AULAS PREPARATÓRIAS PARA A OBA - SELETIVAS INTERNACIONAIS

Aula 8
Telescópios e técnicas observacionais

Como transformamos a luz do Universo em informação?

Isabelle Gios Martimiano

23/10/2026

1. Para que serve um telescópio?

Um telescópio não existe apenas para "aumentar" objetos distantes.

Funções principais

- **coletar mais luz**;
- formar uma imagem;
- separar detalhes muito próximos;
- alimentar detectores e instrumentos.

O que pode sair dele?

- imagem;
- medida de brilho;
- espectro;
- posição precisa;
- curva de luz.

A pergunta não é só "quanto aumenta?", mas "quanta informação conseguimos extrair da luz?"

2. Os três parâmetros geométricos básicos

Abertura D

Diâmetro da lente objetiva ou do espelho primário.

$$\boxed{D}$$

Controla principalmente **coleta de luz** e **resolução**.

Distância focal F

Distância efetiva entre a óptica principal e o foco.

$$\boxed{F}$$

Entra no aumento e na escala da imagem.

Razão focal

$$\boxed{N = \frac{F}{D}}$$

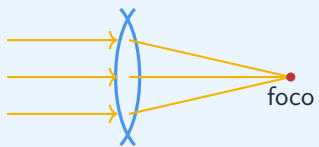
Escrevemos, por exemplo, $f/5$, $f/10$, $f/14$.

Antes de resolver qualquer questão, identifique D, F e a razão focal.

3. Refrator ou refletor?

Telescópio refrator

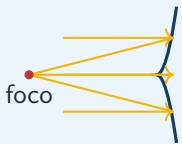
Usa uma **lente objetiva** para convergir a luz.



Pode apresentar **aberração cromática** se não houver correção óptica adequada.

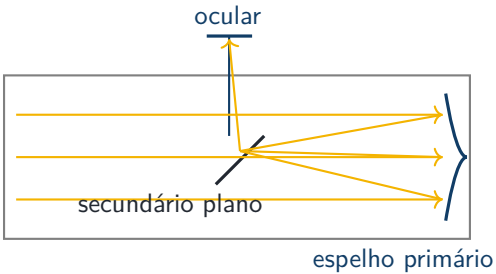
Telescópio refletor

Usa um **espelho primário** para convergir a luz.



Espelhos não sofrem aberração cromática da mesma forma que lentes e permitem grandes aberturas.

4. O refletor Newtoniano



Como reconhecer em prova?

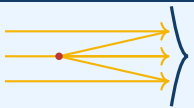
- espelho primário côncavo no fundo do tubo;
- espelho secundário **plano e inclinado**;
- luz desviada para uma ocular **lateral**.

Pegadinha

O caminho óptico pode ser dobrado. A **distância focal** é medida ao longo do caminho da luz até o foco, não apenas pelo comprimento físico do tubo.

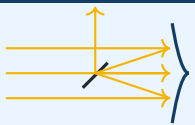
5. Focos em telescópios refletores

Foco primário



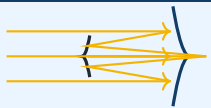
Detector no foco do primário.

Foco Newtoniano



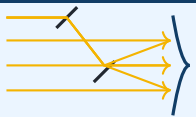
Secundário plano envia a luz para a lateral.

Foco Cassegrain



Secundário devolve a luz através do primário.

Foco Coudé



Espelhos extras levam a luz a um foco fixo.

Em questões, acompanhe o caminho da luz antes de decorar o nome do foco.

6. Montagens: como o telescópio se movimenta

A **configuração óptica** descreve o caminho da luz; a **montagem** descreve como o telescópio aponta e acompanha o céu.

Altazimutal

Dois movimentos simples:

- **azimute**: gira ao redor do horizonte;
- **altura**: sobe e desce.

É intuitiva e muito comum.

Dobsoniana

É uma montagem **altazimutal** simples e robusta, muito usada com telescópios Newtonianos.

Equatorial germânica

Um dos eixos é alinhado aproximadamente com o eixo de rotação da Terra.

- permite acompanhar o movimento aparente do céu;
- normalmente usa **contrapeso**.

Equatorial de garfo

O tubo é sustentado por uma estrutura em forma de garfo. Pode realizar acompanhamento equatorial quando corretamente alinhada.

7. Abertura e poder coletor de luz

A quantidade de luz coletada depende da **área** da objetiva ou do espelho primário.

$$A = \pi \left(\frac{D}{2} \right)^2$$

Portanto:

$$\boxed{A \propto D^2}$$

Para dois telescópios:

$$\boxed{\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{D_2}{D_1} \right)^2}$$

onde N representa, nas mesmas condições, o número de fótons detectados.

Exemplo rápido

Se o diâmetro cai para a metade:

$$D_2 = \frac{D_1}{2} \quad \Rightarrow \quad N_2 = \frac{N_1}{4}.$$

8. Magnitude limite: quão fraco o telescópio consegue detectar?

Uma abertura maior coleta mais fótons e permite detectar objetos de **menor brilho aparente**, isto é, de **maior magnitude**.

$$\boxed{D \uparrow \Rightarrow \text{ mais luz coletada } \Rightarrow m_{\lim} \uparrow}$$

Uma aproximação usada em questões da OBA é:

$$\boxed{m_{\lim} \approx 2{,}1 + 5 \log_{10}[D(\mathrm{mm})]}$$

Exemplo

Para $D = 100\,\mathrm{mm}$:

$$m_{\lim} \approx 2{,}1 + 5 \log_{10}(100) = 2{,}1 + 10 = \boxed{12{,}1}.$$

Importante

É uma estimativa idealizada. Na prática, céu de fundo, transparência, seeing, detector e tempo de exposição também influenciam a detecção.

9. Razão focal: o que significa $f/5$, $f/10$...?

$$N = \frac{F}{D}$$

Razão focal pequena

Ex.: $f/4$, $f/5$, $f/6$.

- para a mesma abertura, menor distância focal;
- campo mais amplo para um mesmo detector;
- sistema fotograficamente mais "rápido" para objetos extensos.

Razão focal grande

Ex.: $f/10$, $f/12$, $f/15$.

- para a mesma abertura, maior distância focal;
- campo mais estreito;
- maior escala de imagem para o mesmo detector.

Não confunda: razão focal não substitui a abertura; a luz total coletada continua dependendo principalmente de D^2.

10. Ampliação: telescópio + ocular

Na observação visual, a **ampliação** indica quantas vezes o objeto parece maior através do telescópio.

$$\boxed{A = \frac{F_{\text{tel}}}{f_{\text{ocular}}}}$$

A = aumento ou ampliação
F_{tel} = distância focal do telescópio
f_{ocular} = distância focal da ocular

Como aumentar a ampliação?

- aumentar F_{tel};
- diminuir f_{ocular}.

$$f_{\text{ocular}} \downarrow \quad \Rightarrow \quad A \uparrow$$

Mas atenção

Mais aumento **não significa maior resolução**.

Se o telescópio ou a atmosfera não resolvem o detalhe, o aumento apenas produz uma imagem maior e borrada.

11. Campo de visão

O **campo de visão** indica quanto do céu conseguimos enxergar através do conjunto telescópio + ocular.

$$\boxed{\mathrm{FoV}_{\mathrm{real}} \approx \frac{\mathrm{AFoV}}{A}}$$

$\mathrm{FoV}_{\mathrm{real}}$ = campo real observado no céu
AFoV = campo aparente da ocular
A = ampliação do telescópio

Maior ampliação

$$A \uparrow \quad \Rightarrow \quad \mathrm{FoV}_{\mathrm{real}} \downarrow$$

Vemos uma região **menor** do céu.

Útil para detalhes pequenos, como **planetas e estrelas duplas**.

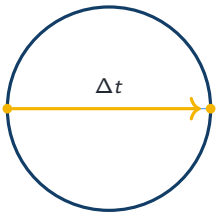
Maior campo de visão

Vemos uma região **maior** do céu de uma só vez.

Útil para objetos extensos, como **cometas, nebulosas, galáxias e aglomerados**.

12. Método de deriva para medir o campo

Desligamos o acompanhamento e deixamos uma estrela atravessar o campo devido à rotação da Terra.



campo da ocular

Para uma estrela de declinação δ:

$$\boxed{\mathrm{FoV} = \Delta t \, \frac{360^\circ}{T_{\mathrm{sid}}} \cos\delta} \qquad T_{\mathrm{sid}} \approx 23\,\mathrm{h}\,56\,\mathrm{min}$$

Quanto maior $|\delta|$, menor a velocidade angular da estrela ao longo do seu círculo diário.

13. Resolução angular: separar detalhes

Mesmo com uma óptica perfeita, a difração impõe um limite.
Pelo critério de Rayleigh:

$$\boxed{\theta_{\text{min}} = 1{,}22\frac{\lambda}{D}}$$

Melhor resolução

$$D \uparrow \Rightarrow \theta_{\text{min}} \downarrow$$

$$\lambda \downarrow \Rightarrow \theta_{\text{min}} \downarrow$$

Como interpretar?

θ_{min} é a menor separação angular que o instrumento consegue distinguir.
Menor θ_{min} = melhor resolução.
Para ângulos pequenos, com θ em radianos:

$$\boxed{\theta \simeq \frac{L}{d}}$$

Pegadinha: aumentar a ocular não melhora o limite de difração; para separar melhor estrelas duplas, aumente principalmente a **abertura**.

14. A atmosfera também limita a imagem: seeing

A turbulência atmosférica muda continuamente o índice de refração e distorce a frente de onda.



seeing ruim



seeing bom

seeing menor em segundos de arco $\Rightarrow$ imagem mais nítida

Por isso, grandes observatórios ópticos são instalados preferencialmente em locais **altos, secos e com atmosfera estável**.

Óptica adaptativa

Mede a distorção da frente de onda e deforma um espelho em tempo real para compensar parte da turbulência.

15. Janelas atmosféricas

A atmosfera terrestre não transmite todas as faixas do espectro igualmente.

Do solo

As principais janelas são:

- visível;
- rádio;
- partes do infravermelho e micro-ondas.

Do espaço

Para muitas bandas de:

- ultravioleta;
- raios X;
- raios gama;
- infravermelho absorvido pela atmosfera.

16. O Universo muda quando mudamos o comprimento de onda

Cada faixa do espectro destaca processos físicos diferentes.

Faixa	O que costuma revelar
Rádio	gás frio, pulsares, jatos, linhas moleculares
Infravermelho	poeira, regiões de formação estelar, objetos frios
Visível	estrelas, nebulosas, galáxias, linhas espectrais
Ultravioleta	gás quente, estrelas muito quentes
Raios X	gás extremamente quente, acreção, remanescentes compactos
Gamma	processos muito energéticos, explosões e partículas relativísticas

Não existe "a melhor faixa" em geral: existe a faixa adequada ao fenômeno físico que queremos estudar.

17. Radiotelescópios

Em rádio, o "espelho" é uma antena ou conjunto de antenas que coleta ondas de comprimentos de onda muito maiores que os do visível.

Conversão essencial

$$\boxed{c = \lambda f}$$

$$\boxed{\lambda = \frac{c}{f}}$$

Resolução em rádio

Continua valendo a ideia:

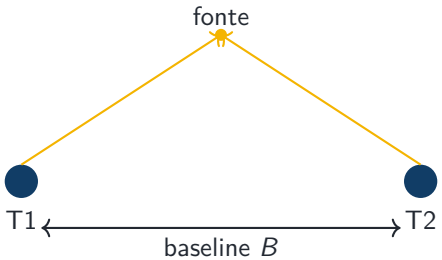
$$\theta \sim \frac{\lambda}{D}$$

Como λ é grande, precisamos de antenas enormes ou de **interferometria**.

Comprimentos de onda grandes exigem bases coletoras grandes para atingir alta resolução angular.

18. Interferometria: vários telescópios trabalhando juntos

A interferometria combina de forma coerente a radiação recebida por telescópios separados.



Em ordem de grandeza:

$$\theta \sim \frac{\lambda}{B}$$

Importante

Interferometria não é exclusiva do rádio. Também é usada no **óptico** e no **infravermelho**.

19. Detectores: da luz para números

Hoje, boa parte da Astronomia usa detectores eletrônicos, como CCDs e CMOS.



Sinal

Em forma simplificada:

$$\boxed{N_{\mathrm{det}} \propto F\, A\, \eta\, t}$$

η = eficiência do detector; t = tempo de exposição.
Para mesma fonte, abertura e mesmo sinal:

$$\boxed{\eta_1 t_1 = \eta_2 t_2}$$

Ruído

Pode vir de:

- céu de fundo;
- corrente escura;
- leitura eletrônica;
- estatística dos próprios fótons.

20. Fotometria: medir brilho

Fotometria mede o fluxo de um objeto, muitas vezes através de filtros.

O que podemos medir?

- magnitude;
- cor;
- variação de brilho;
- curva de luz;
- trânsito de exoplaneta;
- variabilidade estelar.



Imagem diz “onde”. Fotometria acrescenta “quanto brilho e como ele muda”.

21. Espectroscopia: separar a luz por comprimento de onda

Um espectrógrafo dispersa a luz para medir a intensidade em função de λ.

Poder de resolução espectral: $\boxed{R = \dfrac{\lambda}{\Delta\lambda}}$ **maior $R \Rightarrow$ linhas mais próximas podem ser separadas**



O espectro pode revelar

- composição química;
- temperatura;
- velocidade radial;
- rotação;
- densidade e pressão;
- campos magnéticos em casos específicos.

22. Astrometria e outras técnicas

Nem toda observação procura apenas brilho ou espectro.

Astrometria

Mede posições e movimentos angulares com grande precisão.

- posição no céu;
- movimento próprio;
- paralaxe;
- órbitas aparentes.

Polarimetria

Mede a polarização da luz.

- campos magnéticos;
- espalhamento por poeira;
- geometria de discos e jatos.

Técnicas diferentes respondem perguntas físicas diferentes sobre o mesmo objeto.

23. Relação sinal–ruído

Detectar não basta: precisamos distinguir o sinal das flutuações do fundo e do detector.

$$\boxed{\mathrm{S/N} = \frac{\text{sinal}}{\text{ruído}}}$$

Quando o ruído é dominado pela própria estatística dos fótons:

$$\boxed{\mathrm{S/N} \approx \sqrt{N_{\text{fótons}}}}$$

Consequência

Para dobrar aproximadamente a razão sinal–ruído, precisamos de cerca de **quatro vezes mais fótons**.

Como aumentar S/N?

- abertura maior;
- exposição maior;
- detector mais eficiente;

Também ajuda

- reduzir fundo;
- resfriar detectores;
- calibrar bem os dados.

24. Qual técnica escolher?

Pergunta	Técnica principal
Onde está e qual a forma?	imagem / astrometria
Quanto brilha?	fotometria
O brilho varia com o tempo?	fotometria + curva de luz
Do que é feito?	espectroscopia
Está se aproximando ou afastando?	espectroscopia + Doppler
Há detalhes muito próximos?	grande abertura / interferometria / óptica adaptativa
Qual faixa revela o fenômeno?	escolher banda + detector apropriado

Observar é escolher uma combinação de telescópio, faixa espectral, detector e técnica.

25. Pegadinhas mais comuns

1. **Mais aumento** não significa automaticamente melhor resolução.
2. Poder coletor de luz cresce com D^2, não com D.
3. Melhor resolução significa θ_{min} **menor**.
4. Seeing **menor** é melhor.
5. A atmosfera é transparente apenas em algumas **janelas espectrais**.
6. Interferometria não é exclusiva do rádio.
7. Razão focal e abertura não são a mesma coisa.
8. **Montagem** (altazimutal/equatorial) não é o mesmo que **configuração óptica** (Newtoniano/Cassegrain).
9. Maior abertura também permite atingir **maior magnitude limite**.
10. No Newtoniano, o secundário é plano e desvia a luz para a lateral.

26. Kit de fórmulas da Aula 8

Óptica e detecção

$$A_{\text{coletora}} = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2 \qquad N = \frac{F}{D}$$

$$A_{\text{ampl}} = \frac{F_{\text{tel}}}{f_{\text{ocular}}} \qquad \text{FoV}_{\text{real}} \approx \frac{\text{AFoV}}{A_{\text{ampl}}}$$

$$m_{\text{lim}} \approx 2{,}1 + 5 \log_{10}[D(\text{mm})]$$

$$N_{\text{det}} \propto F\, A\, \eta\, t$$

Resolução, escala e ondas

$$\theta_{\text{min}} = 1{,}22 \frac{\lambda}{D} \qquad \theta \simeq \frac{L}{d}$$

$$1\,\text{rad} \approx 57{,}3^\circ \approx 206\,265''$$

$$c = \lambda f \qquad \theta_{\text{interf}} \sim \frac{\lambda}{B}$$

$$R_{\text{esp}} = \frac{\lambda}{\Delta\lambda}$$

Abertura: luz e resolução | **Focal: escala e aumento** | **Detector: eficiência e tempo**

Resolução dos exercícios

Provas de 2021 a 2025

Questões comentadas

Q7 - P1 2021

7) Um fotômetro acoplado ao telescópio **A** registra **X** contagens de fótons de uma estrela a cada **1 s** (descontadas as contagens do ruído do detector e do céu). O telescópio **B** tem um espelho com a metade do diâmetro do espelho do telescópio **A** e o dobro da sua distância focal.

Em condições idênticas de observação, detecção e registro, quantas contagens da mesma estrela registraria o telescópio **B**?

Assinale a opção correta.

a) X/4

b) X/2

c) 4X

d) 2X

e) X

Q7 - P1 2021

Resposta:

A contagem de fótons que atingem um detector é proporcional à sua área coletora (espelho), **não importando a distância focal do telescópio**.

Contagens do telescópio A:

$$Cont._A = \frac{X\ fótons}{1\ s}$$

Como o espelho do telescópio B tem a metade do diâmetro do telescópio A, ele tem um quarto da área coletora $(1/2)^2$ do espelho A.

Contagens do telescópio B:

$$Cont._B = \frac{X/4\ fótons}{1\ s}$$

Q9 - P1 2021

9) Assinale a única alternativa que traz a principal razão para que os observatórios ópticos profissionais sejam construídos no alto das montanhas.

a) A menor turbulência atmosférica.

b) Ficar longe das luzes das cidades.

c) Ficar acima das nuvens de chuva.

d) Melhorar a aberração cromática.

e) Ficar longe do barulho das cidades.

Resolução dos exercícios

Q9 - P1 2021

Resposta: a) A menor turbulência atmosférica.

Quanto mais alto está o observatório, menor é a camada atmosférica acima dele e, consequentemente, menor será a turbulência causada pela atmosfera nas imagens.

Resolução dos exercícios

Q4 - P2 2021

4) ESTA QUESTÃO FOI ANULADA POR NÃO TER UMA OPÇÃO CORRETA

Sobre telescópios e instrumentação astronômica, analise as afirmações a seguir:

I) No início do século XVI, Galileu começou suas observações astronômicas usando um telescópio do tipo refrator. Anos mais tarde, Newton construiu um telescópio do tipo refletor.

II) A atmosfera terrestre é opaca à radiação ultravioleta (exceto à banda do ultravioleta próximo). Por essa razão, os telescópios que observam na banda UV, em comprimentos de onda menores que o do ultravioleta próximo, são do tipo espaciais.

III) A resolução angular de um telescópio melhora com a turbulência atmosférica, pois a luz sofre refração na atmosfera e a direção dos feixes de luz é alterada, favorecendo a formação da imagem. É por essa razão que um *seeing* (termo usado para expressar o efeito da atmosfera na desfocalização de imagens) com valor alto é almejado durante as observações.

IV) A técnica da interferometria combina a radiação recebida por dois ou mais telescópios, permitindo que atuem como um único telescópio com um espelho de diâmetro equivalente maior que os diâmetros individuais. No entanto, os observatórios atuais usam a interferometria apenas com radiação na banda rádio.

V) Razões focais "pequenas" (menores ou iguais a ***f*/6**) são indicadas para a observação de objetos menos brilhantes, como nebulosas e galáxias. Já as razões focais "grandes" (maiores ou iguais a ***f*/10**) são indicadas para a observação de objetos de menor magnitude, a exemplo da Lua e de alguns planetas.

As afirmações corretas são:

a) I, II e V

b) I, III e V

c) I, II e I

d) II, IV e V

ANULADA

Q4 - P2 2021

A Resposta correta seria: II e V

I) ~~Verdadeiro~~. Falso, pois Galileu começou a observar com telescópio por volta de 1608... Isto é **século XVII** e não século XVI

II) Verdadeiro.

III) Falso. Frase correta: a resolução angular de um telescópio piora com a turbulência atmosférica, pois a luz sofre refração na atmosfera e a direção dos feixes de luz ´e alterada, desfavorecendo a formação da imagem. E por essa razão que um *seeing* (termo usado para expressar o efeito da atmosfera na desfocalização de imagens) com valor baixo é almejado durante as observações. Um *seeing* elevado "borra" as imagens, o que prejudica as observações.

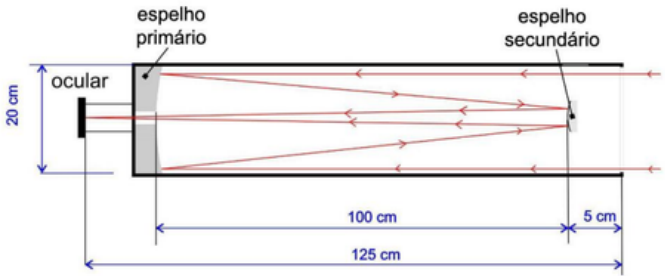
IV) Falso. Frase correta: a técnica da interferometria combina a radiação recebida por dois ou mais telescópios, permitindo que atuem como um único telescópio com um espelho de diâmetro equivalente maior que os diâmetros individuais. Atualmente, há observatórios que usam a interferometria com radiação nas bandas rádio (*ALMA*, *VLA*), infravermelho (*VLTI*) e visível (*CHARA*, *Keck*).

V) Verdadeiro.

Q12 - P3 2021

12) PARAMETRIZADA

A figura a seguir esquematiza o caminho que a luz faz dentro de um telescópio Cassegrain.



Se uma ocular de distância focal df = 40 mm for usada, a ampliação deste telescópio será de:

a) 55,0 x

b) 56,3 x

c) 57,5 x

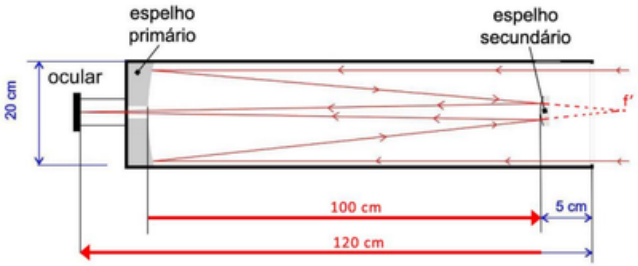
d) 36,7 x

Q12 - P3 2021

Resposta: a) 55,0 x

Como não foi dada nenhuma característica dos espelhos primário e secundário, basta medirmos a trajetória da luz, desde a sua primeira reflexão até o ponto onde os raios efetivamente convergem para termos a distância focal do telescópio.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE

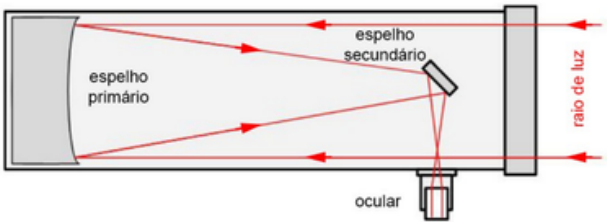


A ampliação do telescópio será A = Distância focal do telescópio/distância focal da ocular:

$$A = \frac{100\ cm + 125\ cm\ -\ 5\ cm}{4\ cm} = 55$$

Q4 - P1 2022

4) A imagem a seguir mostra o diagrama óptico de um telescópio:



Que tipo de telescópio está representado no diagrama?

a) Refletor Newtoniano.

b) Refrator Galileano.

c) Refrator Kepleriano.

d) Refletor Schmidt-Cassegrain.

e) Refletor Gregoriano.

Resolução dos exercícios

Q4 - P1 2022

Resposta: a) Refletor Newtoniano.

O telescópio newtoniano, também chamado de refletor newtoniano, é um tipo de telescópio refletor inventado pelo inglês Sir Isaac Newton (1643-1727), usando um espelho primário côncavo e um espelho secundário diagonal plano.

Q13 - P2 2022

13) Um telescópio amador tem uma lente objetiva de diâmetro D = 9 cm e uma razão focal de f/13. Uma observação visual é realizada usando uma ocular com uma distância focal f = 39 mm e um campo de FoV = 100°.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Assinale a opção que traz (1) a ampliação da imagem obtida e (2) o campo visual aproximado do telescópio com esta ocular.

a) 3 e 3,3°

b) 3 e 33°

c) 13 e 100°

d) 30 e 3,3°

e) 30 e 100°

Resolução dos exercícios

Q13 - P2 2022

Resposta: d) 30 e 3,3°

A ampliação (ou aumento) é a relação entre o tamanho de um objeto observado a olho nu e o seu tamanho quando visto pelo telescópio. O telescópio aumenta o diâmetro angular dos objetos observados dando a impressão que estão mais próximos de nós.

Para calcular a ampliação de um telescópio usamos uma fórmula muito simples: **A = F / f**

Onde: A = ampliação
F = distância focal da objetiva do telescópio
f = distância focal da ocular

Como a razão focal do telescópio é f/13, a distância focal F do telescópio é dada pela relação:

$$F = 13 \times D = 13 \times 9\ cm = 117\ cm = 1170\ mm$$

Sendo assim, a ampliação do telescópio será:

$$A = \frac{F}{f} = \frac{1170\ mm}{39\ mm} = 30$$

O campo visual representa a área aparente do céu que vemos pelo telescópio. Esta propriedade varia de acordo com o aumento e o tipo de ocular utilizada. Quanto menor o aumento do telescópio maior será o campo visual e essa característica é indispensável nas observações de objetos mais extensos, como cometas, nebulosas, galáxias e aglomerados estelares. O tipo de ocular utilizada também provoca alterações nesta característica e as oculares de ópticas mais complexas são as que oferecem um campo maior.

O campo visual pode ser obtido com a fórmula: **C = FoV / A**

Onde: C = campo visual
FoV = campo da ocular
A = ampliação
Substituindo-se os valores:

$$C = \frac{FoV}{A} = \frac{100°}{30} \cong 3{,}3°$$

Q19 - P2 2022

19) Um astrônomo amador, fabricante de telescópios, projetou a construção do seu próximo instrumento refletor altazimutal. No entanto, ele não ficou satisfeito com o poder de separação teórico que seu telescópio teria, pois ele está interessado na observação de estrelas duplas.

Assinale a opção que traz uma solução do projeto para o fabricante aumentar o poder de separação (a resolução) do telescópio.

a) Trocar o telescópio de refletor para refrator.

b) Aumentar o diâmetro do seu espelho primário.

c) Trocar a montagem de altazimutal para equatorial.

d) Observar objetos utilizando comprimentos de onda maiores.

e) Observar objetos utilizando oculares de distâncias focais pequenas.

Q19 - P2 2022

Resposta: b) Aumentar o diâmetro do seu espelho primário.

O poder de separação (ou poder separador ou resolução) de um telescópio é a propriedade que um telescópio possui de isolar e tornar visíveis detalhes muito pequenos. Esta característica não depende da ampliação e sim do diâmetro da objetiva (ou espelho primário) do instrumento. Quanto maior o diâmetro da área de captação da luz maior será o poder de resolução. Esta é uma característica muito importante, pois é ela que garante a observação de detalhes em superfícies de planetas e a separação de estrelas duplas.

Pelo Critério de Rayleigh, o poder de separação pode ser obtido pela fórmula:

$$\theta = 1{,}22\frac{\lambda}{D}$$

Onde: θ = é a menor separação angular, em radianos, entre dois pontos visíveis no céu

λ = é o comprimento de onda da observação

D = diâmetro da objetiva (ou espelho primário) do telescópio

Desta fórmula, vemos que para um mesmo comprimento de onda, quanto maior o diâmetro da objetiva (ou do espelho primário), menor será a separação angular e, portanto, maior será o poder de separação do telescópio.

$$\theta \downarrow = 1{,}22\frac{\lambda}{D \uparrow}$$

Q12 - P3 2022

12) Um telescópio com um espelho de 3,80 metros de diâmetro tem um detetor na faixa do infravermelho, entre os 20 e os 640 micrômetros. Este telescópio foi capaz de detectar, no seu limite de resolução, um disco protoplanetário com um raio de 12 UA em torno de uma estrela.

Assinale a alternativa que traz a distância máxima aproximada a que essa estrela pode se encontrar da Terra.

Dado: 1 pc = $3{,}086 \times 10^{16}$ m

a) 0,56 pc

b) 1,12 pc

c) 6,84 pc

d) 9,10 pc

e) 18,20 pc

Q12 - P3 2022

Resposta: e) 18,20 pc

Para calcular o poder de separação, temos de usar o limite da faixa de sensibilidade do detector que nos dá a melhor resolução, portanto 20 μm.

$$\theta = 1{,}22\frac{\lambda}{D} \rightarrow \theta = 1{,}22\frac{20 \times 10^{-6}\, m}{3{,}80\, m} \rightarrow \theta \cong 6{,}42 \times 10^{-6}\, radianos$$

A relação entre o tamanho angular θ de um objeto e seu tamanho real L depende da distância r do observador através da seguinte relação:

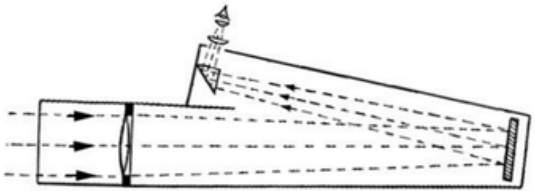
$$L = r\theta \leftrightarrow r = \frac{L}{\theta}$$

Substituindo-se os valores:

$$r = \frac{2 \times 12 \times 150 \times 10^{9}\, m}{6{,}42 \times 10^{-6}} \rightarrow r \cong 5{,}61 \times 10^{17}\, m \equiv 18{,}20\, pc$$

Q17 - P1 2023

17) O desenho a seguir traz o esquema de um telescópio refrator, com lente objetiva de 8 polegadas de diâmetro e razão focal f/14.



Assinale a opção que traz a distância focal deste instrumento.

a) 284,5 cm

b) 112,0 cm

c) 203,2 cm

d) 88,8 cm

e) 140,0 cm

Q17 - P1 2023

Resposta: a) 284,5 cm

Comentário: A razão focal de um telescópio é a relação entre a distância focal e o diâmetro da objetiva. Ela é uma medida da eficiência do telescópio em coletar luz. Se o telescópio tem razão focal f/14, então podemos escrever:

$$\frac{f}{D} = 14 \rightarrow f = D \times 14$$

Como cada polegada equivale a 2,54 cm, então:

$$f = 8'' \times 2{,}54 \frac{cm}{''} \times 14 = 284{,}48\ cm \cong 284{,}5\ cm$$

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resolução dos exercícios

Q18 - P1 2023

18) Um fotômetro fotoelétrico é um dispositivo utilizado para medir a intensidade de luz ou radiação eletromagnética em diferentes comprimentos de onda. Ele funciona convertendo a luz incidente em corrente elétrica por meio do efeito fotoelétrico, permitindo a quantificação da energia luminosa recebida. É comumente utilizado em pesquisas científicas, astronomia, fotografia e em aplicações industriais, como controle de qualidade e espectroscopia.

Suponha que um fotômetro fotoelétrico acoplado a um telescópio **A** registra 100.000 contagens de fótons vindos de uma estrela em 1 segundo, já descontadas as contagens do ruído do detector e do céu.

Em condições idênticas de observação, detecção e registro, e admitindo não haver perdas significativas entre os telescópios, este mesmo fotômetro é acoplado a:

i) um telescópio **B** com a mesma distância focal do telescópio **A**, porém com o triplo da sua abertura.

ii) um telescópio **C** com a mesma abertura do telescópio **A**, porém com o dobro da sua distância focal.

Assinale a opção que traz, respectivamente, o número de contagens por segundo para os telescópios **B** e **C**.

a) 900.000 contagens/s e 100.000 contagens/s

b) 300.000 contagens/s e 100.000 contagens/s

c) 900.000 contagens/s e 200.000 contagens/s

d) 100.000 contagens/s e 200.000 contagens/s

e) 300.000 contagens/s e 50.000 contagens/s

Q18 - P1 2023

Resposta: a) 900.000 contagens/s e 100.000 contagens/s

A abertura é que é o fator determinante para as contagens, pois determina o número de fótons que chega ao detector. Quanto maior a área coletora, maior será a contagem.

Se o telescópio **B** tem o triplo de abertura do telescópio **A**, então sua área coletora será $\mathbf{3^2}$ maior, ou seja:

$$\text{contagens (B)} = \text{contagens (A)} \times 3^2 = 100.000/\text{s} \times 9 = 900.000 \text{ contagens/s}.$$

A distância focal é irrelevante para a contagem, pois foi dito que não há perdas significativas entre os telescópios. Apenas o caminho óptico percorrido pelos fótons até o detector será maior no Telescópio **C**.

Como a abertura do Telescópio **C** é a mesma do Telescópio **A**, então:

$$\text{contagens (C)} = \text{contagens (A)} = 100.000 \text{ contagens/s}$$

Q11 - P2 2023

11) Uma certa ocular proporciona uma magnificação, ou ampliação ***A***, de 60 vezes quando usada em um telescópio de razão focal F/10 e objetiva de 150 mm de diâmetro.

Assinale a opção que traz qual será a magnificação proporcionada pela mesma ocular se usada com um telescópio de razão focal F/15 e objetiva de 100 mm de diâmetro.

a) 60 X

b) 75 X

c) 10 X

d) 150 X

e) 15 X

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resolução dos exercícios

Q11 - P2 2023

Resposta: a) 60 X

A distância focal *F* do telescópio será:

$$\frac{F}{10} = 150\ mm \rightarrow F = 1500\ mm$$

A magnificação, ou ampliação, de um telescópio é a razão entre a distância focal *F* do telescópio e a distância focal *f* da ocular. Portanto:

$$A = \frac{F}{f} = 60 \rightarrow f = \frac{1500\ mm}{60} = 25\ mm$$

Do mesmo modo, a distância focal *F* do segundo telescópio será:

$$\frac{F}{15} = 100\ mm \rightarrow F = 1500\ mm$$

A magnificação será a mesma do primeiro telescópio:

$$A = \frac{F}{f} = \frac{1500\ mm}{25\ mm} = 60$$

Q6 - P3 2023

6) Considere que o equipamento fotográfico de um telescópio foi substituído por um CCD (*charge-coupled device* ou dispositivo de carga acoplada).

Se a chapa fotográfica registra **5%** da luz que chega até ela, mas o CCD registra **90%**, assinale a opção que traz quanto tempo o novo sistema levará para coletar tanta informação quanto o antigo detector registrava em uma exposição de **1 hora**?

a) 200 s

b) 18 s

c) 450 s

d) 85 s

e) 40 s

Q6 - P3 2023

Resposta: a) 200 s

Vamos considerar um fluxo ***F*** chegando na chapa fotográfica, cuja eficiência é de 0,05, por 1 hora. O mesmo fluxo, agora, chega a um detector cuja eficiência é e 0,90.

O tempo para se coletar a mesma informação será:

$$F \times 1h \times 0{,}05 = F \times t \times 0{,}90$$

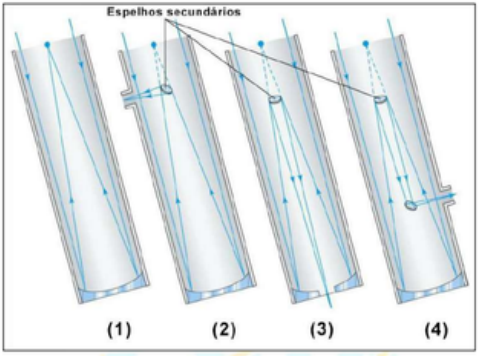
Resolvendo para t:

$$t = \frac{1h \times 0{,}05}{0{,}90} = \frac{3.600\ s \times 0{,}05}{0{,}90} \rightarrow t = 200\ s$$

Resolução dos exercícios

Q14 - P1 2024

14) As figuras abaixo mostram a trajetória da luz dentro de quatro telescópios refletores, numerados de 1 a 4.



Assinale a alternativa correta com relação aos seus focos, na ordem em que foram apresentados:

a) foco Newtoniano, foco Primário, foco Coudé e foco Cassegrain.

b) foco Newtoniano, foco Primário, foco Cassegrain e foco Coudé.

c) foco Primário, foco Newtoniano, foco Cassegrain e foco Coudé.

d) foco Primário, foco Newtoniano, foco Coudé e foco Cassegrain.

e) foco Coudé, foco Cassegrain, foco Newtoniano e foco Primário.

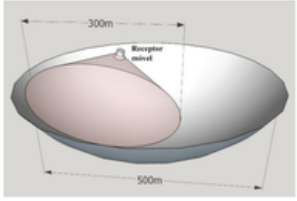
Q14 - P1 2024

Resposta: c) foco Primário, foco Newtoniano, foco Cassegrain e foco Coudé.

Q3 - P3 2024

4) O *Five-hundred-meter Aperture Spherical Telescope* (FAST), apelidado de Tianyan ("Olho do Céu"), é um radiotelescópio localizado na depressão de Dawodang, uma bacia natural no Condado de Pingtang, Guizhou, sudoeste da China.

Embora o diâmetro do disco refletor seja de 500 m, seu receptor, que pode ser apontado para diferentes posições no céu, capta ondas de apenas um círculo de 300 m de diâmetro útil.



Desenho adaptado: Phoenix7777 - Creative Commons.

A frequência de trabalho do receptor varia de f_1 = 70,0 MHz a f_2 = 3,0 GHz.

Baseado nas informações e em seus conhecimentos, avalie os instrumentos a seguir (numerados de I a V) e assinale a opção que traz a(s) luneta(s) que tem(êm) a resolução angular teórica equivalente ou maior, na faixa do visível (λ = 550 nm), à máxima resolução angular teórica, na faixa do rádio do FAST. Desconsidere a turbulência atmosférica.



a) somente V

b) somente IV e V

c) somente III, IV e V

d) somente II, III, IV e V

e) todas

Q3 - P3 2024

Resposta: e) Todas

Primeiro, vamos calcular os comprimentos de onda relativos às frequências de trabalho do receptor do FAST. Como as ondas de rádio são ondas eletromagnéticas, sua velocidade é a velocidade da luz. A velocidade c de propagação de uma onda eletromagnética pode ser equacionada, como:

$$c = \lambda f \leftrightarrow \lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda_1 = \frac{300.000.000\ m/s}{70{,}0 \times 10^6\ Hz} \cong 4{,}3\ m$$

$$\lambda_2 = \frac{300.000.000\ m/s}{3{,}0 \times 10^9\ Hz} = 0{,}1\ m$$

Em seguida vamos usar o Critério de Rayleigh para calcular a resolução angular do FAST, em sua resolução máxima, considerando apenas sua área útil de captação:

$$\theta_{min} = 1{,}22\frac{\lambda_2}{D}$$

$$\theta_{min} = 1{,}22\frac{0{,}1\ m}{300\ m} \cong 4{,}1 \times 10^{-4}\ rad$$

Em segundos de arco:

$$\theta_{min} = \frac{4{,}1 \times 10^{-4} \times 180^{o} \times 60\,'/_{o} \times 60\,''/_{'}}{\pi} \rightarrow \theta_{min} \cong 84{,}6''$$

Agora vamos calcular o diâmetro de um telescópio para ter a mesma resolução angular teórica para o comprimento de onda λ = 550 nm.

$$4{,}1 \times 10^{-4}\ rad = 1{,}22\frac{550 \times 10^{-9}\ m}{D}$$

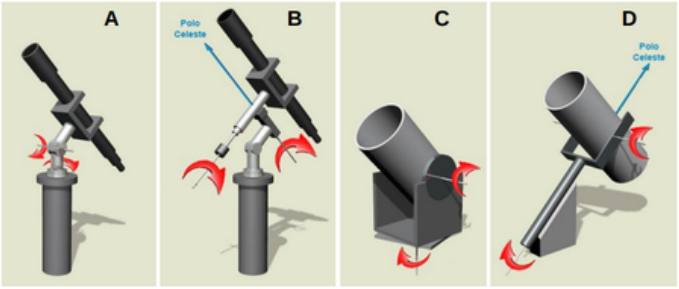
$$D = 1{,}22\frac{550 \times 10^{-9}\ m}{4{,}1 \times 10^{-4}\ rad} \rightarrow D \cong 1{,}6 \times 10^{-3}\ m = 1{,}6\ mm \approx 2\ mm$$

Portanto, todos os instrumentos apresentados apresentam resolução angular, na faixa do visível, maior do que resolução angular do FAST, pois todos têm objetivas com diâmetros maiores do que 2 mm.

Resolução dos exercícios

Q16 - P1 2025

16) Associe os telescópios **A**, **B**, **C** e **D** aos respectivos tipos de montagens, na ordem em que estão apresentados.



a) Altazimutal; Equatorial Inglesa; AltazimutalDobsoniana; Equatorial de garfo.

b) Altazimutal; Equatorial Germânica; AltazimutalDobsoniana; Equatorial de garfo.

c) Altazimutal; Equatorial Germânica; Equatorial Dobsoniana; Equatorial de garfo.

d) Equatorial Germânica; Altazimutal; Equatorial de garfo; Altazimutal Dobsoniana.

e) Equatorial Inglesa; Equatorial Germânica; AltazimutalDobsoniana; Equatorial de garfo.

Q16 - P1 2025

Resposta: b) Altazimutal; Equatorial Germânica; AltazimutalDobsoniana; Equatorial de garfo.

Q6 - P2 2025

6) O campo visual representa a área aparente do céu que conseguimos ver através do telescópio. Essa característica depende de dois fatores principais:

1. Campo aparente da ocular (O) – o ângulo que a ocular "projeta" para o olho.
2. Ampliação do telescópio (A) – quanto o telescópio amplia a imagem do céu.

Quanto maior a ampliação, menor será o campo visual, pois estamos "aproximando" apenas uma parte menor do céu.

Quanto maior o campo aparente da ocular, maior será o campo visual, permitindo observar regiões maiores do céu.

Qual o campo visual de um telescópio usando uma ocular de 50° e aumento de 100 vezes?

a) 0,5°

b) 1°

c) 2°

d) 5°

e) 50°

Resposta: a) 0,5°

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Q6 - P2 2025

Comentários:

O campo visual real de um telescópio indica a extensão do céu que conseguimos observar. Ele é calculado dividindo-se o campo aparente da ocular pelo aumento do telescópio,

$$C = O/A.$$

A ideia por trás da fórmula é que o aumento "aproxima" a imagem e, quanto maior ele for, menor será a porção do céu que cabe na ocular. Por outro lado, uma ocular com campo aparente maior permite enxergar uma região maior do céu.

No exemplo, uma ocular de 50° com aumento de 100× resulta em

$$C = 50/100 = 0{,}5°,$$

mostrando que apenas uma pequena faixa do céu é visível.

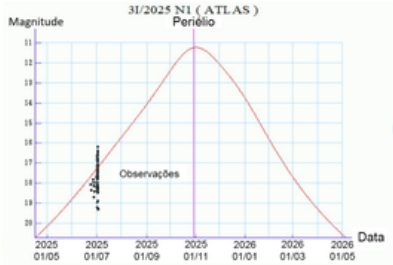
Resolução dos exercícios

Q8 - P3 2025

8) A magnitude limite de um telescópio indica o menor brilho de um objeto que ele pode detectar. Esse valor é determinado principalmente pelo diâmetro da objetiva (a lente principal ou espelho): quanto maior o diâmetro, maior a quantidade de luz coletada e, portanto, menor o brilho do objeto que pode ser visto.

A fórmula para o cálculo desta magnitude é frequentemente apresentada como uma simplificação, onde a magnitude limite de um telescópio é de aproximadamente 2,1 mais 5 vezes o logaritmo do diâmetro da objetiva (em milímetros), supondo condições de observações ideais e desconsiderando a turbulência atmosférica.

O gráfico a seguir traz a variação teórica da magnitude aparente do cometa extrassolar 3I/ATLAS (C/2025 N1 ATLAS) ao longo do tempo.



Baseado neste gráfico e no que foi apresentado, assinale a opção que traz o diâmetro mínimo que um telescópio precisa ter para observar este cometa no dia 1º de dezembro de 2025.

a) 80 mm
b) 90 mm
c) 100 mm
d) 110 mm
e) 120 mm

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Q8 - P3 2025

Resposta: c) 100 mm

Comentários: Vemos no gráfico que a magnitude aparente teórica do 3I/ATLAS será m = 12.

Utilizando a fórmula dada, temos:

$$m = 2{,}1 + 5 \log D$$

Isolando D, temos:

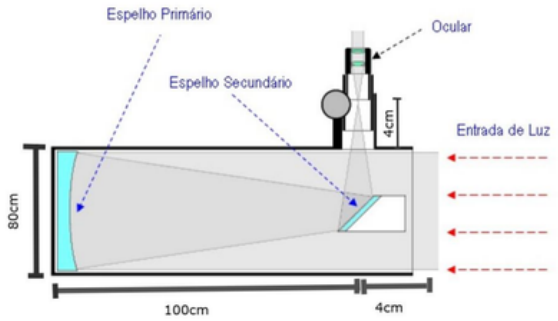
$$\log D = \frac{m - 2{,}1}{5} \rightarrow D = 10^{\left(\frac{m-2{,}1}{5}\right)}$$

Substituindo-se os valores:

$$D = 10^{\left(\frac{12-2{,}1}{5}\right)} \rightarrow D \cong 95{,}5\ mm \equiv 100\ mm$$

Q14 - P3 2025

14) Sobre o telescópio abaixo, assinale a alternativa que indica o seu tipo e a distância focal do espelho primário.



a) Kepleriano, 96 cm
b) Newtoniano, 96 cm
c) Newtoniano, 104 cm
d) Cassegrain, 144 cm
e) Newtoniano, 144 cm

Resolução dos exercícios

Q14 - P3 2025

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resposta: e) Newtoniano, 144 cm
Comentário:

1. Tipo do telescópio

O desenho mostra espelho primário no fundo, espelho secundário plano inclinado desviando a luz para a lateral onde fica a ocular. Isso é exatamente a configuração de um telescópio **newtoniano**.

2. Distância focal do espelho primário

Pelo enunciado, queremos a distância do espelho primário até o foco. Pelo esquema:

- Comprimento do tubo ao longo do eixo: **100 cm**
- Altura do centro do tubo até a borda superior: o diâmetro é **80 cm**, então o raio é **40 cm**
- O foco ainda está **4 cm** acima da borda do tubo

Então, considerando o caminho até o foco na ocular, a distância total fica: 144cm
Logo, a alternativa correta é: **Newtoniano, 144 cm**.

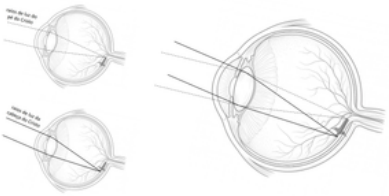
Resolução dos exercícios

Q8 - P1 2026

8. Considere a situação a seguir, na qual Juliana observa o Cristo Redentor através de sua janela.



Para que ela veja a estátua, a luz refletida pelo Cristo deve entrar em seus olhos e atingir a sua retina. Conforme o diagrama, a luz que vem da cabeça do Cristo é ligeiramente mais inclinada do que a luz que vem de seus pés, o que permite a formação de uma imagem.



Para observar melhor o monumento, Juliana pode fazer uso de um telescópio, visualizando uma imagem ampliada como na figura ao lado. Com base nas informações e em seus conhecimentos, qual dos princípios de funcionamento de um telescópio explica a funcionalidade discutida no texto?



a) O tubo do telescópio, por ser maior que a pupila, coleta muito mais luz que o olho humano.
b) As imagens de diversos telescópios podem ser combinadas para formar uma imagem equivalente à de um telescópio com diâmetro maior.
c) O formato dos espelhos de um telescópio pode ser alterado em tempo real para compensar efeitos atmosféricos.
d) Um telescópio pode ser equipado com um motor, que o gira para compensar a rotação do céu.
e) Raios de luz que entram inclinados saem ainda mais inclinados.

Resolução dos exercícios

Q8 - P1 2026

Solução: O texto descreve a formação de imagens no olho humano e o aumento proporcionado pelo telescópio. Ele ocorre porque os raios de luz inclinados saem ainda mais inclinados pelo telescópio, formando uma imagem maior na retina.

Gabarito: **Alternativa e)**