Universidade Estadual de Santa Catarina - UDESC

Centro de Ciências Tecnológicas - CCT

Departamento de Física - DFIS

Rodrigo Ribamar Silva do Nascimento

6 de abril de 2022

Lista de Astronomia: MÓDULO-I (Posições e Movimentos dos Astros)

Problema 1. Mostre que:

a) 1 ano-luz $= 9,46 \times 10^{12} km$

b) 1 parsec $= 3,26$ anos-luz, i.e. $3,08 \times 10^{13} km$

Solução 1. Considerando $v_l = 299.792.458 m/s$ para a velocidade da luz e $t = 31.557.600 s$ para o período de um ano

a) 1 ano-luz $= (v_l)t = (3,0 \times 10^8 m/s)(3,1 \times 10^7 s) = 9,46 \times 10^{15} m = 9,46 \times 10^{12} km$

b) 1 parsec $= 3,26 \times (9,46 \times 10^{12} km) = 3,08 \times 10^{13} km$.

Problema 2. Quando o Sol se põe, decorrem aproximadamente 2 minutos entre o instante em que o disco solar encosta no horizonte e sua ocultação completa. A partir deste dado, estime o diâmetro angular aparente do Sol visto da Terra, em graus.

Solução 2. Assumindo um dia em que o sol demora 12 horas entre o nascer e o ocaso temos que

$$\frac{\theta_{sol}}{180^\circ} = \frac{2min}{720min} \quad \therefore \quad \theta_{sol} = 0,5^\circ \tag{1}$$

Problema 3. No dia do solstício de verão (o mais longo do ano), na cidade de Siena, ao meio dia, os raios solares eram exatamente verticais. Neste dia e hora, Eratóstenes mediu a sombra projetada por uma estaca vertical na cidade de Alexandria e descobriu que ela tinha um oitavo da altura da estaca. Além disso, a distância entre as duas cidades já era conhecida como 5000 estádios (1 estádio aproximadamente 157 metros). Com estes dados, calcule o raio da Terra.

Solução 3. Sabe-se que o comprimento C de uma circunferência de raio R é dado por:

$$C = 2\pi R \tag{2}$$

Da eq. (2) é fácil de ver que se soubermos C, então R é imediato. Outro ponto a se considerar é o comprimento do arco de um setor da mesma circunferência dado por

$$c = \alpha R \tag{3}$$

estas grandezas são proporcionais de modo que

$$\frac{C}{c} = \frac{2\pi R}{\alpha R} \tag{4}$$

logo

$$C = c\left(\frac{2\pi}{\alpha}\right) \tag{5}$$

no caso:

- C é o comprimento da circunferência terrestre;
- c é o comprimento do arco de circuferência, que vai de Siena a Alexandria;
- α é o ângulo entre as duas cidades medido a partir do centro da terra, essencialmente o mesmo ângulo que o raio de sol incide na estaca em Alexndria.

Para determinar α (em Alexandria), basta fazer

$$\begin{aligned} \tan\alpha &= \frac{h/8}{h} = \frac{1}{8} \\ \alpha &= \arctan\left(\frac{1}{8}\right) \\ \alpha &= 7,13^\circ \end{aligned} \tag{6}$$

Assim

$$C = 5000 \times 157m\left(\frac{360^\circ}{7,13^\circ}\right) = 3,96 \times 10^7 m \tag{7}$$

e por fim

$$R = \frac{C}{2\pi} = 6,30 \times 10^6 m \tag{8}$$

Problema 4. O diâmetro angular da Lua pode ser determinado com o auxílio de uma régua. Estique um braço com a régua na mão e alinhe a extremidade superior da régua com a extremidade superior da Lua. Coloque o polegar no ponto da régua que coincide com a extremidade inferior da Lua.

a) Em termos de d e x, quanto vale o diâmetro da Lua? Resultados típicos da razão x/d giram em torno de $1/110$.

b) Como poderímaos utilizar as informações acima para calcular a razão entre a distância da Lua e seu diâmetro.

Problema 5. No século III A.C, o astrônomo Aristarco de Samos estimou a razão d_S/d_L entre a distância d_S da Terra ao Sol e distância d_L da Terra à Lua medindo o ângulo θ entre as retas Terra-Sol e Terra-Lua. O valor obtido foi $\theta = 87°$.

a) Encontre a estimativa de Aristarco para d_S/d_L.

b) Com base nos valores atualmente conhecidos, $d_S/d_L \sim 389$. Determine o valor atual de θ e argumente porque o método de Aristarco não produz um bom resultado.

Problema 6. Deduza a forma que a latitude de um observador se relaciona com a altura do polo elevado.

Solução 4. Os autores (FILHO; SARAIVA, 2004) definem, a latitude geográfica como sendo o ângulo ϕ medido ao longo do meridiano local, com origem no equador E e extremidade no zênite local z_O.
A figura (1), representa um observador localizado no ponto O do planeta (circunferência), e de latitude ϕ. O zênite do observador está representado pelo segmento de reta z_O e o seu horizonte pelo segmento de reta h_O. Um dos pólos do planeta é representado pela segmento de reta P, perpendicular ao equador E. Por fim, obtêm-se a reta auxiliar g

transladando h_O paralelarmente até o centro C da circunferência. Deseja-se demostrar que o ângulo β, denominado altura do pólo elevado h_P, é essencialmente igual a latitude local ϕ do observador.

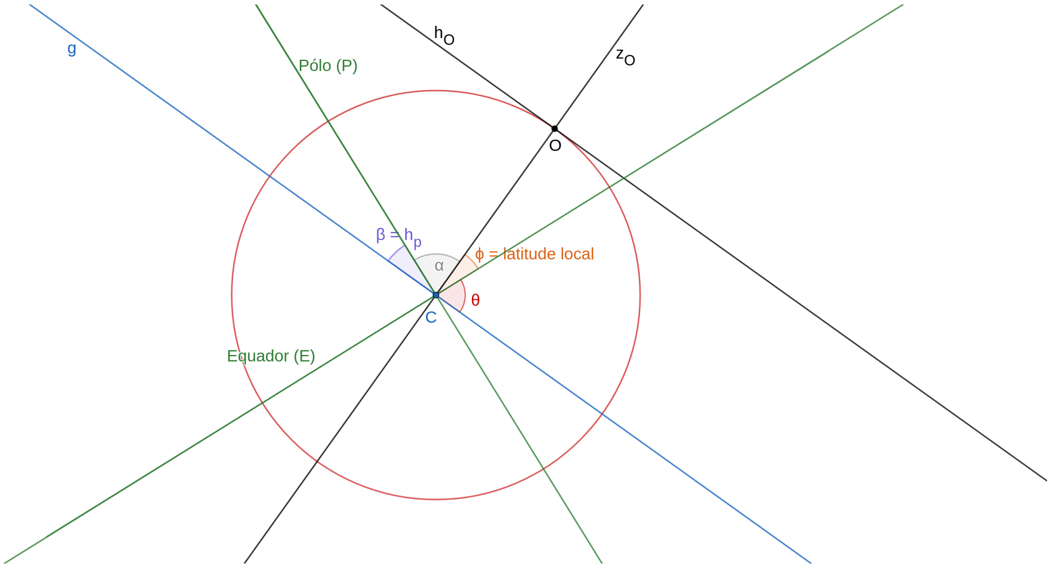

Figura 1 – Diagrama dos ângulos entre as diversas coordenadas geográficas

Nota-se de imediato que

$$\pi = \beta + \alpha + \phi + \theta \tag{9}$$

$$\frac{\pi}{2} = \alpha + \phi \tag{10}$$

$$\frac{\pi}{2} = \phi + \theta \tag{11}$$

Resolvendo o sistema de equações tem-se

$$\begin{aligned} \beta + \alpha + \phi + \theta - \alpha - \phi - \phi - \theta &= \pi - \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} \\ \beta - \phi &= 0 \\ \beta &= \phi \end{aligned} \tag{12}$$

Problema 7. Verifica-se que, em um certo lugar do hemisfério sul, os círculos diurnos das estrelas fazem um ângulo de 50° com o horizonte.

a) Qual a latitude do lugar?

b) Qual o pólo elevado (norte ou sul) e qual a sua altura (elevação acima do horizonte)?

Solução 5. Cículos diurnos são sempre paralelos ao equador celeste, neste caso o horizonte encontra-se a um ângulo de $50°$ com o equador e portanto:

a) A latitude do local pode ser calculada pelo ângulo de declinação, sendo $\delta = 90° - 50°$ ou seja $\delta = \phi = 40°$

b) Sul é o pólo elevado e por definição $h_p = \phi = 40°$

Problema 8. Para um observador no equador da Terra:

a) Qual a altura do pólo celeste norte?

b) E do pólo celeste sul?

c) Como é o movimento das estrelas nesse lugar, com relação ao horizonte?

d) Existem estrelas circumpolares nesse lugar?

Solução 6.

a) $0°$

b) $0°$

c) O movimento das estrelas se da a um ângulo de $90°$ do horizonte

d) Não há estrelas circumpolares

Problema 9. Desenhe um circulo representando a esfera celeste para um observador localizado em uma lugar de latitude $20°N$. Nesse círculo marque:

a) A localização do zênite

b) A localização do pólo elevado, e o ângulo que ele faz com o horizonte

c) O plano do equador

d) O plano do horizonte, com os pontos cardeais N, S, L, O

e) A calota das estrelas circumpolares visíveis

f) O círculo diurno de uma estrela de declinação $\delta = +40°$

Problema 10. Entre as estrelas da tabela (1), escolha:

a) As que pertencem ao hemisfério sul celeste

b) As que nunca podem ser vista em Oslo ($latitude = 59°N$)

c) A(s) que é(são) circumpolar(es) em Porto Alegre ($latitude = 30°S$)

d) A que faz sua passagem meridiana mais próxima do zênite em Porto Alegre

e) As que estão na faixa do zodíaco

Tabela 1 – Medidas de ascensão reta e ângulo de declinação de algumas constelações

	Ascensão reta (α)		**Declinação** (δ)
Estrela	hora (h)	min ($'$)	graus ($\circ$)
Sírius (α-Cão Maior)	6	45	-17
Canopus (α-Carina)	6	54	-53
Vega (α-Lira)	18	37	+39
Antares (α-Escorpião)	16	29	-26,5
Betelgeuse (α-Orion)	5	55	+7
Deneb (α-Cisne)	20	41	+45
Arcturus (α-Bootis)	14	15	+19
Acrux (α-Crucis)	12	26	-63
Spica (α-Virgem)	13	25	-11
Rigelkent (α-Centauri)	14	39	-61
Rigel (β-Orionis)	5	14	-8

Problema 11. Mostre que um dia sideral é aproximadamente $4min$ mais curto que o dia solar.

Problema 12. A latitude em Montreal é $48°N$

a) Sabendo que a obliquidade da eclíptica é $23,5°$, qual a altura máxima do Sol, no verão, em Montreal Faça um desenho explicativo

b) Se em Porto Alegre a máxima altura do Sol, no verão, é $83,5°$, calcule a razão entre a insolação recebida em Montreal, no verão, com a insolação recebida em Porto Alegre, no verão.

c) Se a obliquidade da eclíptica fosse $33°$, qual seria o efeito nas estações, comparado com a obliquidade real, de $23,5°$,

   c.i) em Montreal

   c.ii) em uma cidade localizada no equador

Problema 13. Uma astro realiza, durante o período de um dia, duas passagens meridianas. Considere uma estrela que faz uma passagem meridiana a uma altura de $85°$, ao sul do zênite, e uma segunda passagem a uma altura de $45°$, ao norte do zênite. Calcule a declinação da estrela e a latitude do observador.

Problema 14. Considere a culminação superior de um astro. Deduza uma relação para a distância zenital em termos da declinação dos astro e da latitude do observador. Note que a relação deve ser ligeiramente diferente para culminação ao norte do zênite ou ao sul do zênite.

Problema 15. Encontre uma relação entre o módulo da latitude do observador e o módulo da declinação de uma estrela para que esta seja circumpolar.

Problema 16. A longitude de Porto Alegre é de, aproximadamente, $-51°$. Sabendo que Porto Alegre está no fuso $-3h$, em quanto tempo a sua hora real está atrasada ou adiantada em relação à Hora Legal (hora do fuso).

Referências

FILHO, K. de O.; SARAIVA, M. de F. O. **Astronomia & Astrofísica**. 3º. ed. LIVRARIA DA FÍSICA, 2004. ISBN 9788588325234. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=IPWZCh1awFIC>.