AULAS PREPARATÓRIAS PARA A OBA - SELETIVAS INTERNACIONAIS

Aula 5
Fluxo, luminosidade e magnitudes

O que o brilho dos astros nos conta?

Isabelle Gios Martimiano

25/09/2026

1. Luminosidade e propriedades intrínsecas

A **luminosidade** L é a quantidade total de energia que um astro emite por unidade de tempo:

$$\boxed{L = \frac{E}{\Delta t}}$$

unidade: W

Propriedades intrínsecas

Pertencem ao próprio astro e não mudam apenas porque o observador muda de posição:

- luminosidade;
- massa e raio;
- temperatura efetiva;
- composição química.

Não são intrínsecas

Dependem da observação ou da geometria:

- distância até nós;
- fluxo observado;
- magnitude aparente;
- tamanho angular.

2. Luminosidade, raio e temperatura: Lei de Stefan–Boltzmann

Se uma estrela é aproximada por um corpo negro, sua luminosidade total pode ser escrita como:

$$L = (4\pi R^2)\,\sigma\,T^4$$

O que significa cada símbolo?

- L: **luminosidade** total da estrela, em W;
- R: **raio** da estrela, em m;
- T: **temperatura efetiva** da superfície, em K;
- σ: **constante de Stefan–Boltzmann**,

$$\sigma \approx 5{,}67 \times 10^{-8}\,\mathrm{W\,m^{-2}\,K^{-4}}.$$

De onde vem $4\pi R^2$?

É a **área da superfície de uma esfera** de raio R:

$$A = 4\pi R^2.$$

Cada metro quadrado da superfície emite um fluxo proporcional a σT^4.

Consequências importantes

$$L \propto R^2 \qquad \text{e} \qquad L \propto T^4$$

Dobrar R aumenta L em 4 vezes; dobrar T aumenta L em 16 vezes.

3. Fluxo e luminosidade não são a mesma coisa

O **fluxo** F mede a energia recebida por unidade de tempo e por unidade de área:

$$F = \frac{\text{energia recebida}}{\text{tempo} \times \text{área}} \qquad \text{unidade: } \mathrm{W/m^2}$$

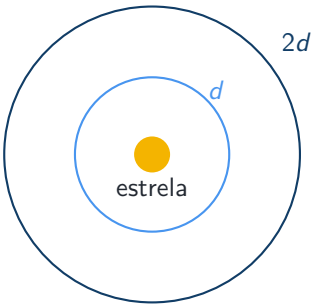
	Luminosidade L	Fluxo F
O que mede?	energia total emitida	energia que chega por área
Depende da distância?	não	sim
É intrínseca?	sim	não

Ideia essencial

Uma estrela pode ser muito luminosa e, mesmo assim, parecer fraca se estiver muito distante.

4. Por que o brilho diminui com a distância?

Suponha que uma estrela emita igualmente em todas as direções. A mesma energia precisa se espalhar sobre superfícies cada vez maiores.



A área de uma esfera é:

$$A = 4\pi d^2$$

Logo:

$$\boxed{F = \frac{L}{4\pi d^2}}$$

Lei do inverso do quadrado

Para a mesma luminosidade:

$$\boxed{F \propto \frac{1}{d^2}}$$

5. Como o fluxo muda com a distância?

Para a mesma estrela:

$$\boxed{\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2}$$

Distância	Fluxo
$d \to 2d$	$F \to F/4$
$d \to 3d$	$F \to F/9$
$d \to d/2$	$F \to 4F$

Exemplo

Se uma estrela passa de d para $5d$:

$$F_2 = \frac{F_1}{25}$$

Pegadinha

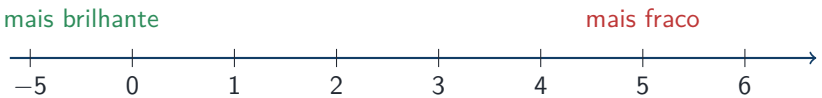
Dobrar a distância não reduz o fluxo à metade. Reduz para **um quarto**.

Mesmo fluxo não significa mesma luminosidade: uma estrela mais distante pode ser intrinsecamente mais luminosa.

6. A escala de magnitudes

A escala moderna de magnitudes preserva uma característica histórica importante:

menor magnitude $\Rightarrow$ astro mais brilhante



E ela é logarítmica

Diferenças de magnitude correspondem a **razões de fluxo**, não a diferenças lineares de energia.

7. Magnitude aparente e exemplos conhecidos

A **magnitude aparente** m descreve o brilho do astro como ele é observado. Ela depende da luminosidade, distância, extinção e faixa espectral da medida.

Objeto	m aproximada	Comentário
Sol	$-26{,}7$	extremamente brilhante
Lua Cheia	$-12{,}7$	varia com fase/distância
Vênus	até $-4{,}9$	varia ao longo da órbita
Sirius	$-1{,}46$	estrela mais brilhante do céu noturno
Vega	$+0{,}03$	próxima de zero
Limite a olho nu	$+6$	céu escuro, boas condições

Lembrete

Magnitude aparente não mede diretamente a luminosidade intrínseca.

8. Lei de Pogson

A diferença entre duas magnitudes é relacionada à razão entre os fluxos:

$$\boxed{m_1 - m_2 = -2{,}5 \log_{10}\left(\frac{F_1}{F_2}\right)}$$

- m_1, m_2: magnitudes aparentes;
- F_1, F_2: fluxos correspondentes.

Por que existe o sinal negativo?

Porque um astro com maior fluxo deve receber uma magnitude numericamente menor.

Mais fluxo $\Rightarrow$ menor magnitude.

9. Duas regras úteis da escala de magnitudes

Da Lei de Pogson surgem dois resultados que aparecem o tempo todo:

Diferença de 5 magnitudes

$$\Delta m = 5$$

corresponde a:

$$\boxed{\text{fator 100 em fluxo}}$$

Diferença de 1 magnitude

$$100^{1/5} \approx 2{,}512$$

portanto:

$$\boxed{\Delta m = 1 \Rightarrow \text{fator } 2{,}512}$$

Quanto maior a diferença de magnitude, maior a razão entre os fluxos.

10. Exemplo com Pogson

A estrela A tem $m_A = 2$ e a estrela B tem $m_B = 5$. Qual recebe maior fluxo e por quanto?

$$m_A - m_B = -3$$

$$-3 = -2{,}5 \log_{10}\left(\frac{F_A}{F_B}\right)$$

$$\log_{10}\left(\frac{F_A}{F_B}\right) = 1{,}2$$

$$\boxed{\frac{F_A}{F_B} = 10^{1,2} \approx 15{,}8}$$

A estrela A recebe cerca de 15,8 vezes mais fluxo que B.

11. Fluxos somam, magnitudes não

Se dois astros não são resolvidos separadamente, o detector recebe a soma dos fluxos:

$$\boxed{F_{\text{total}} = F_1 + F_2 + \cdots}$$

Mas:

$$m_{\text{total}} \neq m_1 + m_2$$

Duas estrelas idênticas

Se cada uma tem fluxo F, juntas fornecem $2F$:

$$\Delta m = -2{,}5 \log_{10}(2) \approx -0{,}75$$

Logo, o sistema combinado é cerca de 0,75 magnitude mais brilhante que cada estrela isolada.

12. Magnitude absoluta: colocando todos a 10 pc

A **magnitude absoluta** M é a magnitude aparente que o astro teria se estivesse a:

$$\boxed{10\ \text{pc}}$$

	Aparente m	Absoluta M
Descreve	brilho observado	brilho a 10 pc
Depende da distância real?	sim	não
Compara luminosidades?	não diretamente	sim

Ideia

Colocar mentalmente todas as estrelas à mesma distância permite comparar seus brilhos intrínsecos.

13. Magnitude absoluta e luminosidade

Como todas as magnitudes absolutas são definidas para a mesma distância de 10 pc, o fator geométrico é igual para todos os astros.

$$\boxed{M_1 - M_2 = -2{,}5 \log_{10}\left(\frac{L_1}{L_2}\right)}$$

Interpretação

Menor magnitude absoluta significa maior luminosidade intrínseca.

Exemplo

Se:

$$M_A - M_B = -5,$$

então A é 100 vezes mais luminosa que B.

14. Paralaxe e parsec

A **paralaxe** é a mudança aparente da posição de um objeto quando o observamos de pontos diferentes.

Experimento simples

Olhe para um dedo alternando os olhos. O dedo parece mudar de posição em relação ao fundo.

Na Astronomia

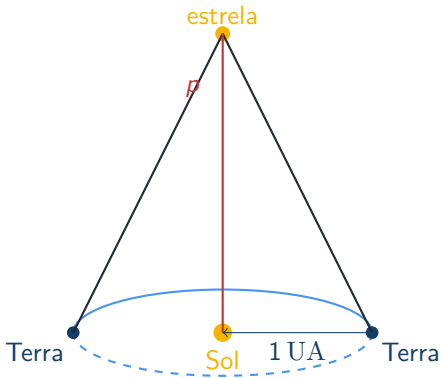
A Terra observa uma estrela próxima de diferentes pontos de sua órbita. Ela parece se deslocar em relação às estrelas distantes.

O **parsec** nasce dessa geometria:

$$\boxed{1\ \mathrm{pc} \approx 3{,}26 \text{ anos-luz}}$$

Quanto maior a paralaxe, mais próxima está a estrela.

15. Geometria da paralaxe e fórmula da distância



Se p é medido em segundos de arco e d em parsecs:

$$\boxed{d(\mathrm{pc}) = \frac{1}{p(''')}}$$

$$p \uparrow \Rightarrow d \downarrow$$

$$p \downarrow \Rightarrow d \uparrow$$

Definição

Uma paralaxe de $1''$ corresponde a uma distância de 1 pc.

16. Exemplo: distância pela paralaxe

Uma estrela apresenta paralaxe:

$$p = 0{,}20''$$

Logo:

$$d = \frac{1}{p} = \frac{1}{0{,}20}$$

$$\boxed{d = 5 \text{ pc}}$$

Em anos-luz:

$$5 \times 3{,}26 \approx 16{,}3 \text{ anos-luz}$$

Pegadinha frequente

$p = 0{,}10''$ significa uma estrela **mais distante** que outra com $p = 0{,}20''$.

17. Módulo de distância: de onde vem e como usar

Compare o fluxo real da estrela, a distância d, com o fluxo que ela teria a 10 pc:

$$\frac{F}{F_{10}} = \left(\frac{10}{d}\right)^2$$

Aplicando Pogson:

$$m - M = -2{,}5 \log_{10} \left(\frac{10}{d}\right)^2$$

Obtemos:

$$\boxed{m - M = 5 \log_{10}(d) - 5}$$

com d em parsecs.

Forma equivalente

$$\boxed{m - M = 5 \log_{10} \left(\frac{d}{10\,\mathrm{pc}}\right)}$$

18. O que $m - M$ nos conta e como achar a distância

Interpretando o sinal

- $m = M \Rightarrow d = 10$ pc;
- $m > M \Rightarrow d > 10$ pc;
- $m < M \Rightarrow d < 10$ pc.

Isolando d

A partir de:

$$m - M = 5 \log_{10}(d) - 5$$

chegamos a:

$$\boxed{d = 10^{\frac{m-M+5}{5}} \ \mathrm{pc}}$$

19. Exemplo: módulo de distância e efeito da distância

Uma estrela possui:

$$m = 8, \qquad M = 3$$

Então:

$$m - M = 5$$

$$5 = 5 \log_{10}(d) - 5$$

$$\log_{10}(d) = 2$$

$$\boxed{d = 100 \text{ pc}}$$

Outra relação útil

Para a mesma estrela em duas distâncias:

$$\boxed{m_2 - m_1 = 5 \log_{10}\left(\frac{d_2}{d_1}\right)}$$

Se a distância dobra, o astro fica cerca de 1,5 magnitude mais fraco.

20. Magnitude bolométrica e magnitudes em bandas

Uma estrela emite energia em muitos comprimentos de onda.

- **magnitude em uma banda**: considera apenas uma faixa do espectro, por exemplo visual;
- **magnitude bolométrica**: representa a emissão integrada em todas as faixas de comprimento de onda.

Por que isso importa?

Duas estrelas podem ter o mesmo brilho visual e, ainda assim, emitir quantidades totais de energia diferentes se grande parte da radiação estiver fora do visível.

Em questões

Não misture magnitudes definidas em bandas diferentes sem uma relação adicional.

21. Matemática e estratégia de prova

Logaritmos úteis

$$\log_{10}(10) = 1$$

$$\log_{10}(100) = 2$$

$$\log_{10}(2) \approx 0{,}301$$

$$\log(ab) = \log a + \log b$$

Antes de calcular, pergunte

- energia total emitida? $\Rightarrow L$;
- o que chega ao observador? $\Rightarrow F$;
- mudou distância? $\Rightarrow F \propto 1/d^2$;
- magnitudes e fluxos? $\Rightarrow$ Pogson;
- brilho intrínseco? $\Rightarrow M$;
- m e M pedindo distância? $\Rightarrow$ módulo de distância;
- paralaxe? $\Rightarrow d = 1/p$.

22. Kit de fórmulas da Aula 5

Fluxo, luminosidade e magnitudes

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \left(\frac{d_2}{d_1}\right)^2$$

$$m_1 - m_2 = -2{,}5 \log_{10}\left(\frac{F_1}{F_2}\right)$$

$$M_1 - M_2 = -2{,}5 \log_{10}\left(\frac{L_1}{L_2}\right)$$

Distâncias

$$d(\mathrm{pc}) = \frac{1}{p('')}$$

$$m - M = 5 \log_{10}(d) - 5$$

$$d = 10^{\frac{m-M+5}{5}} \ \mathrm{pc}$$

$$m_2 - m_1 = 5 \log_{10}\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

Resolução dos exercícios

Provas de 2021 a 2025

Questões comentadas

Resolução dos exercícios

Q18 - P1 2021

18) O brilho de qualquer estrela irá variar, e muito, em algumas das etapas da sua existência. Podem variar de brilho inclusive, por eclipse com outra estrela ou planeta, ou pela existência de alguma mancha sobre ela, ou então porque não é exatamente esférica, ou porque pulsa radialmente e até mesmo não radialmente.

As Gigantes Vermelhas, do tipo Cefeidas, pulsam radialmente e estão divididas entre as Cefeidas Clássicas e as do Tipo II. As Clássicas possuem períodos entre 1 e 100 dias e possuem massas entre 2 e 20 vezes a massa solar. As Cefeidas do Tipo II têm massas entre 0,5 e 0,6 vezes a massa solar e pulsam com períodos entre 1 e 25 dias.

Medir distâncias em astronomia é de suma importância e a astrônoma estadunidense Henrietta Leavitt (1868-1921), em 1912, descobriu uma relação entre o período (**P**), em dias, de pulsação do brilho das Cefeidas Clássicas e a magnitude absoluta ($\mathbf{M_v}$) delas, dada por:

$$M_v = -2,76 \times log[P(dias)] - 1,40.$$

Medindo-se o período (P) podemos calcular a magnitude absoluta ($\mathbf{M_v}$). Com a luz que chega de uma Cefeida num telescópio se obtém a magnitude aparente ($\mathbf{m_v}$). Ambas as magnitudes ($\mathbf{M_v}$ e $\mathbf{m_v}$) estão relacionadas com a distância **d** da estrela até nós, dada por:

$$d = 10^{(m_v - M_v + 5)/5}.$$

Com todas essas informações, considere que uma Cefeida de magnitude aparente $\mathbf{m_v} = 10$, foi observada com período de pulsação **P** = 10 dias.

Assinale a opção que traz a que distância, aproximadamente, esta Cefeida está de nós (desconsiderando qualquer tipo de perda de luz pelo caminho).

a) 6.792 parsecs.

b) 6.792 anos-luz.

c) 147 anos-luz.

d) 147 parsecs.

e) 679 unidades astronômicas.

Resolução dos exercícios

Q18 - P1 2021

Resposta: a) 6.792 parsecs.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Usando a primeira fórmula para calcular a magnitude absoluta **M_v** da Cefeida, obtemos:

$$M_v = -2{,}76 \times \log(10) - 1{,}40 \rightarrow M_v = (-2{,}76 \times 1) - 1{,}40 = -4{,}16.$$

Usando a segunda fórmula (também conhecida como *módulo da distância*, onde d é dado em parsec) para achar a distância da Cefeida até nós, obtemos:

$$d = 10^{(10+4{,}16+5)/5} \rightarrow d = 10^{3{,}832} \cong 6.792\ parsecs.$$

Q6 - P2 2021

6) QUESTÃO PARAMETRIZADA

Além da paralaxe, é possível estimar a distância que uma estrela se encontra em relação à Terra utilizando a fotometria, fazendo a suposição de que se conhece a magnitude absoluta da estrela.

Considere que dois astrônomos observaram uma mesma estrela de magnitude absoluta M. Entretanto, cada um mede a magnitude aparente desta estrela com uma diferença de 0,40 magnitudes. Isto significa que:

a) As distâncias estimadas pelos observadores variam cerca de 20%

b) As distâncias estimadas pelos observadores variam cerca de 40%

c) As distâncias estimadas pelos observadores variam cerca de 151%

d) Não há diferença entre as distâncias estimadas

Q6 - P2 2021

Resposta: a) As distâncias estimadas pelos observadores variam em 20%

Da equação de Pogson, com a Magnitude absoluta M temos a distância da estrela

$$m - M = 5 \log d - 5$$

Desta forma, considerando que a diferença entre as magnitudes aparentes é $m_1 - m_2 = 0{,}40$, temos que:

$$m_1 - m_2 = 5 \cdot (\log d_1 - \log d_2) \Rightarrow \frac{0{,}40}{5} = \log\left(\frac{d_1}{d_2}\right) \Rightarrow \frac{d_1}{d_2} = 10^{0{,}08} \therefore d_1 \approx 1{,}20\, d_2$$

Desta maneira, a distância d_1 é 20% maior que a distância d_2

Q11 - P2 2021

11) QUESTÃO PARAMETRIZADA

João, acoplando um fotômetro (equipamento que mede o fluxo das estrelas) ao seu telescópio, consegue medir separadamente as magnitudes das componentes de um sistema binário: $m_A = 2{,}30$ e $m_B = 1{,}20$.

Qual é a magnitude aparente do sistema quando observado a olho nu (sem o telescópio)?

a) 0,86

b) 1,75

c) 3,50

d) 1,10

Q11 - P2 2021

Resposta: a) 0,86

Ao observar a olho nu, João perceberá o sistema binário como uma estrela só, com fluxo luminoso $F = F_A + F_B$, onde F_A e F_B são os fluxos das estrelas A e B respectivamente.

Sendo assim, comparando m_A e m_B:

$$m_A - m_B = -2,5 \log \frac{F_A}{F_B} \Rightarrow \frac{F_A}{F_B} = 10^{-0,4(m_A - m_B)} = 0,363$$

Note que:

$$\frac{F}{F_B} = \frac{F_A + F_B}{F_B} = 1 + \frac{F_A}{F_B}$$

Logo, comparando a magnitude total com a magnitude de B:

$$m - m_B = -2,5 \log \frac{F}{F_B} \Rightarrow m = m_B - 2,5 \log \left(1 + \frac{F_A}{F_B}\right)$$

Substituindo F_A/F_B na última equação, conseguimos:

$$\boxed{m = 0,86}$$

Q14 - P2 2021

14) QUESTÃO PARAMETRIZADA

Em 1879, o físico esloveno Jožef Stefan (1835-1893) deduziu, a partir de resultados experimentais, que a potência **P** (energia irradiada por segundo) de um corpo é diretamente proporcional à área **A** da superfície emissora e também diretamente proporcional à sua temperatura **T** elevada à quarta potência. Essa relação foi chamada de Lei de Stefan:

$$P = A\sigma T^4$$

Onde $\sigma = 5{,}67 \times 10^{-8}\ W/m^2K^4$ é a constante de Stefan.

Para uma estrela de raio **R** e temperatura superficial **T**, a potência **P**, irradiada por segundo, é a sua luminosidade **L** e esta equação pode ser escrita como:

$$L = (4\pi R^2)\sigma T^4$$

A Lei de Stefan afirma que, se a temperatura do Sol fosse 20% maior do que a atual, a sua emissão de energia seria:

a) Cerca de duas vezes maior

b) Cerca de três vezes maior

c) 20% maior

d) 40% maior

Q14 - P2 2021

Resposta: a) Cerca de duas vezes maior

A luminosidade é proporcional à temperatura elevada à quarta potência. Portanto:

$$L \sim (1{,}2)^4 = 2{,}0736 \approx 2$$

Q1 - P3 2021

1) **FarFarOut** (Muito Muito Longe) é um objeto transnetuniano extremo que foi descoberto a 132,2 ± 1,5 UA (19,78 ± 0,22 bilhões de km) do Sol, mais longe do que qualquer outro objeto conhecido atualmente observável no Sistema Solar. As observações revelaram que o caminho do Farfarout em torno do Sol é uma longa elipse. No seu ponto mais próximo ao Sol (periélio), Farfarout mergulha a apenas 24,0 UA do Sol, mais perto do Sol do que as órbitas de Plutão e Netuno. Em seu ponto mais distante (afélio), chega a 175,0 UA do Sol.

Calcule a variação de magnitude aparente do Sol, Δm, do ponto de vista do Farfarout, do seu afélio ao seu periélio, ou seja, $m_p - m_a$.

Dados: Magnitude absoluta do Sol: M =+ 4,8; Magnitude aparente do Sol: m = -26,7; Luminosidade do Sol: $L_{Sol} = 3{,}8 \times 10^{26}$ W; 1 UA = $149{,}6 \times 10^{9}$ m; 1 Parsec (pc) = 206.265 UA ou 3,26 anos-luz.

a) $\Delta m \cong -4{,}3$

b) $\Delta m \cong -3{,}4$

c) $\Delta m \cong -2{,}2$

d) $\Delta m \cong -5{,}6$

Resolução dos exercícios

Q1 - P3 2021

Resposta: a) $\Delta m \cong -4{,}3$

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

$$m_{24} - m_{175} = \Delta m = -2{,}5 \log\left(\frac{F_{24}}{F_{175}}\right)$$

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Substituindo-se os valores:

$$\Delta m = -2{,}5 \log\left(\frac{1/24^2}{1/175^2}\right) = -2{,}5 \log\left(\frac{175}{24}\right)^2 \rightarrow \Delta m \cong -4{,}3$$

Q16 - P3 2021

16) A estrela Rigel (β Orionis) está localizada a 860 anos-luz do Sol. Tem uma temperatura efetiva de 11.500 K e um raio 74 vezes maior que o raio do Sol.

Levando em consideração que a magnitude bolométrica absoluta do Sol é $M_{bol} = 4,74$ e que sua temperatura efetiva é $T_{sol} = 5.800$ K, assinale a alternativa que traz a magnitude bolométrica aparente m_{bol} de Rigel.

Utilize: 1 parsec = 3,262 anos-luz

a) -0,47

b) 2,09

c) 1,01

d) 0,12

Q16 - P3 2021

Resposta: a) -0,47

$$M_{bol,R} - M_{bol,Sol} = -2{,}5\log\left(\frac{L_R}{L_{Sol}}\right) = -2{,}5\log\left(\frac{4\pi R_R^2 \sigma T_R^4}{4\pi R_{Sol}^2 \sigma T_{Sol}^4}\right) = -2{,}5\log\left[(74)^2\left(\frac{11500}{5800}\right)^4\right]$$

$$\cong -12{,}3189$$

$$M_{bol,R} = M_{bol,Sol} - 12{,}3189 \rightarrow M_{bol,R} = -7{,}5789$$

Aplicando o módulo de distância:

$$m_{bol,R} - M_{bol,R} = 5\log d - 5 \rightarrow m_{bol,R} = -7{,}5789 + 5\log\left(\frac{860}{3{,}262}\right) - 5 \rightarrow m_{bol,R} \cong -0{,}47$$

Q9 - P1 2022

9) Considere as afirmações a seguir e assinale a alternativa correta.

I - Vistas da Terra, a estrela **A** aparenta ser mais brilhante que a estrela **B**. Portanto a estrela A deve estar mais perto da Terra;

II - Uma estrela de magnitude aparente +5 é mais brilhante que uma de magnitude aparente +2;

III – Anãs Brancas são muito brilhantes porque elas são muito mais quentes que o Sol.

a) Nenhuma está correta.

b) Apenas a II e III estão corretas.

c) Apenas a II está correta.

d) Apenas a III está correta.

e) Todas estão corretas.

Q9 - P1 2022

Resposta: a) Nenhuma está correta.

A afirmação "A estrela A aparenta ser mais brilhante que a estrela B vistas da Terra. Portanto a estrela A deve estar mais perto da Terra" está incorreta, pois a estrela A pode ser mais brilhante por ser mais luminosa que a estrela B e não por estar mais perto.

A afirmação "Uma estrela de magnitude aparente +5 é mais brilhante que uma de magnitude aparente +2" está incorreta, pois a escala de magnitudes é invertida. Portanto uma estrela de magnitude +5 é menos brilhante que uma estrela de magnitude +2.

A afirmação "Anãs Brancas são muito brilhantes porque elas são extremamente quentes" está incorreta, pois apesar de uma Anã Branca ser extremamente quente, seu raio é pequeno e, portanto, pouco brilhante.

Q17 - P1 2022

17) Se pudéssemos reduzir pela metade a distância entre uma estrela e nosso planeta, sua magnitude absoluta:

a) Não mudaria.

b) Dobraria.

c) Aumentaria 4 vezes.

d) Aumentaria 6,3 vezes.

e) Aumentaria 10 vezes.

Q17 - P1 2022

Resposta: a) Não mudaria.

A magnitude absoluta de uma estrela é uma característica própria dela e não depende da distância dela até nós.

Resolução dos exercícios

Q16 - P2 2022

16) A Lei de Stefan-Boltzmann relaciona a temperatura efetiva (T_{ef}) e o raio fotosférico (R) de uma estrela com sua luminosidade intrínseca (L) através da fórmula:

$L = 4\pi R^2 \sigma T_{ef}^4$, onde σ é a constante de Stefan-Boltzmann e vale $5{,}8\times10^{-8}$ $Wm^{-2}K^{-4}$

Assinale a opção que traz a ordem de grandeza (10^n) da luminosidade, em termos de luminosidade do Sol (L_{Sol}), de uma estrela do tipo espectral O, cuja temperatura efetiva é de 29.000 K e raio 9,5 vezes o raio do Sol. Considere a temperatura efetiva do Sol = 5.800 K

a) $10^2\ L_{Sol}$

b) $10^3\ L_{Sol}$

c) $10^4\ L_{Sol}$

d) $10^5\ L_{Sol}$

e) $10^6\ L_{Sol}$

Resolução dos exercícios

Q16 - P2 2022

Resposta: d) $10^5\ L_{Sol}$

$$\frac{L_*}{L_{Sol}} = \frac{4\pi R_*^2 \sigma T_*^4}{4\pi R_{Sol}^2 \sigma T_{Sol}^4} = \left(\frac{R_*}{R_{Sol}}\right)^2 \left(\frac{T_*}{T_{Sol}}\right)^4 = (9{,}5)^2 \left(\frac{29.000}{5.800}\right)^4 = 5{,}6 \times 10^4 \rightarrow L_* = 10^5\ L_{Sol}$$

Ordem de grandeza de um número é a sua potência de 10 mais próxima, uma estimativa que fornece a ideia do tamanho de sua medida. O método para determinar a ordem de grandeza de um número é tomar como parâmetro o valor da raiz quadrada de 10, que é, aproximadamente, 3,162. Para isso, o número deve ser expresso em notação científica. Quando o valor numérico que vem antes da potência de 10 é menor que 3,162 a ordem de grandeza é a própria potência de 10. Quando é maior que 3,162 a ordem de grandeza é a potência de 10 somando +1 ao expoente.

Resolução dos exercícios

Q9 - P3 2022

9) Duas estrelas **A** e **B** têm, respectivamente, magnitudes absolutas $M_A = 3{,}0$ e $M_B = 5{,}0$. Porém elas são observadas com o mesmo brilho (magnitude aparente).

Assinale a opção que traz a razão aproximada entre as distâncias, r_A e r_B, destas estrelas até nós.

a) $r_A = 2{,}0 r_B$

b) $r_A = 2{,}5 r_B$

c) $r_A = 3{,}0 r_B$

d) $r_B = 2{,}0 r_A$

e) $r_B = 2{,}5 r_A$

Q9 - P3 2022

Resposta: b) $r_A = 2{,}5r_B$

Pelo módulo de distância, temos:

$$m_A - M_A = 5\log r_A - 5 \rightarrow m_A = M_A + 5\log r_A - 5$$

$$m_B - M_B = 5\log r_B - 5 \rightarrow m_B = M_B + 5\log r_B - 5$$

Como elas têm o mesmo brilho, $m_A = m_B$

$$M_A + 5\log r_A - 5 = M_B + 5\log r_B - 5 \rightarrow M_B - M_A = 5(\log r_A - \log r_B)$$

Substituindo-se os valores:

$$\frac{5{,}0 - 3{,}0}{5} = \log\left(\frac{r_A}{r_B}\right) \rightarrow \log\left(\frac{r_A}{r_B}\right) = 0{,}4 \rightarrow r_A = 10^{0{,}4} r_B \rightarrow r_A \cong 2{,}5r_B$$

Q13 - P3 2022

13) Considere uma estrela variável do tipo RR Lyrae. Os astrônomos determinaram que o seu período de pulsações é de 12 horas, a sua magnitude aparente tem uma variação de $\Delta m = 0,7$ e a razão entre a temperatura no máximo de brilho T_1 e no mínimo de brilho T_2 é $T_1/T_2 = 1,3$.

Assinale a opção que traz a razão (R_1/R_2) aproximada entre os raios da estrela no brilho máximo e no brilho mínimo, respectivamente.

a) 0,436

b) 0,818

c) 0,873

d) 1,300

e) 1,746

Q13 - P3 2022

Resposta: b) 0,818

Pela Lei de Stefan-Boltzmann, para uma estrela de raio R, sua Luminosidade pode ser obtida multiplicando-se o fluxo na fotosfera (σT^4) pela área total da fotosfera ($4\pi R^2$):

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

Se L_1 e L_2 são, respectivamente, a Luminosidade máxima e mínima, temos:

$$\frac{L_1}{L_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \left(\frac{T_1}{T_2}\right)^4$$

Pela equação de Pogson para a mesma estrela:

$$m_2 - m_1 = \Delta m = 2{,}5 \log\left(\frac{F_1}{F_2}\right) \equiv 2{,}5 \log\left(\frac{L_1}{L_2}\right)$$

Substituindo-se os valores:

$$0{,}7 = 2{,}5 \log\left(\frac{L_1}{L_2}\right) \rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 10^{\frac{0{,}7}{2{,}5}} \rightarrow \frac{L_1}{L_2} \cong 1{,}91$$

$$1{,}91 = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 (1{,}3)^4 \rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{1{,}91}{(1{,}3)^4}} \rightarrow \frac{R_1}{R_2} \cong 0{,}818$$

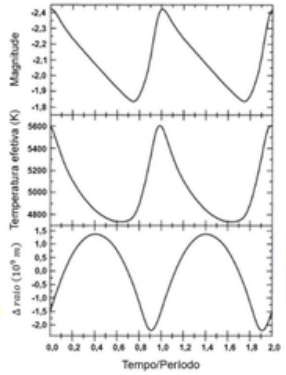
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resolução dos exercícios

Q12 - P1 2023

12) Uma estrela variável é uma estrela cuja magnitude aparente (o brilho observado aqui da Terra) varia com o tempo. Essa variação pode ser uma propriedade intrínseca da estrela, quando sua luminosidade realmente varia. Um exemplo dessa variação são as estrelas pulsantes: estrelas cujo tamanho varia, radialmente ou não radialmente.

A figura a seguir exemplifica um modelo teórico de pulsação, em que podemos ver a correspondência entre as variações de magnitude e as variações da temperatura efetiva (em K), de seu raio (Δr) em função do período de pulsação da estrela.



Baseado neste gráfico e em seus conhecimentos, avalie as seguintes afirmações e assinale a opção correta.

I – Quando a estrela atinge seu raio máximo, seu brilho também é máximo.

II – Quando a estrela atinge sua temperatura efetiva mínima, seu brilho também é mínimo.

III – Quando a estrela atinge seu raio mínimo, a temperatura efetiva é máxima.

IV – A estrela atinge seu brilho máximo quase ao mesmo tempo em que sua temperatura efetiva também é máxima.

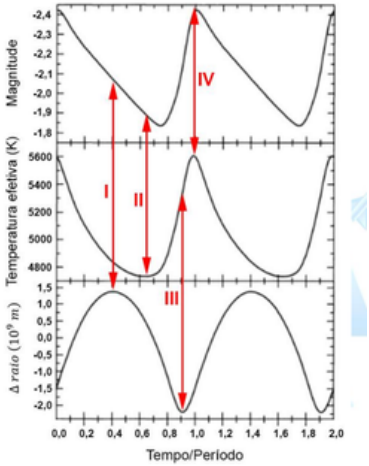
Resolução dos exercícios

Q12 - P1 2023

Reposta: a) Somente a afirmação IV está correta.

Comentários:

- A afirmação I está errada, pois vemos no gráfico que quando a estrela atinge seu raio máximo, seu brilho ainda está decaindo.
- A afirmação II está errada, pois vemos no gráfico que quando a estrela atinge sua temperatura efetiva mínima, seu brilho ainda está decaindo.
- A afirmação III está errada, pois vemos no gráfico que quando a estrela atinge seu raio mínimo, sua temperatura efetiva ainda está crescendo.
- A afirmação IV está correta, pois vemos no gráfico que o brilho e a temperatura efetiva têm máximos quase coincidentes.



Resolução dos exercícios

Q10 - P2 2023

10) Uma estrela de magnitude aparente **m = 0** tem um fluxo observado igual a F_0.

Assinale a opção que traz qual seria o fluxo observado desta estrela se ela fosse 4 vezes mais luminosa, porém estivesse 4 vezes mais distante. Desconsidere qualquer tipo de absorção ou espalhamento da luz no meio interestelar.

a) 0,25 F_0

b) 1,00 F_0

c) 2,00 F_0

d) 4,00 F_0

e) 0,50 F_0

Q10 - P2 2023

Resposta: a) 0,25 F_0

O fluxo observado de uma estrela é dado por:

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

onde L é a luminosidade da Estrela e d, a distância da estrela.

Se $L = 4L_0$ e $d = 4d_0$, então:

$$F = \frac{4L_0}{4\pi(4d_0)^2} = \frac{4}{16}\frac{L_0}{4\pi d_1^2} = 0{,}25F_0$$

Q17 - P2 2023

17) A paralaxe heliocêntrica é usada para medir a distância das estrelas mais próximas. À medida que a Terra gira em torno do Sol, podemos medir a direção de uma estrela em relação às estrelas de fundo quando a Terra está de um lado do Sol, e tornamos a fazer a medida seis meses mais tarde, quando a Terra está do outro lado do Sol. A metade do desvio total na posição da estrela corresponde à paralaxe heliocêntrica.

Considere que uma estrela **A** tem uma paralaxe p_A = **0,01"** e uma estrela **B** tem uma paralaxe p_B = **0,04"** e que a estrela **B** nos parece **16 vezes** mais brilhante que a estrela **A**.

Assinale a opção que traz a razão entre suas luminosidades.

a) $L_A/L_B = 1{,}00$

b) $L_A/L_B = 0{,}25$

c) $L_A/L_B = 4{,}00$

d) $L_A/L_B = 16{,}00$

e) $L_A/L_B = 0{,}50$

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resolução dos exercícios

Q17 - P2 2023

Resposta: a) LA/LB = 1,0

Primeiro vamos encontrar as distâncias até nós das estrelas A e B:

$$d_A\,[pc] = \frac{1}{p_A\,['']} \rightarrow d_A = \frac{1}{0{,}01''} = 100\ pc$$

$$d_B\,[pc] = \frac{1}{p_B\,['']} \rightarrow d_B = \frac{1}{0{,}04''} = 25\ pc$$

Da relação entre fluxo, distância e luminosidade, temos:

$$F = \frac{L}{4\pi d^2} \leftrightarrow L = 4\pi d^2 F$$

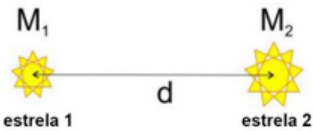
Se a estrela B é 16 vezes mais brilhante do que a estrela A, então $F_B = 16\ F_a$.

Equacionando e substituindo-se os valores, temos:

$$\frac{L_A}{L_B} = \frac{4\pi d_A^2 F_A}{4\pi d_B^2 F_B} = \frac{d_A^2 F_A}{d_B^2 16 F_A} = \frac{1}{16}\left(\frac{100}{25}\right)^2 = \frac{(4)^2}{16} \rightarrow \frac{L_A}{L_B} = 1$$

Q11 - P3 2023

11) Duas estrelas de magnitude absoluta $\mathbf{M_1 = 4,0}$ e $\mathbf{M_2 = 5,0}$ estão a uma distância **d = 10,0 parsec** uma da outra e um observador está localizado na linha que une as duas estrelas.



Assinale a opção que traz a que distância, aproximadamente, da estrela 1 o observador deve estar localizado para observá-las com a mesma magnitude aparente?

a) 6,1 pc

b) 3,9 pc

c) 4,4 pc

d) 5,6 pc

e) 4,9 pc

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resolução dos exercícios

Q11 - P3 2023

Resposta: a) 6,1 pc



Pela geometria do problema, aplicamos o módulo de distância para ambas as estrelas:

$$m_1 = M_1 + 5\log(x) - 5$$

$$m_2 = M_2 + 5\log(d - x) - 5$$

Para o observador, $m_1 = m_2$:

$$M_1 + 5\log(x) - 5 = M_2 + 5\log(d - x) - 5$$

Substituindo-se os valores:

$$4{,}0 + 5\log(x) - 5 = 5{,}0 + 5\log(10 - x) - 5$$

$$5 - 4 = 5\log(x) - 5\log(10 - x)$$

$$\frac{1}{5} = \log\left(\frac{x}{10 - x}\right) \rightarrow 10^{\frac{1}{5}} = \frac{x}{10 - x}$$

$$1{,}584(10 - x) = x \rightarrow 15{,}84 = x(1 + 1{,}584)$$

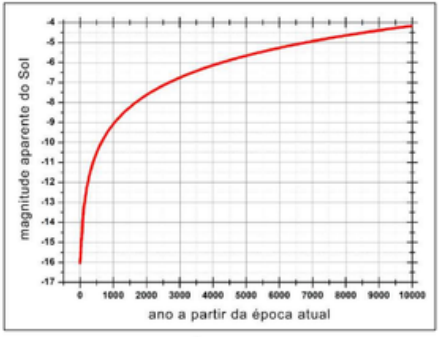
$$x = \frac{15{,}84}{2{,}584} \rightarrow x \cong 6{,}1\ pc$$

Resolução dos exercícios

Q16 - P1 2024

16) O brilho aparente de um astro é o seu fluxo medido na **Terra** e, normalmente, é expresso em termos da magnitude aparente **m**. A escala de magnitudes é invertida, de modo que os objetos astronômicos mais brilhantes têm magnitudes aparentes negativas. Por exemplo: o Sol (m_{Sol} = -26,8), a Lua Cheia (m_{min} = -12,6), Vênus (m_{min} = -4,4) ou Júpiter (m_{min} = -2,9). As estrelas mais fracas visíveis a olho nu em uma noite muito escura têm magnitudes aparentes de cerca de +6,0 < m < +6,5.

O gráfico a seguir traz a magnitude aparente do Sol do ponto de vista da sonda **Voyager 2**, ao longo dos muitos séculos de viagem que ela tem pela frente. Lançada em 1977, atualmente ela se encontra a cerca de 138 UA de distância do Sol.



A partir das informações fornecidas e de seus conhecimentos, avalie as seguintes afirmações:

I – Só daqui a 1000 anos, o Sol para a Voyager 2 brilhará menos do que a Lua Cheia para nós;

II – Daqui a 7000 anos, o Sol para a Voyager 2 brilhará menos do que a Júpiter para nós;

III – Só daqui a cerca de 10 mil anos o brilho do Sol para a Voyager será comparável ao brilho máximo de Vênus para nós;

IV - Atualmente, o Sol para a Voyager 2 tem magnitude aparente de m = -16.

Resolução dos exercícios

Q16 - P1 2024

Resposta: c) Somente III e IV ou a) Somente IV (**ATENÇÃO: as duas respostas serão aceitas como corretas**)

Comentários:

A afirmação I está INCORRETA, pois vemos no gráfico que o Sol terá magnitude aparente maior do que -12,6 daqui a menos de 300 anos de viagem.

A afirmação II está INCORRETA, pois vemos no gráfico que o Sol terá magnitude aproximada de -5, o que é muito mais brilhante do que m_{min} = -2,9 de Júpiter.

A afirmação III está CORRETA, pois vemos no gráfico que a magnitude do Sol atinge cerca de -4,4 (brilho máximo de Vênus para nós) somente depois de quase 10 mil anos de viagem.

ATENÇÃO: Como o gráfico mostra que em torno de 9 mil anos a magnitude do Sol será ≥ -4,4, iremos considerar quem interpretou essa afirmação como errada.

A afirmação IV está CORRETA, pois vemos no gráfico que é esse o valor da magnitude atual do Sol para a sonda Voyager 2.

Resolução dos exercícios

Q6 - P2 2024

6) Em 1856, o astrônomo inglês Norman Robert Pogson (1829 - 1891) apresentou uma equação que ajustava a escala de magnitude criada por Hiparco (190 a.C. - 126 a.C.) à resposta logarítmica do olho humano à percepção do brilho de um astro. Quando comparamos dois astros, a equação pode ser escrita como:

$$m_2 - m_1 = -2{,}5 \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

Sendo m_1 e m_2 as magnitudes aparentes dos astros e F_2/F_1, a razão entre seus brilhos (fluxos medidos na Terra).

Analisando a equação acima, podemos afirmar que uma estrela de magnitude aparente $m_1 = +1$ em comparação com uma estrela de magnitude aparente $m_2 = +2$ é, aproximadamente:

a) 2,5 vezes menos brilhante.

b) 5,0 vezes menos brilhante.

c) 2,5 vezes mais brilhante.

d) 5,0 vezes mais brilhante.

e) 10 vezes mais brilhante.

Resolução dos exercícios

Q6 - P2 2024

Resposta: c) 2,5 vezes mais brilhante.

$$+2-(+1)=-2{,}5\log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)\rightarrow\frac{1}{-2{,}5}=\log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)\rightarrow-0{,}4=\log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

$$10^{-0{,}4}=10^{\log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)}$$

$$10^{-0{,}4}=\frac{F_2}{F_1}\rightarrow F_1=10^{0{,}4}\,F_2\rightarrow F_1\approx 2{,}5\,F_2$$

OLIMPIADA BRASILEIRA DE

Resolução dos exercícios

Q11 - P3 2024

11) O Sol é o astro mais brilhante em nosso céu, sua magnitude aparente, a 1 UA de distância, vale aproximadamente $m_{Sol} = -26,8$. A Lua é o segundo astro mais brilhante. Sua magnitude aparente quando seu disco se encontra completamente iluminado, a cerca de 384.000 km de distância, vale aproximadamente $m_{Lua} = -12,6$.

Sabemos que o brilho de um astro varia com o quadrado da distância. Então, podemos imaginar que, à medida que nos aproximamos da Lua Cheia, seu brilho irá aumentar até que, em uma determinada distância desse astro, seu brilho seja igual ao brilho do Sol, visto da Terra.

Sendo assim, assinale a opção que traz, aproximadamente, essa distância.

Dados, se necessário: diâmetro do Sol $\varnothing_{Sol} = 1,4 \times 10^6$ km; diâmetro da Lua $\varnothing_{Lua} = 3.474,8$ km

a) 555,1 km

b) 568,9 km

c) 570,6 km

d) 586,1 km

e) 691,8 km

Resolução dos exercícios

Q11 - P3 2024

Resposta: a) 555,1 km

Vamos usar a Equação de Pogson para descobrir o quão mais brilhante o Sol é em relação à Lua Cheia:

$$m_{Sol} - m_{Lua} = -2{,}5 \log\left(\frac{F_{sol}}{F_{Lua}}\right)$$

$$\frac{(-26{,}8) - (-12{,}6)}{-2{,}5} = \log\left(\frac{F_{sol}}{F_{Lua}}\right)$$

$$5{,}68 = \log\left(\frac{F_{sol}}{F_{Lua}}\right) \rightarrow 10^{5{,}68} = \frac{F_{sol}}{F_{Lua}}$$

$$F_{sol} \cong 478.630{,}1\, F_{Lua}$$

Isso é quantas vezes o Sol brilha mais que a Lua Cheia quando vistos da Terra.

A luminosidade **L** de um astro não depende da sua distância, mas o fluxo **F** (seu brilho) varia com o quadrado da distância **d** que estamos dele.

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Vamos chamar de F_i o fluxo da Lua Cheia à distância atual d_i e de F_f o fluxo da Lua Cheia à nova distância d_f.

$$\frac{F_f}{F_i} = \frac{L/4\pi d_f^2}{L/4\pi d_i^2} \rightarrow \frac{F_f}{F_i} = \frac{d_i^2}{d_f^2} \rightarrow d_f^2 = \frac{F_i d_i^2}{F_f}$$

Como $F_f = 478.630{,}1\, F_i$, temos:

$$d_f^2 = \frac{F_i d_i^2}{478.630{,}1\, F_i} \rightarrow d_f = \frac{d_i}{\sqrt{478.630{,}1}} \cong \frac{384.000\ km}{691{,}8} \rightarrow d_f \cong 555{,}1\ km$$

Q15 - P3 2024

15) A Lei de Stefan-Boltzmann nos diz que o fluxo F (energia por unidade de área por unidade de tempo) emitido por um corpo negro à temperatura T é proporcional à quarta potência de T:

$$F = \sigma T^4$$

onde σ é a constante de Stefan-Boltzmann.

Como uma estrela não é um corpo negro, isto é, suas camadas externas, de onde provém a radiação, não estão exatamente em equilíbrio térmico e, portanto, a temperatura não é a mesma para toda a estrela, definimos um parâmetro chamado temperatura efetiva $\mathbf{T_{ef}}$, que é a temperatura de um corpo negro que emite a mesma quantidade de energia por unidade de área e por unidade de tempo que a estrela. Portanto, para uma estrela esférica de raio **R**, a luminosidade **L** (energia total por segundo) é obtida multiplicando-se o fluxo pela área da sua superfície: $4\pi R^2$.

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{ef}^4$$

Suponha uma estrela 100 vezes mais luminosa do que o Sol ($L = 100\ L_{Sol}$) e cuja temperatura efetiva seja a metade da do Sol ($T = T_{Sol}/2$).

Assinale a opção que traz a razão entre o raio da estrela e o raio do Sol.

a) 40

b) 50

c) 80

d) 100

e) 400

Q15 - P3 2024

Resposta: a) 40

Vamos aplicar diretamente a fórmula da Lei de Stefan-Boltzmann:

$$\frac{L_*}{L_{Sol}} = \frac{4\pi R_*^2 \sigma T_*^4}{4\pi R_{Sol}^2 \sigma T_{Sol}^4} \rightarrow \frac{L_*}{L_{Sol}} = \frac{R_*^2 T_*^4}{R_{Sol}^2 T_{Sol}^4}$$

$$\frac{100 L_{Sol}}{L_{Sol}} = \frac{R_*^2}{R_{Sol}^2} \frac{\left(\frac{T_{Sol}}{2}\right)^4}{T_{Sol}^4} \rightarrow 100 = \left(\frac{R_*}{R_{Sol}}\right)^2 \frac{1}{16}$$

$$\left(\frac{R_*}{R_{Sol}}\right)^2 = 1.600 \rightarrow \frac{R_*}{R_{Sol}} = \sqrt{1.600} \rightarrow \frac{R_*}{R_{Sol}} = 40$$

Resolução dos exercícios

Q15 - P1 2025

15) O brilho (*F*) de uma estrela observada na Terra pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

onde, ***L*** é a sua Luminosidade (energia emitida a cada segundo) e ***d***, a distância à Terra.

Considere uma estrela 16 vezes mais luminosa que o Sol. A que distância você deveria estar dessa estrela para ela ter o mesmo brilho do Sol?

a) 2 UA.

b) 4 UA.

c) 16 UA.

d) 64 UA.

e) 256 UA.

Q15 - P1 2025

Resposta: b) 4 UA.

Se os brilhos são iguais, então temos:

$$\frac{L_{estrela}}{4\pi d_{estrela}^2} = \frac{L_{Sol}}{4\pi d_{Sol}^2}$$

O problema diz que $L_{estrela} = 16\ L_{Sol}$

Então,fazendo a substituição e simplificando as constantes, temos:

$$\frac{16L_{Sol}}{4\pi d_{estrela}^2} = \frac{L_{Sol}}{4\pi d_{Sol}^2} \rightarrow \frac{d_{estrela}^2}{d_{Sol}^2} = \frac{16L_{Sol}}{L_{Sol}} \rightarrow \left(\frac{d_{estrela}}{d_{Sol}}\right)^2 = 16$$

$$\frac{d_{estrela}}{d_{Sol}} = \sqrt{16} \rightarrow \frac{d_{estrela}}{1\ UA} = 4 \rightarrow d_{estrela} = 4\ UA$$

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Q17 - P1 2025

17) Uma astrônoma mediu a paralaxe de 3 estrelas: **E1**, **E2** e **E3**. Os valores obtidos, em segundos de arco, foram:

E1 = 0,05''; E2 = 0,20'' e E3 = 0,25''

Avalie as afirmações que ela fez a respeito dessas estrelas e depois assinale a opção correta.

I. A estrela **E1** é a mais próxima, pois apresenta a menor paralaxe.

II. A estrela **E3** está 5 vezes mais distante da Terra que a estrela **E1**.

III. A estrela **E2** está a 5 parsecs de distância da Terra.

IV. A estrela E3 está 1 parsec mais próximo da Terra que a estrela **E2**.

É correto o que se afirma apenas em:

a) I e II

b) I e IV

c) II e III

d) II, III e IV

e) III e IV

Q17 - P1 2025

Resposta: e) III e IV

Comentário: A distância ***d***, em parsec, é inversamente proporcional ao ângulo de paralaxe ***p***, em segundo de arco, ou mais precisamente

$$d = 1/p$$

Temos que as distâncias em relação a Terra são respectivamente:

$$d_{E1} = 20 \text{ pc}; \; d_{E2} = 5 \text{ pc e } d_{E3} = 4 \text{ pc}$$

Portanto, analisando as afirmações, verifica-se que apenas as afirmações III e IV estão corretas.

Resolução dos exercícios

Q4 - P2 2025

4) Cefeidas são estrelas pulsantes cuja luminosidade varia de forma periódica. Observações mostram que existe uma relação empírica entre o período de pulsação (T, em dias) e a magnitude absoluta (M): estrelas com períodos maiores são mais luminosas.

Essa relação pode ser escrita como:

$$M = -2{,}76 * \log(T) - 1{,}4$$

onde M é a magnitude absoluta e T o período em dias.

Considere duas Cefeidas: a primeira com período T1 e magnitude M1, e a segunda com período T2 e magnitude M2.

Sabendo que T1 é 10 vezes maior que T2, qual é o valor de M1 - M2?

a) -2,76

b) -1,4

c) 0

d) 1,4

e) 2,76

Resposta: a) -2,76

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resolução dos exercícios

Q4 - P2 2025

Comentário:

$$M1 - M2 = (-2{,}76) * [\log(T1) - \log(T2)] = (-2{,}76) * \log(T1/T2).$$

Como $T1/T2 = 10$, então $\log(10) = 1 \rightarrow M1 - M2 = -2{,}76$.

Portanto, a estrela de período maior (T1) tem magnitude mais baixa, ou seja, é mais luminosa.

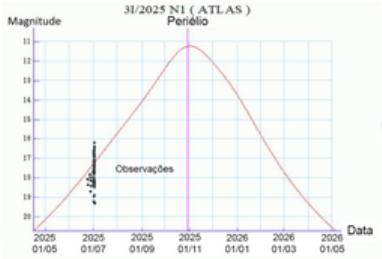
Resolução dos exercícios

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:

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

Resolução dos exercícios

Q18 - P1 2026

18. Sobre os conceitos de magnitude, luminosidade e fluxo, assinale a alternativa correta.

a) A constante solar corresponde à quantidade total de energia irradiada pelo Sol, sendo equivalente à sua luminosidade.

b) Enquanto a luminosidade é uma característica intrínseca da estrela, o fluxo recebido por um observador depende da distância até ela.

c) A magnitude aparente de uma estrela depende apenas da luminosidade da estrela.

d) Quanto maior a distância de uma estrela até nós, mantendo sua luminosidade constante, menor será sua magnitude absoluta.

e) Duas estrelas com o mesmo fluxo observado necessariamente estão à mesma distância da Terra.

Resolução dos exercícios

Q18 - P1 2026

Solução: A luminosidade é a quantidade total de energia emitida por uma estrela por unidade de tempo, sendo uma propriedade intrínseca da estrela. Já o fluxo é a quantidade de energia recebida por unidade de área e por unidade de tempo pelo observador e depende da distância até a estrela. Portanto, a alternativa b) é verdadeira.

A alternativa a) é falsa, pois a constante solar corresponde ao fluxo de energia solar recebido por unidade de área nas proximidades da Terra, e não à luminosidade total do Sol.

A alternativa c) é falsa, pois a magnitude aparente depende tanto da luminosidade da estrela quanto da distância até o observador.

A alternativa d) é falsa, pois a magnitude absoluta é uma propriedade intrínseca da estrela e, por definição, não depende da distância até o observador.

A alternativa e) é falsa, pois duas estrelas podem apresentar o mesmo fluxo observado e estar a distâncias diferentes, desde que possuam luminosidades diferentes.

Gabarito: **Alternativa b)**