

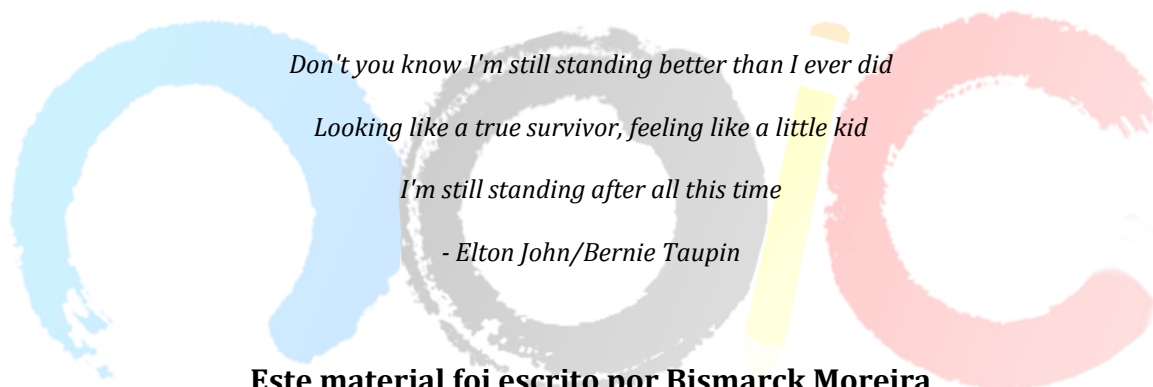


SIMULADO NOIC 03 – PROVA ONLINE
SELEÇÃO DAS EQUIPES BRASILEIRAS PARA
XIV IOAA E XII OLAA DE 2020

Nome: Bismarck Moreira

Nota: ----

PROVA TEÓRICA - SOLUÇÕES



Este material foi escrito por Bismarck Moreira

Dúvidas?

Mande um email para bismarckvasconcelos0703@gmail.com

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

For Story Za – Improved Portugal

20/08/2019

Para mais simulados, acesse <http://noic.com.br/materiais-astronomia/>
Núcleo Olímpico de Incentivo ao Conhecimento, 20/08



Tabela de Constantes (Eu vou utilizar essa ☺)

O Sol	
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	$d_{\odot_{GC}} = 8,5 \text{ kpc}$
A Terra	
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>
A Lua	
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	$\epsilon_L = 5,14^{\circ}$
Constantes físicas	
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) Ao analisar o espectro de emissão de uma estrela de classe G similar ao Sol, os astrônomos Jebrel e Iaguito verificaram que havia um pico no comprimento de onda $\lambda = 5347 \text{ \AA}$. Qual é a luminosidade dessa estrela?

(a) $L = 0,5682 L_{\odot}$

(d) $L = 0,8462 L_{\odot}$

(b) $L = 0,7742 L_{\odot}$

(e) Em branco

(c) $L = 0,5428 L_{\odot}$

Resposta - ITEM B

Da Lei de Wien, extraímos a temperatura dessa estrela: $T = \frac{2,898 \times 10^{-3}}{\lambda} \Rightarrow$

$$T = 5420 \text{ K}$$

A estrela é similar ao Sol, então uma boa estimativa para seu raio é $R = R_{\odot}$. Calculando sua luminosidade, vem:

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \left(\frac{R}{R_{\odot}}\right)^2 \left(\frac{T}{T_{\odot}}\right)^4 = \left(\frac{5420}{5778}\right)^4 \Rightarrow L = 0,7742 L_{\odot}$$

2) Assinale o item que responde corretamente o questionamento: “Por que é incomum encontrar exoplanetas orbitando estrelas do tipo O?”

(a) Estrelas do tipo O são muito massivas.

(b) Discos planetários próximos de estrelas do tipo O são evaporados pela radiação superquente e ventos estelares.

(c) Estrelas de classificação espectral O conseguem aglomerar praticamente toda a massa do disco protoplanetário. Como consequência, a poeira espacial restante não é o bastante para formar planetas.

(d) Estrelas de tipo O possuem curto tempo de vida.

(e) Em branco

Resposta - ITEM B

O item (a) não apresenta explicação plausível para o fenômeno.

O item (b) apresenta uma explicação coerente com o que acontece na realidade, além de mostrar o porquê desse fenômeno.

O item (c) não apresenta condiz com a realidade.

O item (d) explica corretamente o porquê de estrelas de tipo O não serem bons focos para procurar vida extrassolar, mas não explica o que a questão pede.

3) Após pesquisas aprofundadas, constatou-se que o ângulo de paralaxe da Pequena Nuvem de Magalhães é $\alpha_{SMC} = 0,0167 \text{ mas}$, enquanto o da Grande Nuvem de Magalhães é $\alpha_{LMC} = 0,0196 \text{ mas}$. Sabe-se que a distância real entre as duas galáxias vale $d_r = 22,6 \text{ kpc}$. Com isso, qual a separação angular entre as duas nuvens de Magalhães?

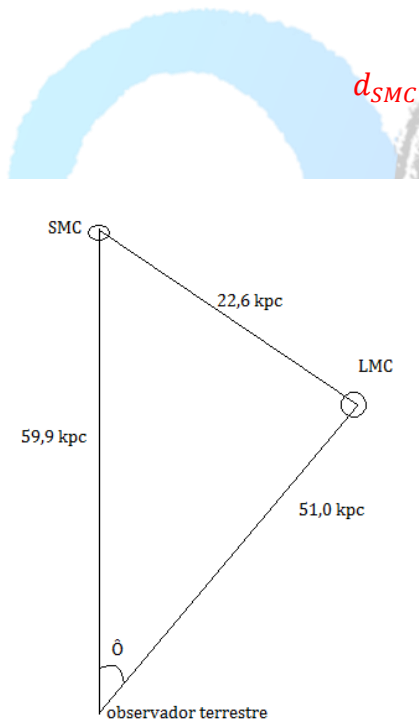
- (a) $22,7^\circ$ (d) $21,7^\circ$
 (b) $19,5^\circ$ (e) Em branco
 (c) $22,5^\circ$

Resposta - ITEM D

Primeiramente, precisamos imaginar a situação. A partir dos dados no enunciado, calculamos as distâncias de cada galáxia. Após isso, faremos um esquema do que é retratado na questão.

$$d_{LMC} = \frac{1}{0,0196 \times 10^{-3}} = 51,0 \text{ kpc}$$

$$d_{SMC} = \frac{1}{0,0167 \times 10^{-3}} = 59,9 \text{ kpc}$$



A partir daí, é possível desenhar a posição espacial das galáxias, assumindo que estão no mesmo plano.

Aplicando a lei dos cossenos, obtemos:

$$(22,6)^2 = 59,9^2 + 51,0^2 - 2 \times 59,9 \times 51,0 \times \cos \hat{\theta}$$

$$\Rightarrow \hat{\theta} = 21,7^\circ$$

4) As componentes do sistema binário $\alpha \text{ Psc}$ possuem magnitude aparente de 4,3 e 5,2. Um observador da Terra irá verificar que a magnitude visual do conjunto é igual a:

- (a) $m_s = 3,9 \text{ mag}$ (d) $m_s = 4,1 \text{ mag}$
 (b) $m_s = 4,0 \text{ mag}$ (e) Em branco
 (c) $m_s = 3,8 \text{ mag}$

Resposta - ITEM A

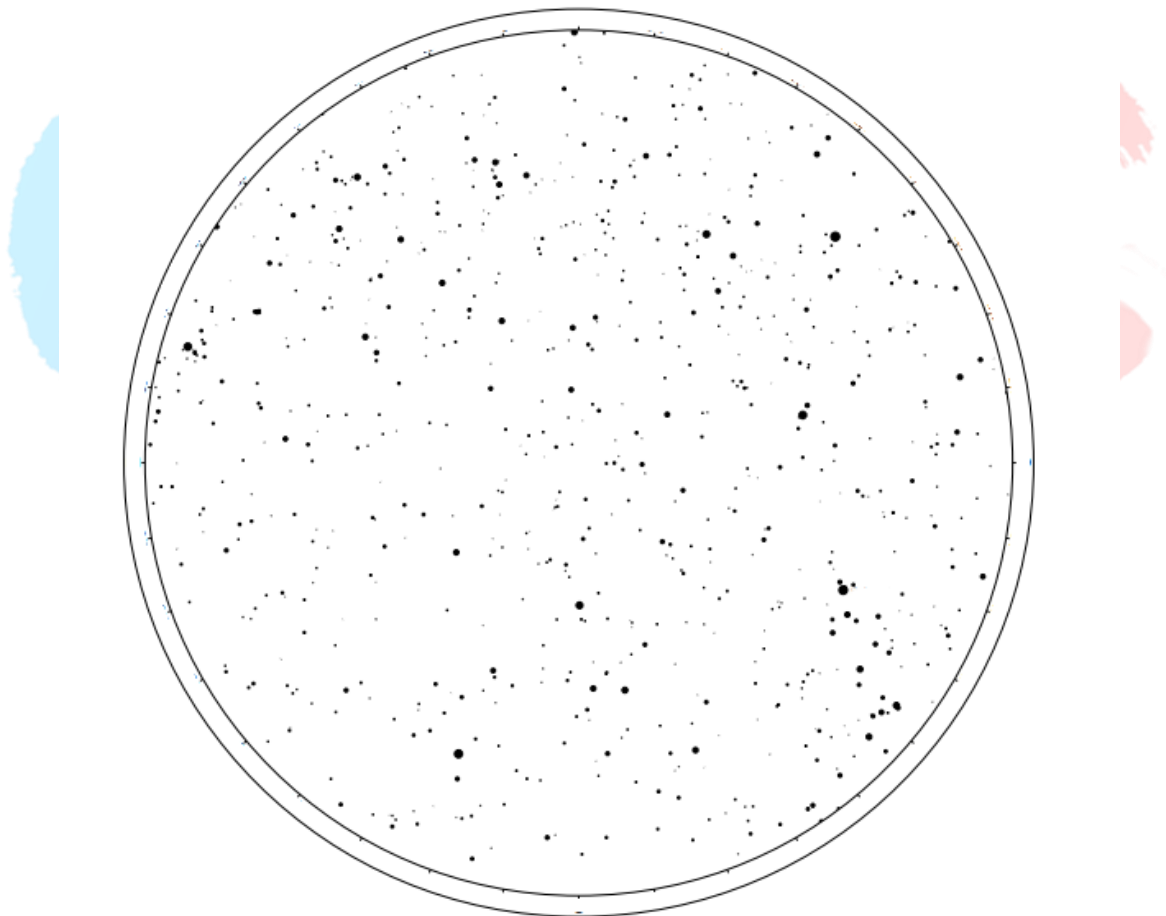
Calculando a razão entre os fluxos de cada estrela:

$$m_1 - m_2 = 4,3 - 5,2 = -2,5 \log \frac{F_1}{F_2} \Rightarrow \frac{F_1}{F_2} = 2,29$$

Com isso, podemos calcular a magnitude do conjunto, que irá contar a soma dos fluxos de energia das duas estrelas.

$$m_c - m_2 = -2,5 \log \left(1 + \frac{F_1}{F_2} \right) \Rightarrow m_c = 5,2 - 2,5 \log(1 + 2,29) \Rightarrow m_c = 3,9 \text{ mag}$$

5) Certo dia, o professor Heli mostrou para sua turma a carta celeste abaixo. Ele fez cinco afirmações sobre o céu projetado e pediu para que os alunos os julgassem sua veracidade.



I. Nesse momento, existe um único planeta visível a olho nu acima do horizonte.



II. As estrelas Formalhaut (αPsA), Mirach (βAnd), Altair (αAql) e Elnath (βTau) estão acima do horizonte.

III. A constelação do Escorpião está prestes a nascer.

IV. Há 7 constelações zodiacais nesse céu projetado.

V. O local dessa observação é próximo ao equador geográfico.

Marque o item que indica todas as afirmações corretas.

(a) Apenas I, III, V

(d) Apenas IV, V

(b) Apenas I, II, IV

(e) Em branco

(c) Apenas I, IV, V

Resposta – ITEM C

I. Verdadeiro – podemos ver Saturno na cauda do escorpião.

II. Falso – A única estrela dessa lista que não é visível é βTau – Elnath, que ainda irá nascer.

III. Falso – Quando projetamos o céu noturno em uma carta celeste, a posição do Leste e Oeste é invertida. Assim, teremos em uma carta desse tipo, no sentido horário, a sequência N-O-S-L. Finalmente, escorpião está se pondo, enquanto a constelação do Touro está nascendo.

IV. Verdadeiro – No sentido Leste -> Oeste: Touro, Áries, Peixes, Aquário, Capricórnio, Sagitário e Escorpião.

V. Verdadeiro – Polaris está praticamente sob o horizonte – ou seja, a latitude do lugar é próxima de 0.

6) Qual é o principal processo de transporte de energia no núcleo do Sol?

(a) Radiação

(d) Difusão

(b) Convecção

(e) Em branco

(c) Condução

Resposta – ITEM B

7) Suponha um processo em que uma Gigante Vermelha começa a expelir massa. Qual deve ser a relação entre o decréscimo de massa, ΔM , e aumento de raio, ΔR , para que essa estrela, de massa M e raio R , mantenha a mesma densidade durante esse processo?



(a) $\frac{\Delta M}{\Delta R^3} = -\frac{5M}{2R^3}$

(d) $\frac{\Delta M}{\Delta R} = -\frac{3M}{R}$

(b) $\frac{\Delta M}{\Delta R} = -\frac{M}{R}$

(e) Em branco

(c) $\frac{\Delta M}{\Delta R} = -\frac{2M}{R}$

Resposta - ITEM D

A densidade da estrela se mantém constante, então podemos escrever a relação abaixo.

$$\rho = \frac{3M}{4\pi R^3} \Rightarrow \frac{M}{R^3} = \frac{4\pi\rho}{3} = cte.$$

Considerando as variações da questão, obtemos:

$$\begin{aligned} \frac{M}{R^3} &= \frac{M_f}{R_f^3} = \frac{M - \Delta M}{(R + \Delta R)^3} = \frac{M \left(1 - \frac{\Delta M}{M}\right)}{R^3 \left(1 + \frac{3\Delta R}{R}\right)} \Rightarrow 1 + \frac{3\Delta R}{R} = 1 - \frac{\Delta M}{M} \\ &\Rightarrow \frac{\Delta M}{\Delta R} = -\frac{3M}{R} \end{aligned}$$

8) O asteroide EVEOQSES2019 orbita o Sol em uma órbita elíptica de excentricidade $e = 0,296$. Em determinado momento, ele está sob o semi-eixo menor da órbita e se aproximando do afélio.

Sabendo que seu período é de $T = 4,21$ anos, calcule o tempo que ele leva para chegar à posição simetricamente oposta à inicial – ou seja, ao semi-eixo menor “oposto”.

(a) $\Delta t = 2,50$ anos

(d) $\Delta t = 4,00$ anos

(b) $\Delta t = 3,00$ anos

(e) Em branco

(c) $\Delta t = 3,50$ anos

Resposta - ITEM A

Tome como b o semi-eixo menor e c a semidistância focal. Como o asteroide está indo em direção ao afélio, a área varrida pelo vetor posição nesse movimento será $A' = \frac{\pi ab}{2} + 2 \frac{bc}{2}$

Para melhor entender isso, lembre-se que o vetor posição nesse caso é medido a partir do centro do Sol, que fica em um dos focos da órbita.

Da segunda lei de Kepler, conseguimos o tempo pedido.



$$\frac{A'}{A_t} = \frac{bc + \frac{\pi ab}{2}}{\pi ab} = \frac{\Delta t}{T} \Rightarrow \Delta t = T \left(\frac{c}{\pi a} + \frac{1}{2} \right) = T \left(\frac{e}{\pi} + \frac{1}{2} \right) \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \Delta t = 4,21 \left(\frac{0,296}{\pi} + \frac{1}{2} \right) = 2,50 \text{ anos}$$

9) A primeira imagem de um buraco negro surpreendeu diversas pessoas por todo o planeta em 2019. Para fazer essa imagem, utilizou-se o *Event Horizon Telescope* (EHT) para fazer observações do núcleo da galáxia M 87. Após pesquisas intensas, determinou-se que esse buraco negro possui 40 bilhões de quilômetros em diâmetro.

Dos dados acima, quantas vezes o buraco negro fotografado é mais massivo que o Sol?

(a) $\frac{M_{87*}}{M_{\odot}} = 5,9 \times 10^9$

(d) $\frac{M_{87*}}{M_{\odot}} = 6,8 \times 10^9$

(b) $\frac{M_{87*}}{M_{\odot}} = 6,2 \times 10^9$

(e) Em branco

(c) $\frac{M_{87*}}{M_{\odot}} = 6,5 \times 10^9$

Resposta - ITEM D

Aplicação direta do Raio de Schwarzschild. Com isso, escrevemos:

$$R_s = \frac{2GM}{c^2} \Rightarrow \frac{M}{M_{\odot}} = \frac{R_s c^2}{2GM_{\odot}} = \frac{\left(\frac{40}{2} \times 10^{12}\right) (3 \times 10^8)^2}{2 \times 6,67 \times 10^{-11} \times 1,99 \times 10^{30}} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{M}{M_{\odot}} = 6,78 \times 10^9$$

10) Segundo a lei de Stefan-Boltzmann, se a emissão de energia de um corpo repentinamente aumentar em 39 vezes, sua temperatura será:

(a) cerca de 39 vezes maior

(b) cerca de 2,3 bilhões de vezes maior

(c) cerca de 2,5 vezes maior

(d) cerca de 2,1 vezes maior

(e) Em branco

Resposta - ITEM C



$$\delta - z_{min} = \varphi$$

$$2\delta + (z_{max} - z_{min}) = 180$$

Da segunda equação, temos:

$$\delta = 90 - \frac{z_{max} - z_{min}}{2} = 90 - \frac{70 - 40}{2} \Rightarrow \delta = +75^\circ$$

Substituindo δ na primeira relação, conseguimos que $\varphi = +35^\circ$. Esses valores devem ter o mesmo sinal, pois segundo a nossa convenção, eles estão no mesmo sentido indicado na figura. Assim, se o polo celeste for o Norte, $\varphi = 35^\circ N$ e $\delta = +75$. Porém, se o polo celeste analisado for o Sul, $\varphi = 35^\circ S$ e $\delta = -75$.

A partir disso, já é possível marcar o item correto.

13) Apaixonado por Astronomia, Raulzito decide estudar a fundo o cometa TVEOQSAM. Ele descobre que, no momento em que ele realiza suas observações, o objeto está a 5 *U. A.* de distância do Sol e possui velocidade $v = 19,2 \text{ km/s}$. Qual é o tipo de órbita que o cometa executa ao redor do Sol?

(a) Hiperbólica, pois sua energia total é $E_{MECANICA} > 0$.

(d) Elíptica, pois sua energia total é $E_{MECANICA} > 0$.

(b) Parabólica, pois sua energia total é $E_{MECANICA} = 0$.

(e) Em branco

(c) Elíptica, pois sua energia total é $E_{MECANICA} < 0$.

Resposta - ITEM A

Para definir o tipo de órbita, é necessário conhecer bem sua energia total. Calculando a energia mecânica para esta posição, temos:

$$E_M = K + U = m \left(\frac{v^2}{2} - \frac{GM}{d^2} \right) = m \left[\frac{(19,2 \times 10^3)^2}{2} - \frac{6,67 \times 10^{-11} \times 1,99 \times 10^{30}}{5 \times 1,496 \times 10^{11}} \right]$$

$$E_M > 0$$

Como a energia da órbita é maior que zero, ele percorre uma hipérbole.

14) Jovens cientistas do território da República do Komi (da Federação Russa) registraram, há poucos dias, um novo objeto aparentando ser uma estrela binária eclipsante. Entretanto, o período dessa estrela não era estável: a magnitude estelar do objeto é atualmente de 24,32. Uma vez a cada 7 a 11 segundos esta magnitude aumenta para 24,52 durante 0,2 e 0,3 segundo. Após análises ficou claro que este objeto pisca-pisca representa olhos de um grupo de gatos absolutamente negros, sentados sobre um pequeno corpo absolutamente negro, no



nosso sistema solar e que estão olhando na direção do Sol! Um dos gatos está piscando os olhos! Qual o número de gatos deste grupo? Considere que todos os gatos tenham o mesmo tamanho.

(a) 3 gatos

(d) 6 gatos

(b) 4 gatos

(e) Em branco

(c) 5 gatos

Resposta - ITEM D

Do enunciado da questão, o fluxo de energia proveniente desse aglomerado de gatos é diretamente proporcional à quantidade de olhos abertos. Assim, utilizando as duas magnitudes dadas, obtemos:

$$m_n - m_{n-1} = 24,32 - 24,52 = 2,5 \log \frac{n}{n-1} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{n}{n-1} = 1,2 \Rightarrow n(1,2 - 1) = 1,2 \Rightarrow n \approx 6$$

Que é a resposta da questão.

15) Qual expressão melhor representa o tempo, contado a partir do big bang, em que o Universo passou a obedecer implicações previstas pela teoria da relatividade geral? Dica: $\hbar = \frac{h}{2\pi}$, em que h é a constante de Planck.

(a) $t = \frac{\hbar G}{c^5} = 2,89 \times 10^{-87} \text{ s}$

(d) $t = \sqrt{\frac{G^5}{\hbar c^3}} = 2,71 \times 10^{-22} \text{ s}$

(b) $t = \sqrt{\frac{\hbar G}{c^5}} = 5,38 \times 10^{-44} \text{ s}$

(e) Em branco

(c) $t = \sqrt{\frac{\hbar^2 G}{c^6}} = 2,00 \times 10^{-64} \text{ s}$

Resposta - ITEM B

O tempo citado na questão é conhecido por tempo de Planck. Na realidade, essa é apenas uma questão de análise dimensional. Basta verificar qual item traz corretamente unidades de segundo.

No item b, $\frac{\hbar G}{c^5}$ possui unidades de s^2 . A partir daí, conclui-se que o item B é a resposta da questão.

16) A razão pela qual sempre vemos o mesmo lado da Lua é que:



(a) Existe um ângulo de 5 graus entre os planos orbitais da Lua e da Terra.

(b) A lua não possui movimento de rotação em torno do próprio eixo.

(c) A velocidade de rotação da Lua é igual à sua velocidade de revolução.

(d) Efeitos de maré que a Terra causa na Lua

(e) Em branco

Resposta- ITEM C

O movimento de rotação da Lua em seu próprio eixo e o seu movimento de translação ao redor da Terra estão em ressonância. Por causa disso, apenas uma face da Lua é visível para um observador terrestre.

