

Prova 1

AGA0215 - Diurno
02.04.2019

A prova deverá ser feita sem consulta. As respostas das questões envolvendo qualquer tipo de cálculo deverão demonstrar explicitamente como o resultado foi obtido. A nota máxima da prova é 10. Fórmulas e constantes estão dadas na última página.

- 1. (0.4 pt)** Um exemplo de coordenadas altazimutais é:
(A) Ascensão reta e declinação
(B) Azimute e altura
(C) Norte e leste
(D) Declinação e altura

- 2. (0.4 pt)** Por que as estações ocorrem?
(A) Por causa do movimento de precessão do eixo de rotação da Terra.
(B) Porque o raio da órbita da Terra em torno do Sol varia.
(C) Porque o eixo de rotação da Terra é inclinado em relação ao plano da eclíptica.
(D) Porque o movimento de precessão do eixo de rotação da Terra varia.

- 3. (0.4 pt)** A atmosfera da Terra é transparente à radiação eletromagnética em quais comprimentos de onda?
(A) No visível, ultravioleta e radiação gama.
(B) No visível, em algumas partes do infravermelho e rádio.
(C) Somente no visível.
(D) Em todos os comprimentos de onda.

- 4. (0.4 pt)** Qual seria uma das vantagens do telescópio espacial Hubble sobre os telescópios terrestres?
(A) É maior em tamanho que qualquer telescópio na Terra.
(B) Pode focar melhor imagens em raios-x.
(C) Sua óptica adaptativa controla melhor a turbulência atmosférica.
(D) Em órbita ele pode operar perto do seu limite de difração em comprimentos de onda no visível.

- 5. (0.4 pt)** Assinale a alternativa correta para radiotelescópios:
(A) Possuem resolução angular pior do que um telescópio óptico refletor.

- (B) Possuem resolução angular melhor do que um telescópio óptico refletor.
- (C) Eles são os menores e mais compactos telescópios.
- (D) Eles podem ser usados somente acima da atmosfera terrestre.

6. (0.4 pt) Assinale a alternativa **falsa**:

- (A) É mais fácil construir grandes telescópios refletores do que refratores.
- (B) A habilidade de um telescópio coletar luz depende do diâmetro de sua objetiva primária.
- (C) Aberração cromática afeta telescópios refratores e refletores igualmente, a menos que eles tenham grandes distâncias focais.
- (D) Todos os radiotelescópios são refletores no design.

7. (1.6 pt) (A) Calcule a altura do Sol no meridiano local no primeiro dia de verão e no primeiro dia de inverno para um observador em uma latitude Φ (*dica: use que o ângulo horário do Sol durante sua culminação é $H = 0$ h*).

(B) Qual é a razão entre as durações do dia claro (período entre o nascer e o ocaso do Sol) no primeiro dia de inverno e no primeiro dia de verão, nesta mesma latitude? (*dica: use a altura a do topo do disco do Sol quando ele nasce e se põe para obter seu ângulo horário nestes instantes*)

8. (1 pt) Estrelas circumpolares são estrelas que nunca se põe abaixo do horizonte local do observador, ou estrelas que nunca estão visíveis acima do horizonte. Calcule o intervalo de declinações para estes grupos de estrelas para um observador em uma latitude Φ .

9. (1 pt) Vista de Colorado (USA), latitude = 40°N , uma estrela cruza o meridiano celeste ao sul do zênite a uma altura de 63° . Qual é a declinação da estrela? Qual a declinação de uma estrela que passa ao zênite de Colorado?

10. (1 pt) Proxima Centauri (α Centauri C), que faz parte de um sistema estelar triplo, é a estrela mais próxima de nós. As coordenadas de Proxima Centauri em J2000.0 eram $(\alpha, \delta)_C = (14^{\text{h}}29^{\text{m}}42.95^{\text{s}}, -62^\circ40'46.1'')$. A estrela mais brilhante no sistema (α Centauri A) tem coordenadas em J2000.0 $(\alpha, \delta)_A = (14^{\text{h}}39^{\text{m}}36.50^{\text{s}}, -60^\circ50'02.3'')$.

- (A) Qual é a separação angular entre Proxima Centauri e Alpha Centauri?
- (B) Se a distância até Proxima Centauri é 4.0×10^{16} m, qual a distância da estrela até Alpha Centauri?

11. (1.5 pt) (A) Usando o critério de Rayleigh, estime o limite de difração teórico para a resolução angular de um telescópio amador de 20 cm de aber-

- tura no comprimento de onda 550 nm. Dê sua resposta em segundos de arco.
 (B) Estime o tamanho mínimo de uma cratera na Lua que pode ser resolvida por este telescópio.
 (C) Este limite de resolução poderia ser alcançado? Por quê?

12. (1.5 pt) A Lua foi fotografada por um telescópio, cuja objetiva tinha um diâmetro de 20 cm e distância focal de 150 cm. O tempo de exposição foi de 0.1 s.

- (A) Qual deve ser o tempo de exposição, se o diâmetro da objetiva fosse de 15 cm e comprimento focal de 200 cm?
 (B) Qual é o tamanho da imagem da Lua em ambos os casos?
 (C) Ambos os telescópios são usados para observar a Lua com uma ocular cuja distância focal é de 25 mm. Quais são as magnificações?

Questões de bônus

13. (1 pt) A Caixa de Jóias (NGC 4755) possui coordenadas equatoriais em 2000 de $\alpha = 12^{\text{h}}53^{\text{m}}42^{\text{s}}$ e $\delta = -60^{\circ}22'0''$. Calcular as coordenadas atuais.

14. (1 pt) Quais valores de ascensão reta seriam melhor para observar para um observador em uma latitude Φ em janeiro?

15. (1 pt) Prove que a magnificação angular de um telescópio tendo uma objetiva de comprimento focal f_{obj} e uma ocular de comprimento focal f_{eye} é dada por $m = f_{obj}/f_{eye}$ quando a objetiva e a ocular estão separadas pela soma de seus comprimentos focais, $f_{obj} + f_{eye}$.

Fórmulas e constantes

Critério de Rayleigh:

$$\theta_{\min} = 1.22 \frac{\lambda}{D}. \quad (1)$$

Tamanho da imagem no plano focal do telescópio:

$$y = f \tan \theta. \quad (2)$$

Tempo de exposição é inversamente proporcional ao fluxo de fótons J na área da imagem do objeto formada no plano focal do telescópio:

$$J \propto (D/f)^2. \quad (3)$$

Magnificação:

$$m = f_{\text{objetiva}}/f_{\text{ocular}}. \quad (4)$$

Relação entre coordenadas horizontais (azimute A e distância zenital z) e equatoriais (ângulo horário H e declinação δ) na latitude Φ :

$$\cos z = \sin \Phi \sin \delta + \cos \Phi \cos \delta \cos H, \quad (5)$$

$$\sin \delta = \sin \Phi \cos z + \cos \Phi \sin z \cos A. \quad (6)$$

Separação angular θ entre dois objetos com coordenadas equatoriais (α_1, δ_1) e (α_2, δ_2) :

$$\cos \theta = \sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2). \quad (7)$$

Diâmetro angular do Sol = $32'$.

Inclinação da Eclíptica = 23.5° .

Ascensão reta do Sol no equinócio de outono (20.03) = 0 h, solstício de inverno (21.06) = 6 h, equinócio de primavera (23.09) = 12 h, solstício de verão (21.12) = 18 h.

Diâmetro angular da Lua = $31'$. Diâmetro da Lua = 3474 km.

Precessão das coordenadas:

$$\Delta\alpha = \alpha_{\text{atual}} - \alpha_0 \approx n(\text{anos}) \times \frac{\partial\alpha}{\partial t}, \quad (8)$$

$$\Delta\delta = \delta_{\text{atual}} - \delta_0 \approx n(\text{anos}) \times \frac{\partial\delta}{\partial t}, \quad (9)$$

$$\frac{\partial\alpha}{\partial t} = M + N \sin(\alpha_0) \tan(\delta_0), \quad (10)$$

$$\frac{\partial\delta}{\partial t} = N \cos(\alpha_0), \quad (11)$$

onde:

$$M = 3.07419 \text{ s/ano}, \quad (12)$$

$$N = 20.0383''/\text{ano} = 1.33589 \text{ s/ano}. \quad (13)$$



Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

NOME PROVA I - GABARITO N.º USP _____

CURSO _____

DISCIPLINA _____

DATA ____/____/____

| NOTA | EXAMINADORES |
|------|--------------|
| | |
| | |
| | |

Q1 B

Q2 C

Q3 B

Q4 D

Q5 A

Q6 C

Q7 (A) $h = \text{ALTURA}$, $z = 90^\circ - h$

ALTURA MÁXIMA $\Rightarrow H = 0$

$$\cos z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$$

$$\Rightarrow \cos (90^\circ - h) = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta = \cos (\phi - \delta)$$

$$0^\circ \leq 90^\circ - h \leq 180^\circ$$

$$\Rightarrow (90^\circ - h) = |\phi - \delta|$$

$$\Rightarrow h = 90^\circ - |\phi - \delta|$$

1º DIA DE VERÃO NO HEMISFÉRIO SUL ($-90^\circ \leq \phi \leq 0^\circ$):

$$\delta = -23.5^\circ, h = h_1$$

$$\Rightarrow h_1 = \begin{cases} 66.5^\circ - \phi & \text{SE } \phi \geq -23.5^\circ \\ 113.5^\circ + \phi & \text{SE } \phi \leq -23.5^\circ \end{cases}$$

Q7 (A) (CONT.)

1º DIA DE INVERNO NO HEMISFÉRIO SUL:

$$\delta = 23.5^\circ, \quad h = h_2$$

$$\Rightarrow h_2 = \begin{cases} 113^\circ - \phi & \text{SE } \phi \geq 23.5^\circ \\ 66.5^\circ + \phi & \text{SE } \phi \leq 23.5^\circ \end{cases}$$

$$\Rightarrow h_2 = 66.5^\circ + \phi$$

Q7 (B) $h = 0^\circ$ NO NASCER OU OCASO

$$\cos z = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$$

$$\Rightarrow \cos 90^\circ = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$$

$$\Rightarrow -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} \delta = \cos H$$

1º DIA DE VERÃO NO HEMISFÉRIO SUL:

- DECLINAÇÃO DO TOPO DO DISCO DO SOL: $\delta \approx -23.5^\circ - \left(\frac{16}{60}\right)^\circ \approx -23.77^\circ$

$$\Rightarrow H = \cos^{-1} \left\{ -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} (-23.77^\circ) \right\}$$

$$\Rightarrow H = \cos^{-1} \left\{ 0.44 \operatorname{tg} \phi \right\}$$

$$\text{DURAÇÃO DO DIA} = P_1 = 2|H|$$

$$\Rightarrow P_1 = 2 \left| \cos^{-1} \left\{ 0.44 \operatorname{tg} \phi \right\} \right|$$

1º DIA DE INVERNO NO HEMISFÉRIO SUL:

- DECLINAÇÃO DO TOPO DO DISCO DO SOL: $\delta \approx 23.5^\circ - \left(\frac{16}{60}\right)^\circ \approx 23.23^\circ$

$$\Rightarrow H = \cos^{-1} \left\{ -\operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} (23.23^\circ) \right\}$$

$$\Rightarrow H = \cos^{-1} \left\{ -0.43 \operatorname{tg} \phi \right\}$$

$$\text{DURAÇÃO DO DIA} = P_2 = 2|H|$$

$$\Rightarrow P_2 = 2 \left| \cos^{-1} \left\{ -0.43 \operatorname{tg} \phi \right\} \right|$$

$$\text{RAZÃO: } \frac{P_1}{P_2} = \frac{\left| \cos^{-1} \left\{ 0.44 \operatorname{tg} \phi \right\} \right|}{\left| \cos^{-1} \left\{ -0.43 \operatorname{tg} \phi \right\} \right|}$$

Q8

CULMINAÇÃO SUPERIOR: $H = 0h = 0^\circ$, $h = h_{\max}$

CULMINAÇÃO INFERIOR: $H = 12h = 180^\circ$, $h = h_{\min}$

SE $h_{\max} < 0^\circ \Rightarrow$ ESTRELA NUNCA SE PÔE NASCE

SE $h_{\min} > 0^\circ \Rightarrow$ ESTRELA NUNCA SE PÔE

$$\cos z = \cancel{\sin} \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta \cos H$$

$$(i) \cos(90^\circ - h_{\max}) = \sin \phi \sin \delta + \cos \phi \cos \delta = \cos(\phi - \delta)$$

$$0^\circ \leq 90^\circ - h_{\max} \leq 180^\circ, \quad -180^\circ \leq \phi - \delta \leq 180^\circ$$

$$\Rightarrow 90^\circ - h_{\max} = |\phi - \delta| \Rightarrow h_{\max} = 90^\circ - |\phi - \delta|$$

$$h_{\max} < 0 \Rightarrow |\phi - \delta| > 90^\circ$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \delta < \phi - 90^\circ & \text{SE } \phi > \delta \\ \delta > \phi + 90^\circ & \text{SE } \phi < \delta \end{cases}$$

$$(ii) \cos(90^\circ - h_{\min}) = \sin \phi \sin \delta - \cos \phi \cos \delta = -\cos(\phi + \delta)$$

$$\Rightarrow \cos(180^\circ - 90^\circ + h_{\min}) = \cos(\phi + \delta)$$

$$0^\circ \leq 90^\circ + h_{\min} \leq 180^\circ, \quad -180^\circ \leq \phi + \delta \leq 180^\circ$$

$$\Rightarrow 90^\circ + h_{\min} = |\phi + \delta| \Rightarrow h_{\min} = |\phi + \delta| - 90^\circ$$

$$h_{\min} > 0 \Rightarrow |\phi + \delta| > 90^\circ$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \delta > 90^\circ - \phi & \text{SE } \phi > -\delta \\ \delta < -90^\circ - \phi & \text{SE } \phi < -\delta \end{cases}$$

ESTRELAS CIRCUMPOLARES:

$$\bullet \text{ HEMISFÉRIO SUL } (\phi < 0^\circ): \begin{cases} \delta > \phi + 90^\circ \\ \delta < -\phi - 90^\circ \end{cases}$$

$$\bullet \text{ HEMISFÉRIO NORTE } (\phi > 0^\circ): \begin{cases} \delta < \phi - 90^\circ \\ \delta > 90^\circ - \phi \end{cases}$$

$$\Rightarrow |\delta| > 90^\circ - |\phi|$$

Q9

A LATITUDE ϕ DE UM LUGAR É IGUAL À DECLINAÇÃO DO ZÊNITE \rightarrow SE $\boxed{\phi > \delta_{\star}}$ \Rightarrow OBJETO CULMINA AO SUL DO ZÊNITE.

ALTURA MÁXIMA $h_{max} \rightarrow H = 0h = 0^{\circ}$, $h_{max} = 63^{\circ}$

$$\cos z = \sin \phi \sin \delta_{\star} + \cos \phi \cos \delta_{\star} \cos H$$

$$\Rightarrow \cos (90^{\circ} - h_{max}) = \sin \phi \sin \delta_{\star} + \cos \phi \cos \delta_{\star} = \cos (\phi - \delta_{\star})$$

$$\Rightarrow \cos 27^{\circ} = \cos (40^{\circ} - \delta_{\star})$$

$$\Rightarrow 27^{\circ} = 140^{\circ} - \delta_{\star} = 40^{\circ} - \delta_{\star}$$

$$\Rightarrow \boxed{\delta = 13^{\circ}}$$

A DECLINAÇÃO DE UMA ESTRELA QUE PASSA NO ZÊNITE DE COLORADO É 40° .

Q10

(A)

$$14h 29m 42.95s = \left(14 + \frac{29}{60} + \frac{42.95}{3600} \right) h$$

$$= 14.49526h \times \frac{360^{\circ}}{24h}$$

$$= 217.42896^{\circ}$$

$$- 62^{\circ} 40' 46.1'' = - \left(62 + \frac{40}{60} + \frac{46.1}{3600} \right)^{\circ}$$

$$= -62.67947^{\circ}$$

$$14h 39m 36.50s = \left(14 + \frac{39}{60} + \frac{36.50}{3600} \right) h$$

$$= 14.66014h \times \frac{360^{\circ}}{24h}$$

$$= 219.90208^{\circ}$$

$$- 60^{\circ} 50' 02.3'' = - \left(60 + \frac{50}{60} + \frac{2.3}{3600} \right)^{\circ}$$

$$= -60.83397^{\circ}$$



Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

NOME PROVA I - GABARITO N.º USP _____

CURSO _____

DISCIPLINA _____

DATA ____/____/____

| NOTA | EXAMINADORES |
|------|--------------|
| | |
| | |
| | |

Q10 (A) (CONT.)

$$\cos \theta = \sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos (\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$\Rightarrow \cos \theta = \sin (-60.83397^\circ) \sin (-62.67947^\circ) +$$

$$+ \cos (-60.83397^\circ) \cos (-62.67947^\circ) \cos (219.90208^\circ - 217.42896^\circ)$$

$$\Rightarrow \cos \theta = 0.99927 \Rightarrow \theta = 2.1894^\circ$$

$$\text{Q10 (B)} \quad \theta = \frac{\Delta x}{d} \Rightarrow \Delta x = \theta \cdot d$$
$$= 2.1894^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} \times 4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$\Rightarrow \Delta x = 1.5 \times 10^{15} \text{ m}$$

$$\text{Q11 (A)} \quad \theta_{\text{MIN}} = 1.22 \times \frac{\lambda}{D} = 1.22 \times \frac{550 \times 10^{-9} \text{ m}}{20 \times 10^{-2} \text{ m}} = 3.35 \times 10^{-6}$$

$$\Rightarrow \theta_{\text{MIN}} = 3.35 \times 10^{-6} \times 3600'' \times \frac{180}{\pi} = 0.69''$$

$$\boxed{\text{Q11}} \text{ (B)} \quad \frac{\Delta X_{\text{CRAT}}}{d} = \Theta_{\text{MIN}} \quad , \quad \Theta_{\text{LUA}} = \frac{D_{\text{LUA}}}{d}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow \Delta X_{\text{CRAT}} &= \Theta_{\text{MIN}} \times \frac{D_{\text{LUA}}}{\Theta_{\text{LUA}}} \\ &= \left(\frac{0.69}{60} \right)' \frac{1}{31'} \times 3474 \text{ km} \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \Delta X_{\text{CRAT}} = 1,3 \text{ km}$$

$\boxed{\text{Q11}} \text{ (C)}$ PROVAVELMENTE NÃO DEVIDO A TURBULÊNCIA NA ATMOSFERA QUE LIMITA A RESOLUÇÃO EM $\approx 1''$

$$\boxed{\text{Q12}} \text{ (A)} \quad t \propto \frac{1}{J} \propto \left(\frac{f}{D} \right)^2$$

$$\frac{t_2}{t_1} = \left(\frac{f_2 D_1}{f_1 D_2} \right)^2$$

$$\Rightarrow t_2 = 0,1 \text{ s} \times \left(\frac{200 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}}{150 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}} \right)^2 = 0,1 \text{ s} \times \frac{16}{9}$$

$$\Rightarrow t_2 = 0,32 \text{ s}$$

$$\boxed{\text{Q12}} \text{ (B)} \quad y = f \operatorname{tg} \theta \approx f \theta \quad (\theta \ll 1)$$

$$\theta = 31' = \left(\frac{31}{60} \right)^\circ \times \frac{\pi}{180^\circ} = 9 \times 10^{-3}$$

$$y_1 = 150 \text{ cm} \times 9 \times 10^{-3} = 1,35 \text{ cm}$$

$$y_2 = 200 \text{ cm} \times 9 \times 10^{-3} = 1,8 \text{ cm}$$

Q12

(C)

$$m = \frac{f_{\text{OBJ}}}{f_{\text{OCUL}}}$$

$$m_1 = \frac{150 \text{ cm}}{2.5 \text{ cm}} = 60, \quad m_2 = \frac{200 \text{ cm}}{2.5 \text{ cm}} = 80$$

Q13

$$\begin{aligned} \alpha_0 &= 12 \text{ h } 53 \text{ m } 42 \text{ s} = (12 \times 3600 + 53 \times 60 + 42) \text{ s} \\ &= 46422 \text{ s} \times \frac{360^\circ}{(24 \times 3600) \text{ s}} \\ &= 193.425^\circ \end{aligned}$$

$$\delta_0 = -60^\circ 22' 0'' = -\left\{60 + \left(\frac{22}{60}\right)\right\}^\circ$$

$$= -60.367^\circ$$

$$= -217320''$$

A'

$$\frac{\partial \alpha}{\partial t} = 3.07419 \text{ s/ANO} + 1.33589 \text{ s/ANO} \times \text{sen}(193.425^\circ) \text{tg}(60.367^\circ)$$

$$= \cancel{2.52895 \text{ s/ANO}} \quad 3.61943 \text{ s/ANO}$$

$$\frac{\partial \delta}{\partial t} = 20.0383''/\text{ANO} \times \cos(193.425^\circ) = -19.4907''/\text{ANO}$$

$$\Delta \alpha = 19 \text{ ANOS} \times \frac{\partial \alpha}{\partial t} = 19 \text{ ANOS} \times \frac{\cancel{2.52895 \text{ s/ANO}}}{3.61943 \text{ s/ANO}} = \frac{48.05005 \text{ s}}{68.76917 \text{ s}}$$

$$\Delta \delta = 19 \text{ ANOS} \times \frac{\partial \delta}{\partial t} = 19 \text{ ANOS} \times \{-19.4907''/\text{ANO}\} = -370.3233''$$

$$\alpha_{\text{ACTUAL}} = \alpha_0 + \Delta \alpha = \cancel{12 \text{ h } 53 \text{ m } 42 \text{ s}} + \cancel{48.05 \text{ s}} = 12 \text{ h } 53 \text{ m } 42 \text{ s} + 48.77 \text{ s}$$

$$= 12 \text{ h } 53 \text{ m } 42 \text{ s} + 48.05 \text{ s} = 12 \text{ h } 54 \text{ m } 50.77 \text{ s}$$

$$\delta_{\text{ACTUAL}} = \delta_0 + \Delta \delta = -60^\circ 22' 0'' - 370.3233'' = -60^\circ 28' 10.32''$$

Q14

EM JANEIRO $\alpha_0 \approx 20\text{hs}$, $\delta_0 \approx \text{~~019~~ } -19.5^\circ$

DURAÇÃO DO DIA: P

$$0 = \sin \phi \sin \delta_0 + \cos \phi \cos \delta_0 \cos H$$

$$P = 24 = 2 \cos^{-1} \{ \operatorname{tg} \phi \operatorname{tg} (-19.5^\circ) \}$$

$$= 2 \cos^{-1} \{ -0.35 \operatorname{tg} \phi \}$$

ASCENSÃO RETA CRUZANDO O MERIDIANO A MEIA-NOITE: 8hs

DURAÇÃO DA NOITE: $24\text{hs} - P$

PORTANTO, OS OBJETOS CRUZANDO O MERIDIANO DURANTE A NOITE TERIAM ASCENSÃO RETA

$$8\text{hs} \pm \left\{ 12\text{hs} - \cos^{-1}(-0.35 \operatorname{tg} \phi) \times \frac{24\text{h}}{360^\circ} \right\}$$

Q15

TAMANHO DA IMAGEM NO PLANO FOCAL DO TELESCÓPIO:

$$y_1 = f_{\text{OBJ}} \operatorname{tg} \theta$$

ONDE θ É O DIÂMETRO ANGULAR DO OBJETO. POR OUTRO LADO, O DIÂMETRO ANGULAR DA IMAGEM VISTA PELA OCULAR É DADO POR

$$\operatorname{tg} \theta' = \frac{y_1}{f_{\text{OYE}}}$$

SE $\theta \ll 1$ E $\theta' \ll 1$, $\operatorname{tg} \theta \approx \theta$ E $\operatorname{tg} \theta' \approx \theta'$

$$\Rightarrow \frac{\theta'}{\theta} = \frac{y_1}{f_{\text{OYE}}} \times \frac{f_{\text{OBJ}}}{y_1} = \frac{f_{\text{OBJ}}}{f_{\text{OYE}}}$$

QUE É A MAGNIFICAÇÃO ANGULAR DO TELESCÓPIO.