

VII Olimpíada Latino-americana de Astronomia e Astronáutica

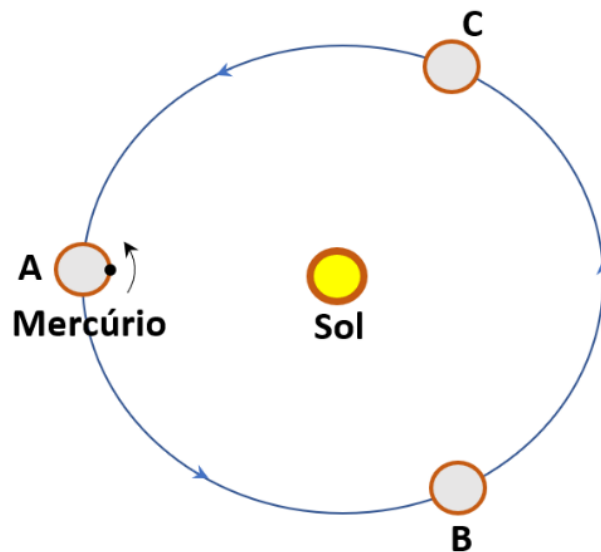
27 de setembro a 04 de outubro de 2015 – Rio de Janeiro



Prova Teórica Individual

Questão 1: Os períodos siderais de translação (88 dias) e de rotação (58 dias) de Mercúrio estão na razão 2/3. Desenhe marcas, ou seja, faça uma bolinha como mostrado na figura abaixo, relacionadas com a posição inicial, assinalada em A, nas três situações disponíveis (A, B e C) separadas a 120° de Mercúrio em sua órbita.

- Após um período completo de translação a partir de A, identifique o ponto como r .
- Após 1/3 do período de translação a partir de A, identifique o ponto como s .
- Após 2/3 do período de translação a partir de A, identifique o ponto como t .



Questão 2: O tempo de vida de uma estrela é a razão entre a energia que ela tem disponível e a taxa com que ela gasta essa energia, ou seja, sua luminosidade. A fase mais longa da vida de uma estrela é quando ela está na sequência principal, gerando energia através de fusão termonuclear. No caso do Sol a principal reação transforma 4 núcleos de hidrogênio em um núcleo de hélio, com uma pequena diferença negativa de massa, que se transforma em energia pela equação de Einstein: $E = mc^2$.

Suponha que 0,7% da massa que entra na reação termonuclear é transformada em energia e que apenas 10% da massa da estrela contribui para a geração de energia nesta fase.

- Calcule o tempo de vida do Sol na sequência principal.
- Calcule o tempo de vida, na sequência principal, de Spica (α Vir), sabendo que esta gigante azul tem 11 vezes mais massa do que o Sol, seu raio é 7,6 vezes maior e cerca de 13 000 vezes mais luminosa.
- Com estes dados, estime a temperatura efetiva de Spica.

Questão 3: Admita que a observação da estrela Alcione das Plêiades em sua passagem meridiana ocorra, justo à 0h, hora solar média, em um local P do trópico meridional da Terra, de longitude 45° a Oeste de *Greenwich*. As coordenadas de Alcione, na ocasião da passagem meridiana no local P , são: $\alpha = 03^h47^m27^s$, $\delta = 24^\circ06'18''$, [Eq. 2000]. Determine a hora sideral em *Greenwich* no instante e condições definidos anteriormente.

Questão 4: Um comprimento de onda específico chamada linha Cálcio K é medido em laboratório e seu valor é de 393,4 nm. Esta linha também é observada da Terra em uma galáxia que está se afastando de nós a uma velocidade de $1\,000,0\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Determine o valor do deslocamento do comprimento de onda observado

Questão 5: S Doradus é a estrela mais brilhante da Grande Nuvem de Magalhães, uma hipergigante e uma das estrelas mais luminosas conhecidas. A estrela pertence a uma classe de estrelas variáveis denominada Variável Azul Luminosa ou LBV (de *Luminous Blue Variable*, em inglês). S Doradus exibe lentas e longas variações de brilho num ciclo de 40 anos. Da Terra, S Doradus varia da magnitude aparente 8,6 a 11,7, mas a sua magnitude bolométrica absoluta permanece constante durante esta variação. Determine a razão da sua temperatura efetiva, nos limites de magnitude aparente indicados, e também a razão dos raios fotosféricos durante os extremos deste evento. Considere a estrela, em primeira aproximação, como um corpo negro.

Questão 6: O desvio para o vermelho (*redshift*) observado do quasar (QSO) LBQS 0042-2550 é $z = 0,13$. Estime sua distância e quanto tempo sua luz demorou a chegar até nós.

Comentário: A relação usual de *redshift* é $z = v/c$, porém, para $z > 0,1$, vale: $z = \sqrt{\frac{c+v}{c-v}} - 1$

Questão 7: Os satélites de Júpiter têm o plano de suas órbitas permitindo que diversos fenômenos como trânsitos (TR), ocultações (OC), eclipses (EC) e sombras (SO) dos satélites no planeta possam ser observados da Terra. Apresentamos uma figura esquemática na qual um satélite em sua órbita é representado por pontos de 1 a 8, correspondendo a vários eventos usualmente observáveis telescopicamente da Terra.

Comentário: O ângulo entre a direção dos raios solares e a da Terra está fortemente aumentado para facilitar a compreensão da figura.

Defina para cada um dos 8 pontos os 2 itens a seguir:

1. O tipo de fenômeno que pode ocorrer (use as siglas acima),
2. Se se trata de uma imersão (I) ou emersão (E),

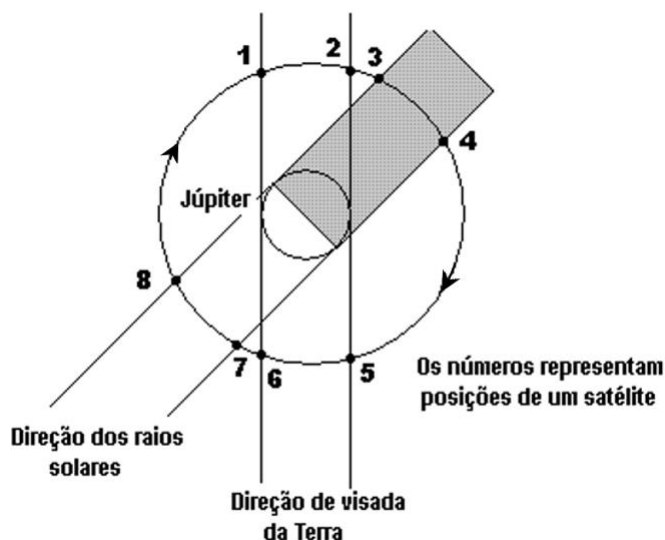


Figura esquemática dos fenômenos dos satélites de Júpiter

- | | | | |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 1. (), () | 2. (), () | 3. (), () | 4. (), () |
| 5. (), () | 6. (), () | 7. (), () | 8. (), () |

Questão 8: Em 14 de Julho de 2015 a sonda *New Horizons* fez sua aproximação máxima do planeta-anão Plutão, passando a apenas 12 500 km de sua superfície. Na ocasião, a distância Terra-Plutão era de 31,9 ua e a distância Sol-Plutão era 33 ua.

- a) Quanto tempo levou para o sinal emitido pela sonda chegar à Terra?
- b) As imagens da câmera LORRI carregam 2,5 Mbits de informação, e são transmitidas a uma taxa máxima de 2kbit/segundo. Estime quantas imagens podem ser enviadas para a Terra em um mês. Considere que um mês tem 30 dias, e que $1\text{ kbit} = 2^{10}\text{ bit}$ e $1\text{ Mbit} = 2^{20}\text{ bit}$.
- c) Na data da aproximação máxima da *New Horizons*, quantas vezes o fluxo de luz solar em Plutão era menor que o na Terra? Qual a magnitude aparente do Sol visto de Plutão?
- d) Caronte é o maior satélite de Plutão; na verdade é tão grande (cerca de metade do diâmetro de Plutão) que em 2006 a IAU cogitou definir o sistema Plutão-Caronte como um planeta duplo. A distância entre os dois corpos é $d_{PC} = 19\,570\text{ km}$. Determine a distância, em relação a superfície de Plutão, que se encontra a posição do Centro de Massa do sistema Plutão-Caronte. Encontre também o período orbital de Caronte.

Questão 9: Desde o lançamento do primeiro satélite artificial pelos soviéticos (*Sputnik*, 1957) a espécie humana já colocou em órbita cerca de 7 000 satélites. Desses, cerca de 1 300 orbitam sobre as nossas cabeças com diversos objetivos. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e a China desenvolveram os CBERS, uma série de satélites de sensoriamento remoto utilizados para estudos da vegetação e recursos hídricos. Os CBERS são lançados por foguetes Longa Marcha até uma altitude de 800 km. Calcule o período orbital do satélite e estime quantas voltas ele dá em torno Terra em 24 horas.

Questão 10: Além do vetor velocidade do satélite possuir magnitude, direção e sentido necessários para mantê-lo na órbita desejada, o próprio satélite precisa estar orientado em relação à Terra. Se o satélite é de sensoriamento remoto, suas câmeras devem estar apontadas em direção à superfície terrestre. O satélite *CBERS* orbita a Terra em órbita polar. Se considerarmos que uma vez em órbita o satélite possui somente o movimento de rotação em torno da Terra, ocorrerá o fenômeno ilustrado na figura ao lado, qual seja, no ponto A a câmera estará direcionada à superfície terrestre e, no ponto B, da mesma órbita, a câmera apontará para o espaço sideral, implicando na inutilidade dela para efeito de imageamento da Terra. A solução para este problema é fazer com que o satélite gire em torno do seu próprio eixo, perpendicular à sua órbita. Assumindo que o satélite seja colocado em órbita na posição representada em A na figura ao lado, e o seu período é idêntico ao calculado na questão anterior, qual deverá ser sua velocidade angular para que sua câmera imageadora esteja sempre apontada para a superfície terrestre? A resposta deve ser dada em rpm (rotações por minuto).



Prova Individual – Dados e Constantes

Massa do Sol: $M_{\odot} = 1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Massa da Terra: $M_{\oplus} = 5,97 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Massa de Caronte: $M_C = 2,54 \cdot 10^{-4} \cdot M_{\oplus}$

Massa de Plutão: $M_P = 2,2 \cdot 10^{-3} \cdot M_{\oplus}$

Raio da Terra: $R_{\oplus} = 6\,371 \text{ km}$

Raio de Plutão: $R_P = 1\,186 \text{ km}$

Luminosidade do Sol: $L_{\odot} = 3,9 \cdot 10^{26} \text{ W}$

Temperatura do Sol: $T_{\odot} = 5\,800 \text{ K}$

Magnitude aparente do Sol = $-26,8$

Velocidade da luz: $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Constante de Gravitação Universal: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Constante de Hubble: $H_0 = 67,8 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$

$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ al} = 3,1 \cdot 10^{16} \text{ m}$

$1 \text{ ua} = 1,496 \cdot 10^8 \text{ km}$