

FIS02016 - Exercícios sobre Astronomia Esférica  
Prof. Basílio X. Santiago

1) Determine a altura máxima no céu que o aglomerado globular  $\omega Cen$  (declinação  $\delta = -47^\circ 29'$ ) atinge quando observado do Observatório Interamericano de Cerro Tololo, Chile (latitude  $\phi = -30^\circ 10' 20.9''$ ).

2) Durante quanto tempo o alvo da questão anterior satisfará o critério  $z < 50^\circ$  (ou equivalentemente  $h > 40^\circ$ )?

3) Determine a altura máxima no céu que o aglomerado globular  $\omega Cen$  (declinação  $\delta = -47^\circ 29'$ ) atinge quando observado do Observatório de Kitt Peak, EUA (latitude  $\phi = +31^\circ 58' 48''$ ).

$$\text{Resp: } h_s = 90^\circ - \phi + \delta = 10^\circ 32' 12''$$

4) Durante quanto tempo o alvo da questão anterior satisfará o critério  $z < 50^\circ$  (ou equivalentemente  $h > 40^\circ$ )? Faça o mesmo cálculo para o critério  $z < 70^\circ$ .

5) Determine os valores de azimute ao nascer e ocaso do alvo das duas questões anteriores para o mesmo sítio.

6) Seja um observador na latitude  $\phi = -30^\circ 06' 00''$ . Ele(a), em um dado instante, mede  $h = 42^\circ 12' 00''$  e  $A = 69^\circ 30' 00''$  para a altura e azimute de uma estrela, respectivamente. Determine:

- A declinação  $\delta$  da estrela.
- O ângulo horário  $H$  no instante considerado.
- A altura  $h$  da estrela em suas culminações superior e inferior.
- Os valores de ângulo horário  $H$  da estrela ao nascer e ao se por.
- O tempo durante o qual a estrela permanece acima do horizonte deste observador.

$$\text{Resp.: } \delta = -6.4537^\circ = -6^\circ 27' 13.3''; H = 315.7006^\circ = 21.0468h = 21^h 02^m 48^s$$

$$\text{Culminação superior: } h_s = 66.3624^\circ = 66^\circ 21' 44.6''$$

$$\text{Culminação inferior: } h_s = -53.4464^\circ = -53^\circ 26' 47''$$

$$\text{Nascer: } H_2 = 266.2731^\circ = 17.7515h = 17^h 45^m 05^s$$

$$\text{Ocaso: } H_1 = 93.7268^\circ = 6.2485h = 6^h 14^m 54^s$$

$$\Delta H = H_1 + 360^\circ - H_2 = 2H_1 = 12^h 29^m 48^s$$

7) Prove que qualquer observador sobre o equador da Terra (latitude  $\phi = 0^\circ$ ):

- Vê qualquer estrela nascer com  $Q = \pm 90^\circ$ , independentemente de sua declinação  $\delta$ .
- Vê qualquer estrela passar 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo do horizonte, independentemente de sua declinação  $\delta$ .
- Vê todas as estrelas satisfazerem a seguinte relação ao nascer e ao se por:  $\cos A = \text{sen} \delta$ .

8) Prove que, no momento da elongação de uma estrela ( $Q = \pm 90^\circ$ ), são válidas as seguintes expressões:

$$\operatorname{sen} h = \frac{\operatorname{sen} \phi}{\operatorname{sen} \delta}$$

$$\operatorname{sen} H = \pm \frac{\operatorname{cosh}}{\operatorname{cos} \phi}$$

$$\operatorname{cos} A = \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} h}$$

$$\operatorname{cos} H = \frac{\operatorname{tg} \phi}{\operatorname{tg} \delta}$$

$$\operatorname{sen} A = \pm \frac{\operatorname{cos} \delta}{\operatorname{cos} \phi}$$

9) Considere o Sol no dia do solstício de dezembro (início do verão no hemisfério Sul da Terra). Vamos assumir que durante todo este dia sua declinação se mantém constante, de valor  $\delta = -23^\circ 27'$ . Então responda:

- Quais os valores de ângulo horário do Sol no instante do seu nascer e de seu ocaso no céu de Porto Alegre ( $\phi = -30^\circ$ )?
- Quanto tempo o Sol permanecerá acima e abaixo do horizonte neste dia?
- Quais os valores de azimute  $A$  do Sol ao nascer e ocaso neste dia?

10) Considere o Sol no dia do solstício de junho (início do inverno no hemisfério sul). Vamos assumir que durante todo este dia sua declinação se mantém constante, de valor  $\delta = +23^\circ 27'$ . Então responda:

- Quais os valores de ângulo horário do Sol no instante do seu nascer e de seu ocaso no céu de Porto Alegre ( $\phi = -30^\circ$ )?
- Quanto tempo o Sol permanecerá acima e abaixo do horizonte neste dia?
- Quais os valores de azimute  $A$  do Sol ao nascer e ocaso neste dia?
- Qual a hora solar verdadeira ( $V$ ) do nascer e do ocaso do Sol neste dia?
- Qual a velocidade zenital ( $dz/dH$ ) do Sol ao nascer e ao se por neste dia?

11) Seja a estrela  $\beta$  *Crucis* ( $\alpha = 12^h 45^m 59.9^s$  e  $\delta = -59^\circ 31' 39.4''$ ). Determine a hora sideral  $S$  e o azimute  $A$  desta estrela ao nascer e ao se por no céu de Porto Alegre ( $\phi = -30^\circ 04' 25''$ ). Determine também sua velocidade zenital nestes instantes e durante sua passagem meridiana.

Resp.: Nascer:  $S = 01^h 26^m 47.5^s$ ; Por:  $S = 00^h 05^m 12.3^s$ ;  
 $A = 174.8581^\circ = 174^\circ 51' 29''$  (nascer) ou  $A = 185.1418^\circ = 185^\circ 08' 30''$  (por);

$\frac{dz}{dH} = \pm 0.0777$  (Nascer e por);  
 Na passagem meridiana,  $\frac{dz}{dH} = 0$

12) Seja a estrela  $\omega$  *Carinae* ( $\alpha = 10^h 13^m 19.7^s$  e  $\delta = -69^\circ 55' 64.4''$ ). Considerando-se um observador em Porto Alegre (latitude  $\phi = -30^\circ 04' 25''$ ) que a vê em elongação oriental (ou seja, a elongação,  $Q = 90^\circ$ , ocorre a leste do meridiano), determine:

- Sua altura  $h$  e seu azimute  $A$  neste instante.
- A hora sideral  $S$  em que se dá a elongação.

13) Seja a estrela  $\tau$  *Tauris* ( $\alpha = 4^h 41^m 03.0^s$  e  $\delta = 22^\circ 55' 03.4''$ ). Do ponto de vista de um observador em São Paulo (latitude  $\phi = -23^\circ 27'$ ), determine:

- A hora sideral  $S$  em que ela atravessa o 1º e o 2º verticais (1º vertical:  $A = 90^\circ$ ; 2º vertical:  $A = 270^\circ$ )
- A altura  $h$  em que ela atravessa os mesmos verticais.
- A velocidade zenital da estrela nestes instantes.
- O valor do ângulo  $Q$  da estrela ao atravessar os dois verticais.
- A velocidade azimutal ( $dA/dH$ ) nestes instantes.

14) Considere o Sol no dia do equinócio de setembro. Vamos assumir que durante todo este dia sua declinação se mantém constante, de valor  $\delta = +00^\circ 00'$ . Então responda:

- Quais os valores de ângulo horário do Sol no instante do seu nascer e de seu ocaso no céu de Porto Alegre ( $\phi = -30^\circ$ )?
- Quanto tempo o Sol permanecerá acima e abaixo do horizonte de PoA neste dia?
- Qual a hora solar verdadeira ( $V$ ) do nascer e do ocaso do Sol em PoA neste dia?
- Qual a velocidade zenital ( $dz/dH$ ) do Sol ao nascer e ao se por em PoA neste dia?

15) Prove que as seguintes relações são válidas no caso em que uma estrela atravessa o 1º e/ou 2º verticais, ou seja,  $A = 90^\circ$  ou  $A = 270^\circ$ :

$$\operatorname{sen} h = \frac{\operatorname{sen} \delta}{\operatorname{sen} \phi}$$

$$\operatorname{sen} H = \pm \frac{\operatorname{cosh}}{\operatorname{cos} \delta}$$

$$\operatorname{cos} H = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tg} \phi}$$

$$\operatorname{sen} Q = \pm \frac{\operatorname{cos} \phi}{\operatorname{cos} \delta}$$

$$\operatorname{cos} Q = \frac{\operatorname{tg} \delta}{\operatorname{tgh}}$$

16) Prove que as seguintes relações são válidas no caso em que uma estrela atravessa os círculos das 6h ou das 18h, ou seja, quando o ângulo horário é  $H = 90^\circ$  ou  $H = 270^\circ$ , respectivamente:

$$\operatorname{sen} h = \operatorname{sen} \delta \operatorname{sen} \phi$$

$$\operatorname{sen} A = \pm \frac{\operatorname{cos} \delta}{\operatorname{cosh}}$$

$$\operatorname{cos} A = \frac{\operatorname{tgh}}{\operatorname{tg} \phi}$$

17) Determinar a hora sideral de nascer e ocaso da estrela  $\theta$  *Doradus* ( $\alpha = 5^h 13^m 45.4^s$ ;  $\delta = -67^\circ 11' 09''$ ) para observadores nas seguintes latitudes:

- a)  $\phi = -50^\circ$
- b)  $\phi = -10^\circ$
- c)  $\phi = 50^\circ$

18) A estrela  $\mu$  *Auriga* ( $\alpha = 5^h 13^m 24^s$ ;  $\delta = 38^\circ 29' 02''$ ) atravessa o círculo das 6h ( $H = 90^\circ$ ) a uma altura  $h = 30^\circ$  para um determinado observador. Determine:

- a) A latitude  $\phi$  do observador
- b) A velocidade zenital ( $dz/dH$ ) da estrela neste instante.
- c) A hora sideral  $S$  em que a estrela cruza o almucântar de  $h = 10^\circ$ .
- d) A altura mínima da estrela para este observador e a hora sideral em que ela ocorre.

19) Determine a hora sideral em que a estrela  $\epsilon$  *Carina* ( $\alpha = 8^h 22^m 30.2^s$ ;  $\delta = -59^\circ 30' 28.7^s$ ) cruza o  $1^\circ$  e o  $2^\circ$  verticais de um observador nas seguintes latitudes:

- a)  $\phi = -40^\circ$
- b)  $\phi = +10^\circ$
- c)  $\phi = -60^\circ$

20) A estrela  $\chi$  *Canceri* ( $\alpha = 8^h 20^m 02.0^s$ ;  $\delta = 27^\circ 13' 09.6''$ ) atinge o almucântar  $h = 30^\circ$  às  $11^h 41^m 18^s$  siderais de um determinado observador. Determinar:

- a) O ângulo horário  $H$  da estrela neste instante.
- b) Os possíveis valores de azimute  $A$  da estrela neste instante.
- c) Os possíveis valores de latitude  $\phi$  do observador.

Resp.:  $H = 3^h 21^m 16^s = 50^\circ 19' 00''$ ;  $A = -52.20634^\circ \rightarrow A = 307.79366^\circ = 307^\circ 47' 37''$  ou  $A = 232.20634^\circ = 232^\circ 12' 23''$ ;  $\phi = 85.56078^\circ$  ou  $\phi = -7.85487^\circ$

21) Seja um observador de latitude  $\phi = -53^\circ 21' 40''$ . Ele(a), em um dado instante, mede  $h = 33^\circ 12' 08''$  e  $A = 319^\circ 11' 31''$  para a altura e azimute de uma estrela. Determine:

- a) A declinação  $\delta$  da estrela.

- b) O ângulo horário  $H$  da estrela no instante considerado.
- c) A altura  $h$  da estrela em suas culminações superior e inferior.
- d) Os valores de ângulo horário da estrela ao nascer e ao se por.
- e) O tempo durante o qual a estrela permanece acima do horizonte deste observador.

22) Seja uma estrela cujas coordenadas equatoriais são :  $\alpha = 03^h 56^m 42^s$  e  $\delta = -39^\circ 21' 22''$ . Esta estrela atinge o círculo das 6h (o que corresponde a  $H = 90^\circ$ ) a uma altura de  $h = 11^\circ 30' 17''$  para um dado observador. Determine:

- a) A hora sideral  $S$  deste observador neste instante.
- b) A latitude  $\phi$  do observador.
- c) O azimute  $A$  da estrela no mesmo instante.
- d) A hora sideral no instante em que a estrela se põe para este observador.
- e) O tempo total de permanência da estrela acima do horizonte deste observador.

23) Seja uma estrela em elongação ( $Q = 90^\circ$ ) no céu de Porto Alegre ( $\phi = -30^\circ$ ). Neste instante suas coordenadas horizontais são  $h = 43^\circ 05' 27''$  e  $A = 214^\circ 31' 19''$ . Determine:

- a) A declinação  $\delta$  da estrela.
- b) O ângulo horário  $H$  da estrela durante a elongação .
- c) A velocidade zenital ( $dz/dH$ ) da estrela.
- d) O ângulo horário  $H$  da estrela ao alongar com  $Q = -90^\circ$ .

24) Seja a estrela  $\alpha$  *Scorpi* (Antares), cujas coordenadas equatoriais são  $\alpha = 16^h 26^m 18^s$  e  $\delta = -26^\circ 19'$ . Determine a hora sideral em que esta estrela nasce e se põe para observadores nas seguintes latitudes:

- a)  $\phi = -40^\circ$
- b)  $\phi = -10^\circ$
- c)  $\phi = 75^\circ$

25) Seja a estrela  $\alpha$  *Auriga* (Capella), cujas coordenadas equatoriais são  $\alpha = 05^h 16^m 41.4^s$  e  $\delta = +45^\circ 53' 59''$ . Determine a hora sideral em que esta estrela nasce e se põe para observadores nas seguintes latitudes:

- a)  $\phi = -60^\circ$
- b)  $\phi = +10^\circ$
- c)  $\phi = 65^\circ$

Obs.: Caso você chegue à conclusão de que a estrela não nasce nem se põe em alguma dessas latitudes, explique o motivo por que isso acontece.

26) Seja um observador que vê a estrela Aldebaran ( $\alpha$  Touro, coordenadas  $\alpha = 4^h 36^m 00.4^s$ ,  $\delta = 16^\circ 30' 44''$ ) passar pelo círculo das 18h ( $H = 18h = 270^\circ$ ) a uma altura  $h = 11^\circ 00' 40''$ . Determine:

- a) A latitude deste observador.

- b) Os valores de ângulo horário da estrela ao nascer e ao se por no céu deste observador.
- c) Os valores de azimute da estrela nos instantes de nascer e ocaso no céu do observador.

27) Prove que qualquer estrela sobre o Equador Celeste (declinação  $\delta = 0^\circ$ ):

- a) Nasce e se põe (altura  $h = 0^\circ$ ) nos pontos cardeais leste e oeste respectivamente, independentemente da latitude do observador.
- b) Passa 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo do horizonte, independentemente da latitude do observador.
- c) Satisfaz a seguinte relação ao nascer e ao se por:  $\cos Q = \sin \phi$ .

28) Seja uma estrela que culmine no zênite de um observador de latitude  $\phi$  e que passe 16h acima do horizonte do mesmo.

- a) Determine o valor da latitude  $\phi$  do observador.
- b) Determine o valor da declinação  $\delta$  da estrela.