamos:

$$v_T = 4,74 \mu d = 4,74 \times 10,4 \times 1,82 \Rightarrow v = 89,7 \text{ km/s}$$

Essa equação vem de uma conversão de unidades. Você pode ler mais sobre movimentos estelares em <http://www.astronomy.ohio-state.edu/~pogge/Ast162/Unit1/motions.html>