

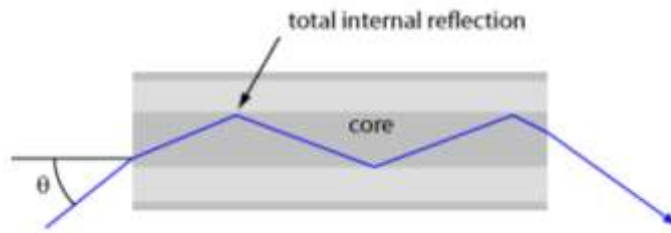
1ª Lista de exercícios

AGA0414 - Métodos Observacionais em Astrofísica I (2023)

- 1) Determine a altura máxima no céu que o aglomerado globular ω Cen (declinação $\delta = -47^{\circ} 29'$) atinge quando observado do Observatório de Kitt Peak, EUA (latitude $\varphi = +31^{\circ} 58' 48''$). R: $+10^{\circ} 32' 12''$
- 2) Determine a altura máxima no céu que o aglomerado globular 47 Tucanae (declinação $\delta = -72^{\circ} 05'$) atinge quando observado no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), Itajubá, MG, Brasil (latitude: $\varphi = -22^{\circ} 32' 04''$). Esse é um bom local para observar esse objeto? Justifique a sua resposta.
- 3) Durante quanto tempo o alvo da questão anterior satisfaz o critério $z < 50^{\circ}$ (ou equivalentemente $h > 40^{\circ}$)? Faça o mesmo cálculo para o critério $z < 70^{\circ}$.
- 4) Determine a melhor época do ano para observar NGC 1868, um aglomerado rico da Grande Nuvem de Magalhães, a partir do Observatório de Calar Alto. Justifique sua resposta. Obs.: basta especificar um intervalo de 30 dias. Dados: declinação de NGC 1868: $\delta = -63^{\circ} 57' 16''$; ascensão reta de NGC 1868: $\alpha = 05^{\text{h}} 14^{\text{m}} 36.3^{\text{s}}$; latitude de Calar Alto: $\varphi = +37^{\circ} 13' 25''$.
- 5) Calcule a distância zenital mínima atingida pelo alvo da questão anterior.
- 6) Seja a galáxia ESO243G49, situada no aglomerado de galáxias Abell 2877. As coordenadas equatoriais de ESO243G49 são ascensão reta $\alpha = 01^{\text{h}} 10^{\text{m}} 28^{\text{s}}$ e declinação $\delta = -46^{\circ} 04' 27''$ (J2000.0). Escolha, dentre as opções abaixo, o melhor sítio astronômico para sua observação.
 - a. Observatório Interamericano de Cerro Tololo, Chile, latitude $\varphi = -30^{\circ} 10' 20.9''$.
 - b. Observatório Astronômico da África do Sul, África do Sul, latitude $\varphi = -33^{\circ} 56' 03.5''$.

- c. Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), Itajubá, MG, Brasil. Latitude: $\varphi = -22^{\circ}32'04''$.

- 7) Calcule a distância zenital mínima atingida pelo alvo da questão anterior.
- 8) Calcule durante quanto tempo a galáxia ESO240G11 satisfaz a condição altura $h \geq 30^{\circ}$ quando observada do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), latitude $\varphi = -22^{\circ}32'04''$. Declinação de ESO240G11: $\delta = -47^{\circ}43'38''$.
- 9) Selecione 4 objetos (por exemplo galáxias, aglomerados de estrelas, regiões HII, nebulosas planetárias) que poderiam ser observados durante as noites de 20 e 21 de outubro de 2023 no Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA), Itajubá, MG, Brasil. Lembre-se que precisamos de objetos com ascensão reta diferentes, para observarmos durante toda a noite. Utilize o site <http://catserver.ing.iac.es/staralt/index.php> para essa tarefa. Faça um gráfico utilizando o modo Staralt, para que você possa visualizar a altitude em função do tempo para a noite de 20 de outubro de 2023.
- 10) Acoplamento em fibras ópticas. A importância das fibras ópticas em astronomia instrumental se destaca ao impulsionar a capacidade de observação, coleta de dados e transmissão de informações em instrumentos de observação e análise presentes nos telescópios contemporâneos. Nesse contexto, otimizar o acoplamento da radiação se torna um requisito essencial para alcançar níveis máximos de eficiência.
- a) Considerando um modelo simplificado de fibra óptica que consiste em um núcleo cilíndrico circular de vidro com índice de refração n_2 e um revestimento com índice de refração n_3 , calcule o ângulo de incidência θ máximo na face de entrada para o qual a luz será guiada dentro da fibra por reflexões totais sucessivas em função dos índices de refração do ar n_1 , do núcleo e core.
- b) Definindo a abertura numérica da fibra (NA, numerical aperture) como $n_1 \sin \theta$, apresente o resultado acima em função do NA.
- c) Apresente o resultado acima em função do f-number, F.



11) Equação de Snell via princípio de Fermat

- Derive a equação de reflexão via princípio de Fermat.
- Derive a equação de Snell via princípio de Fermat.

12) A dioptria é uma medida que quantifica a habilidade de refração de um sistema óptico. No campo da óptica, ela representa a unidade de medida da potência (power) de uma lente, conhecida como poder focal. Matematicamente, a dioptria (D) é o recíproco da distância focal expressa em metro e, portanto, quanto maior o valor em dioptrias, mais forte é a capacidade de refração ou correção da lente. Considerando que temos as lentes no laboratório apresentadas na tabela abaixo.

Lente	Poder focal	Abertura
L ₁	3 D	8 cm
L ₂	6 D	1 cm
L ₃	10 D	1 cm

- Qual o conjunto de duas lentes mais apropriado para telescópio? Justifique a seleção das lentes
- Que tipo de telescópio é esse?

13) Explique como a abertura circular (diâmetro) da lente objetiva afeta a resolução angular de um telescópio. Qual o fenômeno físico responsável pela resolução óptica?

14) Muitos telescópios modernos utilizam espelhos em vez de lentes objetivas. Compare as vantagens e desvantagens do uso de espelhos em relação a

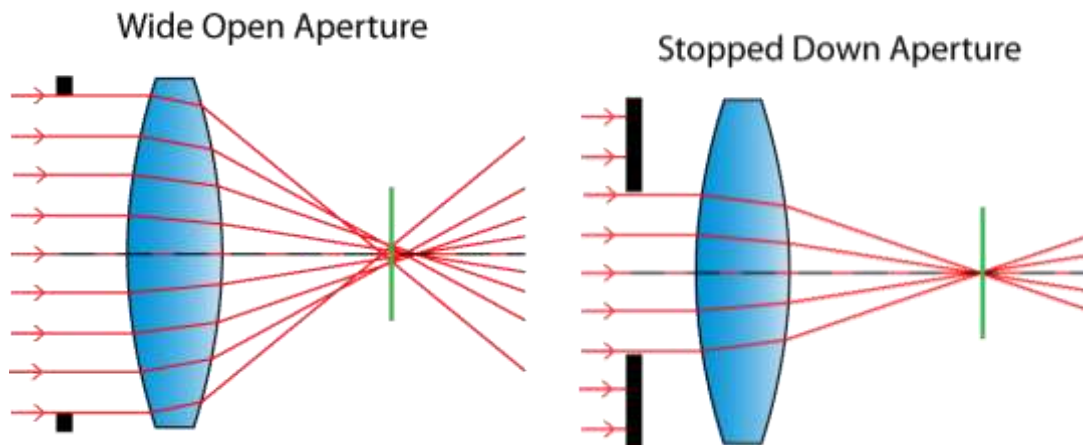
lentes na construção de telescópios. Considere fatores como aberração cromática, custo, manutenção e design óptico.

- 15) Compare a correção de aberração cromática em telescópios refratores e refletores. Como as lentes acromáticas e os espelhos parabólicos abordam esse problema de maneiras diferentes?
- 16) A equação do fabricante de lentes, descrita abaixo, relaciona parâmetros físicos da lente, como raio de curvatura, espessura e material com a distância focal efetiva.

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{(n - 1)d}{nR_1R_2} \right]$$

- a) Usando a base de dados da Schott, crie gráficos de dispersão (índice de refração em função do comprimento de onda) para os vidros ópticos BK7 e F2 para os comprimentos de onda entre 365 nm e 1014 nm.
- b) Considere duas lentes com as mesmas prescrições ópticas: $R_1 = 600$ mm, $R_2 = -600$ mm, espessura de 10 mm e abertura de 100 mm de diâmetro, porém uma feita de BK7 e outra de F2. Elabore, para cada uma das lentes, um gráfico de distância focal efetiva em função do comprimento de onda para o intervalo entre 365 nm e 1024 nm.
- c) Para um dado comprimento de onda (digamos, 632.8 nm), explore a variação da distância focal efetiva para a lente de BK7 em função de pequenas perturbações dos raios de curvatura (em ± 1 mm), espessura (em ± 1 mm) e índice de refração ($\pm 10^{-4}$).
- d) Considere que um objeto no infinito tem tamanho angular de 30 arcosegundos. Considerando uma lente de BK7 com as prescrições ópticas descritas no item b, quais os tamanhos das imagens desse objeto para os comprimentos de onda 365 nm e 1014 nm? O que isso significa?
- 17) Um pequeno telescópio Kleperiano possui uma lente objetiva com distância focal de 140 cm e uma lente ocular com distância focal 5 cm. O telescópio é usado para observar uma torre de 100 m de altura a uma distância de 3 km.
- a) Qual é a altura da torre formada pela objetiva?
- b) Qual a magnificação angular deste telescópio?

- c) Qual é o tamanho do disco de Airy formado pela objetiva para comprimento de onda de 550 nm?
- 18) Explique qualitativamente os efeitos na qualidade da imagem e na capacidade de coleta de luz ao se reduzir a abertura útil de uma lente por meio de um diafragma.



- 19) A profundidade de foco (DOF, depth of focus) descreve a quantidade pela qual o detector pode ser deslocado axialmente da posição nominal da imagem de um objeto antes que o desfoque resultante ultrapasse o critério do diâmetro de desfoque. Em sistemas de imageamento, o critério de desfoque é o próprio tamanho do pixel. De acordo com a imagem abaixo, derive DOF em função do f-number e do tamanho do pixel, onde XP é a pupila de saída, D_{xp} é o diâmetro da pupila de saída e L_0' é a distância da pupila de saída ao foco nominal.

