

VIII Olimpíada Latino-americana de Astronomia e Astronáutica

03 a 08 de outubro de 2016 – Córdoba – Argentina

Prova Teórica Individual**1) Estimativas:**

O cálculo estimado é uma necessidade em Astronomia, sobretudo quando se manipula informações onde o cálculo exato é menos importante do que se ter uma ideia das grandezas associadas para poder dar apenas um sim ou não como resposta. Realize estimativas a partir das situações sugeridas e justifique suas respostas.



- Se, agora, você começasse uma caminhada de Córdoba até Porto Alegre (distância aproximada de 1 400 km), conseguiria chegar antes do final do ano? Suponha que a velocidade média de caminhada de um ser humano está entre 4 e 6 km/h. Tenha em conta que, como todo ser humano, você necessita de 10 a 12 horas de descanso e outras demandas por dia. Para simplificar, pense que você está acompanhado de um jumento que carrega todas as coisas que você necessita.
- Atualmente a sonda *New Horizons*, da NASA, está deixando Plutão. Sua passagem pelo planeta anão foi em 14 de julho de 2015, a uma velocidade de aproximadamente 14 km/s. Se a sonda seguir em linha reta até Próxima Centauri (coisa que não está sendo feita, já que seu destino é o cinturão de Kuiper), que possui uma paralaxe de 0,8", e chegar com capacidade para transmitir imagens para a Terra; quem poderia ver as imagens de Próxima B, o exoplaneta mais próximo da Terra? Você? Seus filhos? Seus netos?
- O projeto Starshot, idealizado por Stephen Hawking e outros, baseia-se no desenho e construção de uma sonda miniaturizada que, impulsionada em órbita por velas superleves, pode ser acelerada com raios laser a partir da Terra. Desta forma, prevê-se que a sonda alcance velocidades da ordem de uns 20% da velocidade da luz. Se já dispuséssemos de tecnologia adequada para este projeto, seria possível você chegar a ver as imagens tomadas pela sonda do exoplaneta Próxima B?

2) Calibragem da relação Período-Luminosidade das estrelas variáveis Cefeidas:

As Cefeidas são uma classe de estrelas variáveis que, devido ao movimento de contração, aumentam a quantidade de reações termonucleares as quais esquentam sua atmosfera produzindo um movimento de expansão. A variação de seu raio corresponde a uma variação na quantidade de energia emitida pela estrela sendo ambas variações periódicas. Desta maneira, as Cefeidas apresentam uma relação linear entre o seu período de pulsação e a máxima luminosidade alcançada. Essa descoberta foi realizada pela astrônoma Henrietta Leavitt, em 1908.

Esse tipo de estrela recebe esse nome devido a estrela Delta Cephei, que é o referencial da espécie. Para utilizar a relação e determinar distâncias, é necessário conhecer ao menos as distâncias de algumas estrelas. No caso de Delta Cephei, que pertence a um aglomerado com várias estrelas variáveis, basta determinar a paralaxe do aglomerado para calibrar a relação.

O objetivo desta questão é estudar a relação período-luminosidade das estrelas Cefeidas. Vamos analisar, a partir dos dados da tabela, a luminosidade e o período de cinco estrelas variáveis de um aglomerado com paralaxe de 0,057".

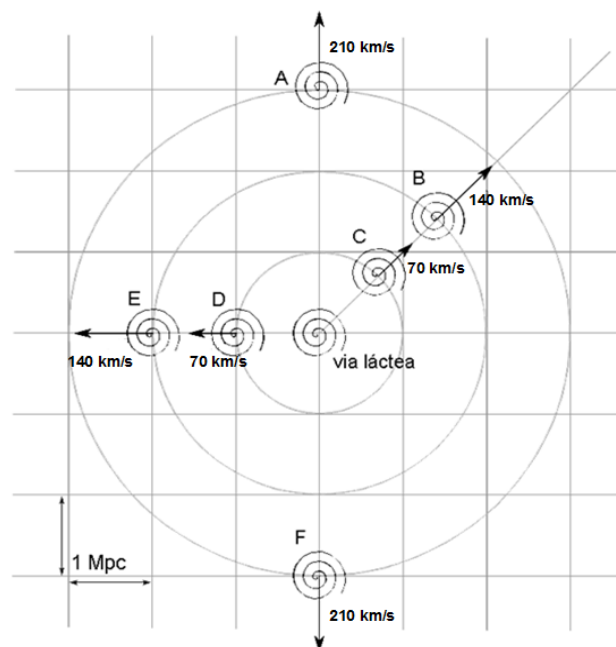
Estrela	log P (dias)	Fluxo ($10^{-5} \text{ erg.s}^{-1}.\text{cm}^{-2}$)	Luminosidade ($L_{\odot}$)
Variável 1	0,5	1,5	
Variável 2	1	2,2	
Variável 3	1,5	2,8	
Variável 4	2	3,1	
Variável 5	2,5	3,8	

- Encontre a distância, em centímetros, ao aglomerado estelar.
- Complete a tabela com os valores correspondentes a luminosidade, em luminosidades solares, das cinco estrelas variáveis apresentadas.
- Construa o gráfico luminosidade *versus* logaritmo do período, ou seja, $L(L_{\odot}) \times \log P$, com os dados encontrados. E encontre a equação linear que se ajusta na dispersão.
- Considere uma estrela variável Cefeida cujo período é 178 dias em uma galáxia distante. O fluxo medido para ela é de apenas $1,14 \cdot 10^{-15} \text{ erg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$. Estime a distância, em parsec, dessa galáxia utilizando a relação encontrada em no item (c).
- Estime a magnitude absoluta e aparente da estrela variável do item (d).

3) Lei de Hubble:

A tabela abaixo mostra a distância e a velocidade de 6 galáxias quaisquer, indicadas de A a F, em relação à Via Láctea.

Galáxia	Distância (Mpc)	Velocidade (km/s)
A	3	210
B	2	140
C	1	70
D	1	70
E	2	140
F	3	210



- Com uma tabela similar, qualitativamente, Edwin Hubble determinou que as galáxias observáveis pareciam se afastar de nós a uma velocidade proporcional à sua distância. Essa lei passou a ser conhecida como Lei de Hubble. A partir dos dados da tabela, determine o valor da constante de proporcionalidade dessa lei.
- Suponha que as galáxias se encontrem distribuídas segundo a figura acima à direita. Complete a tabela abaixo com os valores que um possível astrônomo extraterrestre (ET) vivendo na galáxia D conseguiria medindo as distâncias e velocidades das demais galáxias.

Galáxia	Distância (Mpc)	Velocidade (km/s)
A		
B		
C		
Via Láctea	1	70
E		
F		

- Deduz a “Lei do ET”, ou seja, que constante observaria esse astrônomo da galáxia D.
- Que diferenças se observam entre a lei descoberta pelo ET e por Hubble?

4) Observação de Marte:

Marte é o segundo planeta mais próximo da Terra. Neste problema vamos estudar quão fácil ou difícil é observá-lo com um telescópio situado na Terra.

- Faça um esquema de Marte em oposição a Terra, em relação ao Sol, num instante arbitrário.

- b) Considerando as órbitas circulares, determine a distância máxima e mínima, em metros, entre esses dois planetas.
- c) Encontre o diâmetro angular, em segundos de arco, com que se vê Marte por um observador na Terra em ambas situações.
- d) Para se ter uma ideia intuitiva do item anterior, determine a que distância do olho de um observador deve-se colocar uma moeda de 1 peso argentino (2 cm de diâmetro) para se obter mesmo diâmetro angular máximo observado de Marte.
- e) A que hora local, aproximadamente, ocorrerá a culminação superior de Marte quando se encontra na máxima e na mínima aproximação com a Terra? Justifique sua resposta.
- f) O maior *cânion* do Sistema Solar é chamado de Valles Marineris, em Marte. Este *cânion* se estende por 3 000 km de extensão, 600 km de largura e tendo mais de 8 km de profundidade. Qual deve ser o diâmetro mínimo de um telescópio para que se possa distinguir sempre a largura deste *cânion* nos instantes de máxima e mínima aproximação. Considere como comprimento de onda para a observação, o comprimento médio da faixa visível $\lambda = 550$ nm. Considere que, para resolver um objeto, a resolução deve ser de pelo menos $1/3$ do diâmetro angular do objeto.
- g) Calcule a duração completa da ocultação de Marte pela Terra vista do Sol. Considere como ocultação o momento do primeiro ao último contato dos dois corpos e que as órbitas são coplanares.

5) Coordenadas e Tempo:

- a) Suponha que a culminação superior de uma estrela se dê às 3h da manhã de tempo civil em 2 de março. Qual será o ângulo horário da mesma estrela em 15 de junho a mesma hora?
- b) As coordenadas equatoriais da estrela Próxima Centauri são: ascensão reta: $14^{\circ} 29,7'$; declinação: $- 62^{\circ} 41'$. A partir destes dados, determine para quais observadores na Terra (faixa de latitude) esta estrela é circumpolar visível.
- c) Em qual latitude nenhuma estrela é circumpolar?
- d) Se um observador se encontra sobre o círculo polar antártico, em que época do ano o movimento diurno do Sol será circumpolar?

Prova Individual – Dados e Constantes

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

Raio de Marte: $R = 3\,397$ km

Distância Marte-Sol: 1,52 ua

Luminosidade do Sol: $L_{\odot} = 3,83 \cdot 10^{33}$ erg/s

Magnitude absoluta do Sol: $M_{\odot} = 4,83$

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

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

1 ua = $1,5 \cdot 10^{11}$ m

$1'' = 4,848 \cdot 10^{-6}$ rad

1 ano = $3,15 \cdot 10^7$ s