



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016

Prova Teórica Individual

OLAA 2016 – Córdoba, Argentina

Ao final do exame há uma folha com dados que podem ser úteis para a solução dos problemas

P1) Estimativas

O cálculo estimado é uma necessidade cotidiana em astronomia (e na vida), sobretudo quando se manipula informações e um 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 com as informações oferecidas e justifique completamente sua resposta.**

- a) [3 pts] Se, agora, você começasse uma caminhada de Córdoba até Porto Alegre (distância aproximada de 1400 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 as coisas, pense que você está acompanhado de um jumento que carrega todas as coisas que você necessita.
- b) [3 pts] 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 ela seguisse em linha reta até Proxima Centauri (coisa que não está sendo feita, já que seu destino é o cinturão de Kuiper), que possui uma paralaxe de $0,8''$, e chegasse com capacidade para transmitir imagens para a Terra, quem poderia ver as imagens de Proxima B, o planeta tipo Terra mais próximo? você? seus filhos? seus netos?
- c) [3 pts] 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 planeta Proxima B?



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMIA

ARGENTINA 2016

P2) Calibragem da relação Período-Luminosidade das estrelas variáveis cefeidas

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

Esse tipo de estrela recebe esse nome devido a estrela delta Cephei, que é o protótipo da espécie. Para poder utilizar a relação para determinar distâncias é necessário conhecer ao menos as distâncias de algumas estrelas. No caso de delta Cephei, esta pertence a um aglomerado estelar que possui várias estrelas variáveis e, uma vez determinada a paralaxe desse aglomerado, é possível calibrar a relação.

O objetivo da presente questão é estudar a relação período-luminosidade das estrelas cefeidas. Para tanto, vamos calcular a luminosidade e utilizar o período determinado para três estrelas em um aglomerado com paralaxe de 0,057 segundos de arco:

| Estrela | log P (dias) | Fluxo medido 10^{-5} erg/(s.cm ²) | Luminosidade 10^{35} erg/s |
|------------|--------------|---|------------------------------|
| Variável 1 | 0,5 | 1,5 | |
| Variável 2 | 1 | 2,2 | |
| Variável 3 | 1,5 | 2,8 | |
| Variable 4 | 2 | 3,1 | |
| Variable 5 | 2,5 | 3,8 | |

- [2 pts] Encontre a distância do aglomerado estelar, primeiro em parsec e depois em cm.
- [3 pts] Calcule a luminosidade de cada estrela, em luminosidades solares.
- [3 pts] Faça um gráfico na folha milimetrada da luminosidade (em luminosidades solares) em função do logaritmo do período (log P) para as estrelas da tabela.



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016

- d) [4 pts] Descobre-se uma cefeida cujo período é 178 dias em uma galáxia distante, o fluxo medido para ela é de apenas $1,14 \times 10^{-15} \text{ erg}/(\text{s} \cdot \text{cm}^2)$. Estime a distância dessa galáxia utilizando a relação funcional encontrada em no item (c) e expresse o resultado em anos-luz.
- e) [2 pts] Estime a magnitude aparente e absoluta da cefeida.



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016

P3) Lei de Hubble:

Mediu-se a distância e velocidade das seguintes 6 galáxias em relação à Via Láctea (veja figura).

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

- a) [1 pt] Com uma tabela de observações 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. Determine o valor da constante de proporcionalidade dessa lei.
- b) [5 pts] Suponha que as galáxias se encontrem distribuídas segundo a figura na página seguinte. Que medidas de distância e velocidade obteriamos um extraterrestre (ET) vivendo na galáxia D? Complete a tabela abaixo com os valores que o ET observaria desde sua galáxia

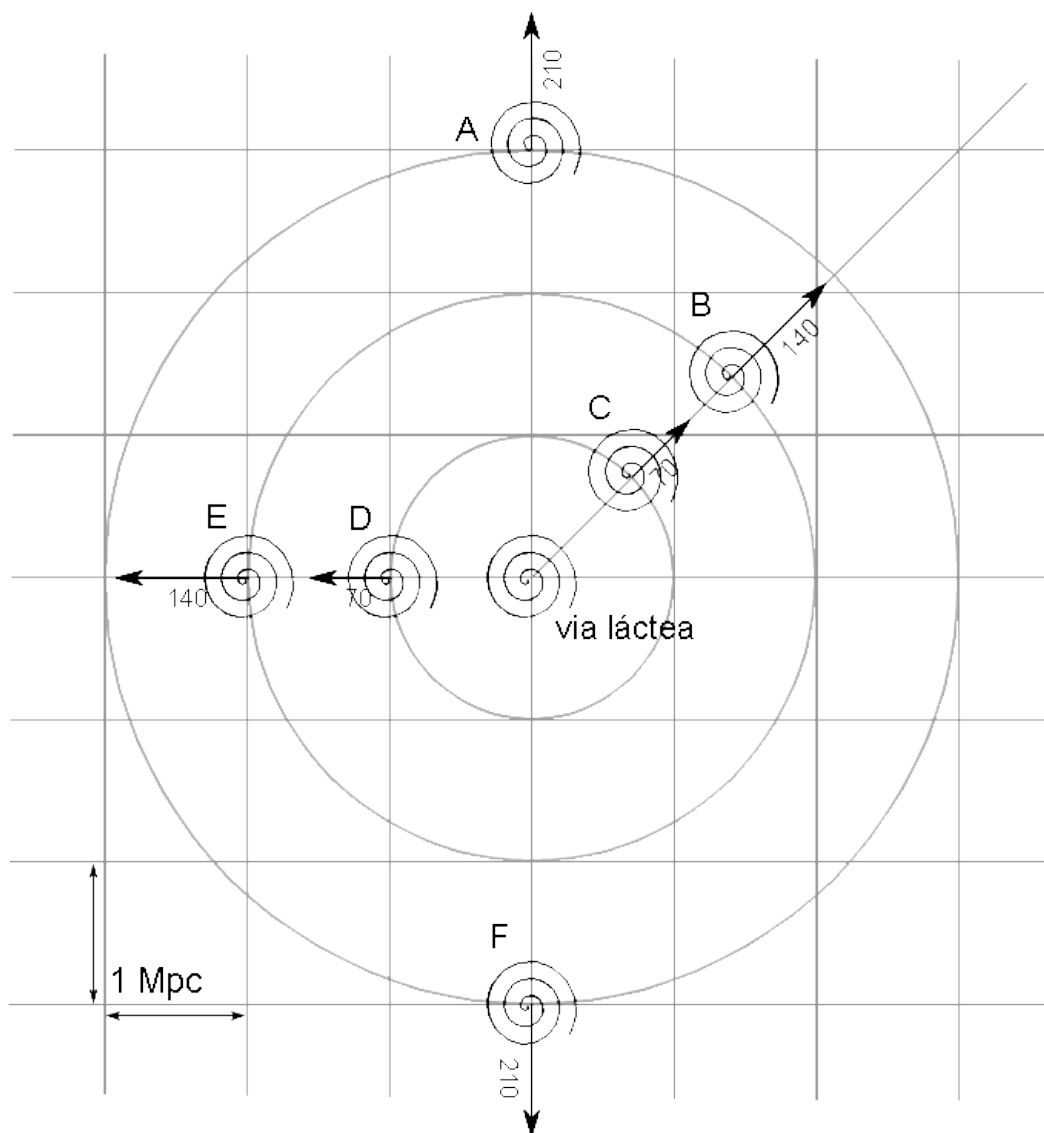
| Galáxia | Distância (Mpc) | Velocidade (km/s) |
|------------|-----------------|-------------------|
| A | | |
| B | | |
| C | | |
| Via Láctea | 1 | 70 |
| E | | |
| F | | |

Note que, para ajudar, pusemos que a Via Láctea é vista de D de modo equivalente como nós vemos a galáxia D.



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016



c) [1 pt] Deduza a Lei de ET, ou seja, que constante observaria esse astrônomo desde a galáxia D.



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016

d) [1 pt] Que diferenças se observam entre a lei descoberta pelo ET e a de Hubble?



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016

P4) 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.

- a) [1 pt] Faça um esquema da posição de Marte e da Terra em relação ao Sol em um instante arbitrário.
- b) [1 pt] Quais são as distâncias máximas e mínimas entre esses dois planetas (considere órbitas circulares)
- c) [2 pts] Encontre o diâmetro angular com que se vê Marte desde a Terra em ambas situações.
- d) [1 pt] Para se ter uma ideia intuitiva do item anterior, diga a que distância do olho deve se colocar uma moeda de 1 peso argentino (2 cm de diâmetro) para se ter o mesmo tamanho angular.
- e) [3 pts] A que hora local, aproximadamente, ocorrerá a culminação de Marte quando se encontra na máxima e na mínima aproximação com a Terra?
- f) [2 pts] O maior canion do sistema solar é chamado de Valles Marineris, em Marte. Este “gran canion” se estende por 3 km de largura e 600 km de comprimento, tendo mais de 8 km de profundidade. Qual deve ser o diâmetro mínimo e um telescópio para que se possa distinguir sempre a extensão deste canion nos instante de máxima e mínima aproximação. Considere como comprimento de onda para a observação o comprimento médio da faixa visível (550 nm). Considere que, para resolver um objeto, a resolução deve ser de pelo menos $1/3$ do tamanho angular do objeto.
- g) [4 pts] Calcule a duração completa de uma ocultação de Marte pela Terra vista do Sol, assumindo que as órbitas são coplanares. Considere como ocultação o momento do primeiro ao último contato dos dois corpos.



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA

ARGENTINA 2016

P5) Coordenadas e Tempo

- a) [3 pts] 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) [2 pts] As coordenadas da estrela Proxima Centauri são:
Ascensão reta : $14^{\circ} 29.7'$
Declinação : $-62^{\circ} 41'$
Determine para quais observadores na Terra (faixa de latitude) esta estrela é circumpolar visível.
- c) [2 pts] Em qual latitude nenhuma estrela é circumpolar?
- d) [2 pts] Se um observador se encontra sobre o círculo polar antártico, em que época do ano o movimento diurno do sol será circumpolar?

Dados:

Distância media da Terra ao Sol = 150.000.000.000 m

Raio da Terra = 6.370km

Velocidade da luz: $c = 300.000.000$ m/s

Constante da gravitação universal: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m²/kg²

Massa solar: $1,99 \times 10^{30}$ kg

Luminosidade solar: $3,83 \times 10^{26}$ W = $3,83 \times 10^{33}$ erg/s

Magnitude absoluta solar: 4,83

Raio de Marte = 3.397km

Distância de Marte ao Sol = 1,52 UA