

Lista II - Fotometria

Orientações Gerais

- Os problemas desta lista são voltados às etapas online da Seletiva para as Olimpíadas Internacionais de Astronomia;
- Cada problema possui uma indicação com uma certa quantidade de * essencialmente proporcional à sua dificuldade;
- Para os problemas que exigirem respostas numéricas, utilize [esta](#) tabela de constantes;
- Em caso de dúvidas, sinta-se à vontade para fazer perguntas na comunidade de astronomia do NOIC. Bons estudos!

Problema 1 *

O que seria correto afirmar sobre escalas de magnitudes? Marque a alternativa verdadeira.

- É impossível que a magnitude absoluta seja igual a aparente para uma estrela.
- A magnitude aparente bolométrica é sempre maior que a magnitude aparente em qualquer banda.
- A extinção do meio interestelar afeta a magnitude na mesma intensidade independente da banda de observação.
- A magnitude aparente varia linearmente com o fluxo.
- Definimos a magnitude 0 como sendo a magnitude da estrela Vega.

Problema 2 *

O que é verdadeiro sobre um eclipse anular?

- A Lua está muito longe da Terra para cobrir completamente o Sol, deixando um anel de luz visível do Sol ao redor da Lua.
- A Lua está mais próxima da Terra do que o normal, cobrindo completamente o Sol e obscurecendo completamente a luz solar.
- A Terra está entre a Lua e o Sol, com a Lua bloqueando completamente a luz solar.
- A Lua está entre a Terra e o Sol, deixando um anel de luz na lua por conta da difração.
- A Lua está completamente na sombra mais escura da Terra (umbra).

Problema 3 *

Sabendo que o albedo α é definido como:

$$\alpha \equiv \frac{P_r}{P_i}$$

Sendo P_r a potência refletida e P_i a potência incidente. De acordo com seus conhecimentos, o albedo de um corpo negro é:

- a) 0
- b) 0,5
- c) 1
- d) Indefinido, pois a potência incidente tende a zero.
- e) Indefinido, pois a potência incidente tende ao infinito.

Problema 4 *

Um físico está estudando a radiação de corpo negro emitida por uma estrela e observa que o comprimento de onda de pico de emissão é de 600 nm. Usando a Lei de Deslocamento de Wien, qual é a temperatura da superfície dessa estrela?

A constante de Wien é $b = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$.

- a) 4830 K
- b) 4500 K
- c) 5000 K
- d) 5500 K
- e) 6000 K

Problema 5 *

João está a uma altitude muito elevada, enquanto Alexandre está ao nível do mar. Ambos estão analisando o espectro de uma estrela. Em comparação com o espectro observado por Alexandre, o espectro de João mostra:

- a) Menos linhas de emissão.
- b) Mais linhas de emissão.
- c) Menos linhas de absorção.
- d) Mais linhas de absorção.
- e) Nenhuma diferença.

Problema 6 *

Você é um ser curioso observando uma estrela, mas uma nuvem de gás e poeira interestelar surge na frente da estrela. Das alternativas a seguir, escolha aquela que representa o que você veria.

- a) A estrela ficaria menos brilhante e mais avermelhada.
- b) A estrela pareceria estar se movendo em nossa direção (desvio para o azul).
- c) A estrela seria mais avermelhada se a nuvem não estivesse presente.
- d) A estrela seria invisível em todos os comprimentos de onda.
- e) Nenhuma diferença.

**Problema 7 ****

A magnitude de um astro vista através da atmosfera, considerando uma opacidade constante, varia linearmente com a distância percorrida pela luz nesse meio (x), conforme a seguinte fórmula:

$$m = m_0 + kx$$

onde m_0 é a magnitude vista fora da atmosfera e k é uma constante. Sabendo que a altura da atmosfera é H e a distância zenital é pequena, marque qual das fórmulas abaixo é válida para a magnitude de uma estrela com declinação δ para um observador na latitude ϕ .

- a) $m = m_0 + kH \csc(\phi - \delta)$
- b) $m = m_0 + kH \csc(\phi + \delta)$
- c) $m = m_0 + kH \tan(\phi + \delta)$
- d) $m = m_0 + kH \sec(\delta - \phi)$
- e) $m = m_0 + kH \sec(\phi - \delta)$

Problema 8 **

Qual das seguintes afirmações descreve corretamente um eclipse lunar penumbral?

- a) A Lua passa pela sombra mais escura da Terra (umbra).
- b) A Lua passa parcialmente pela sombra mais escura da Terra (umbra).
- c) A Lua passa pela penumbra da Terra.
- d) A Terra passa pela sombra mais escura da Lua (umbra).
- e) A Terra passa pela sombra mais clara da Lua (penumbra).

Problema 9 **

Sobre um corpo cinza, podemos denotar as características do que ocorre com a radiação incidente da seguinte forma:

- A absorvidade α é a fração da radiação incidente que o corpo absorve.
- A refletividade r é a fração da radiação que o corpo reflete.
- A transmitância t é a fração da radiação que atravessa o corpo.

Como toda a radiação incidente deve ser absorvida, refletida ou atravessar o corpo, pela conservação da energia, temos a relação $\alpha + r + t = 1$.

Sabendo que, em equilíbrio termodinâmico, a absorvidade α é igual à emissividade ϵ , qual das expressões abaixo corresponde ao albedo?

- a) $1 - \alpha - t$
- b) $\alpha + r$
- c) $\alpha + t$
- d) $1 - r$
- e) $\epsilon + t$

**Problema 10 ****

Iuam ataca novamente e divide o Sol em duas estrelas, as quais preservam temperatura e densidade iguais as do Sol original. A Terra, agora, verá um sistema binário. Qual a diferença de magnitude entre a magnitude combinada do novo sistema e a do Sol original?

- a) 0,5
- b) 0,25
- c) 0,0
- d) -0,25
- e) -0,5

Problema 11 **

Duas astrofísicas, Cris e Gabi estão analisando as estrelas Eta e Theta. A estrela Eta possui um comprimento de onda de pico de emissão de 600 nm, enquanto a estrela Theta possui um comprimento de onda de pico de emissão de 300 nm. Usando a constante de deslocamento de Wien $b = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$, determine:

- (1) A razão entre as temperaturas das superfícies das estrelas Theta e Eta, $\frac{T_\theta}{T_\eta}$.
- (2) Se a temperatura da superfície da estrela Eta é 5000 K, qual é a temperatura da superfície da estrela Theta?

A Lei de Deslocamento de Wien afirma que o produto do comprimento de onda de pico de emissão (λ_{pico}) de um corpo negro e a sua temperatura absoluta (T) é uma constante, dada por:

$$\lambda_{\text{pico}} T = b$$

- a) 2; 10000 K
- b) 0,5; 2500 K
- c) 2; 2500 K
- d) 0,5; 10000 K
- e) 2; 15000 K

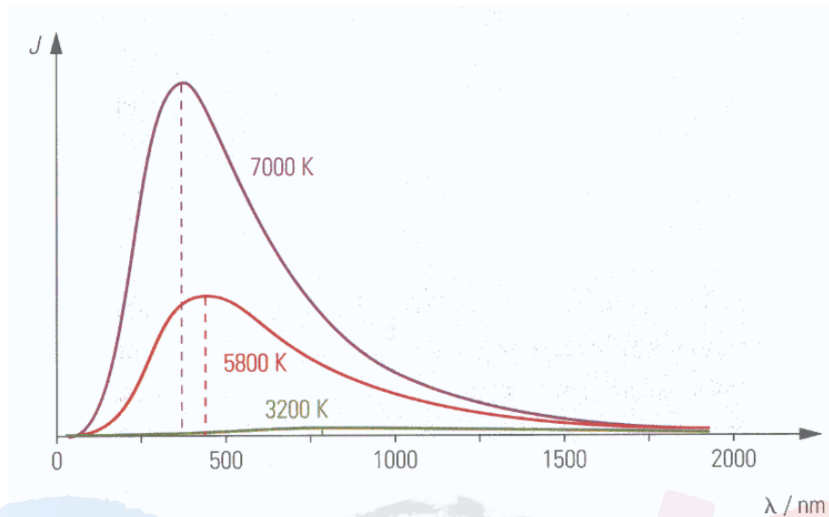
Problema 12 ***

Durante um eclipse lunar penumbral, a Lua passa pela penumbra da Terra. Suponha que a velocidade orbital média da Lua ao redor da Terra seja de aproximadamente 1 km/s. Sabendo que o raio angular da penumbra da Terra no disco lunar é de 1 grau e que a Lua tem um raio orbital de 384 mil quilômetros. Determine a duração total do eclipse penumbral. (Obs: desconsidere a translação terrestre)

- a) 1,87 horas
- b) 3,58 horas
- c) 3,72 horas
- d) 6,54 horas
- e) 7,84 horas

Problema 13 ***

A lei de Wien relaciona a temperatura de uma estrela com o comprimento de onda predominante como mostra o gráfico abaixo em que o eixo vertical representa a energia e o eixo horizontal o comprimento de onda.



Considerando que a constante de Wien é $b = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$, assinale a alternativa correta.

- A estrela de 7000K tem um pico de emissão em 300 nm.
- Por ser muito fraca, a estrela de 3200K não tem um comprimento de onda predominante emitido.
- Se a estrela de 5800K fosse um pouco mais quente, seu pico de emissão estaria nos 500 nm.
- Se a estrela de 5800K dobrasse de temperatura, o seu comprimento de onda seria duas vezes menor.
- Quanto maior a temperatura, maior será o comprimento de onda.

Problema 14 ***

Sabendo que a magnitude aparente da Lua cheia é $m_{\zeta} = -12.74$, que a magnitude aparente do Sol é $m_{\odot} = -26.74$, que o diâmetro angular da Lua é $\theta = 32'$, e assumindo que a Lua reflete somente a luz que advém do Sol, qual é o albedo da Lua?

- 0,5
- 0,25
- 0,0
- 0,25
- 0,7

Problema 15 ***

O planeta Lew, de albedo $\alpha = 0.71$ realiza uma órbita aproximadamente circular de raio $r = 2.22 \times 10^{11}$ m ao redor da estrela Xam, que possui luminosidade $L = 7.44 \times 10^{23}$ W. Considerando o planeta Lew em equilíbrio térmico, emitindo radiação como um corpo negro e com rotação rápida, qual a temperatura de Lew? (Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma = 5,67 \times 10^{-8}$)

- a) 27,1 K
- b) 35,2 K
- c) 54,3 K
- d) 67,9 K
- e) 81,3 K

Problema 16 ***

O planeta Aloht orbita a estrela Onaiab, que possui uma luminosidade $L = 5.69 \times 10^{32}$ W. A rotação do planeta é lenta e a distância entre o Aloht e Onaiab é $d = 5.92 \times 10^{14}$ m. Se o planeta se comportasse como um corpo negro, em equilíbrio térmico, teria uma temperatura $T = 144$ K. Com base nessas informações, calcule o albedo aproximado do planeta.

- a) 0,3
- b) 0,4
- c) 0,5
- d) 0,6
- e) 0,7

Problema 17 **

Considere a fórmula do efeito Doppler relativístico para frequências, onde a frequência observada f_{obs} e a frequência emitida f_{emit} estão relacionadas por:

$$f_{\text{obs}} = f_{\text{emit}} \sqrt{\frac{1 + \beta}{1 - \beta}}$$

com $\beta = \frac{v}{c}$, sendo v a velocidade relativa entre a fonte e o observador e c a velocidade da luz. Se v é muito pequena em comparação com c , qual é a aproximação mais simples para f_{obs} em termos de f_{emit} e β ?

- a) $f_{\text{obs}} \approx f_{\text{emit}} \cdot \beta$
- b) $f_{\text{obs}} \approx f_{\text{emit}} \cdot (1 + \beta)$
- c) $f_{\text{obs}} \approx f_{\text{emit}} \cdot (1 - \beta)$
- d) $f_{\text{obs}} \approx f_{\text{emit}} \cdot (1 + 2\beta)$
- e) $f_{\text{obs}} \approx f_{\text{emit}} \cdot \frac{1}{\beta}$

Problema 18 ***

Daniel é um astrônomo que está aprendendo sobre extinção e descobriu a seguinte relação entre a luminosidade final L e a luminosidade inicial do corpo L_0 em função da distância percorrida pela luz em parsecs r e a opacidade do meio α :

$$L = L_0 e^{-\alpha r}$$

Daniel começou a observar uma estrela com magnitude aparente $m = 17$, distância $r = 31\text{pc}$ em um meio com opacidade $\alpha = 0,7\text{pc}^{-1}$. Qual é a magnitude absoluta desta estrela?

- a) -3,7
- b) -5,4
- c) -9,0
- d) -7,8
- e) -4,5

Problema 19 ***

Dalmatas está observando uma estrela durante à noite e, em dois momentos específicos, anota a magnitude aparente e a altura da estrela: $m_1 = 2,5$ e $h_1 = 60^\circ$ no primeiro momento, e $m_2 = 2,7$ e $h_2 = 30^\circ$ no segundo momento. Qual é o coeficiente de extinção atmosférica para as circunstâncias que Dalmatas está observando? (Considerando que a Terra seja plana)

- a) 0,12
- b) 0,24
- c) 0,36
- d) 0,48
- e) 0,60

Problema 20 **

Um sistema de estrelas binárias edge-on apresenta duas estrelas Castilo-a e Castilo-b. Geométrio, intrigado pelo sistema, mede com seu espectroscópio e descobre que para Castilo-a o maior comprimento da linha H_α é 656,286 nm, enquanto para Castilo-b é de 656,295 nm. Sabendo disso, calcule a razão entre as massas de Castilo-a e Castilo-b.

Dado: O comprimento H_α medido em laboratório é de 656,281nm.

- a) $\frac{M_A}{M_B} = 0,9$
- b) $\frac{M_A}{M_B} = 1,7$
- c) $\frac{M_A}{M_B} = 2,3$
- d) $\frac{M_A}{M_B} = 2,8$
- e) $\frac{M_A}{M_B} = 3,2$

Problema 21 ***

A estrela de Barnard é uma das mais estudadas da atualidade devido ao seu grande movimento próprio. Atualmente a estrela possui movimento próprio $\mu = 10,31''/\text{ano}$ e redshift $z_0 = -3,69 \times 10^{-4}$. Sabendo que sua paralaxe é $p = 0,547''$ e assumindo que sua velocidade, com relação ao Sol, mantenha o mesmo módulo e direção, qual das alternativas abaixo representa o redshift que a estrela de Barnard terá no momento de maior aproximação com o Sol?

- a) $z = -1,44 \times 10^{-4}$
 b) $z = -2,85 \times 10^{-4}$
 c) $z = -5,52 \times 10^{-4}$
 d) $z = +1,83 \times 10^{-4}$
 e) $z = +0,89 \times 10^{-4}$

Problema 22 *

Uma das propriedades mais importantes durante o estudo de estrelas é a sua luminosidade, uma característica que depende de fatores físicos da estrela, como seu raio e temperatura, e é extremamente importante para o sistema planetário em que está localizada, pois representa a energia que é liberada pela estrela para o espaço, sendo a principal fonte de energia para seu sistema. Sabendo da importância da luminosidade, o cientista maluco Obazs Rotieh resolveu alterar essa propriedade do Sol para descobrir o que aconteceria com a Terra caso a energia fornecida pelo Sol fosse modificada. Então, com seu raio congelante, o cientista reduziu a temperatura do Sol pela metade, o que aconteceu com a sua luminosidade?

- a) Aumentou 16 vezes.
 b) Aumentou 4 vezes.
 c) Reduziu 2 vezes.
 d) Reduziu 4 vezes.
 e) Reduziu 16 vezes.

Problema 23 *

As classificações espectrais de Harvard e Yerkes são esquemas de classificação estelares que ajudam a separar as estrelas com base em características como temperatura e luminosidade. As classes existentes nesses sistemas de classificação estão representadas a seguir.

Classe	Temperatura	Cor	Exemplos
O	$\geq 33000\text{K}$	azul	Mintaka
B	10000 – 33000K	branco-azulado	Rigel e Spica
A	7500 – 10000K	branco	Sirius e Deneb
F	6000 – 7500K	branco-amarelado	Procyon e Canopus
G	5200 – 6000K	amarelo	Sol e Capela
K	3700 – 5200K	laranja	Aldebarã e Arcturus
M	2000 – 3700K	vermelho	Betelgeuse e Antares

Classe	Descrição	Exemplos
0	hipergigantes	-
Ia	supergigantes luminosas	Rigel
Ib	supergigantes	Betelgeuse
II	gigantes luminosas	Antares
III	gigantes	Aldebarã
IV	subgigantes	Acrux
V	anãs (sequência principal)	Sol
VI (prefixo sd)	sub-anãs	-
VII (prefixo D)	anãs brancas	Sirius B

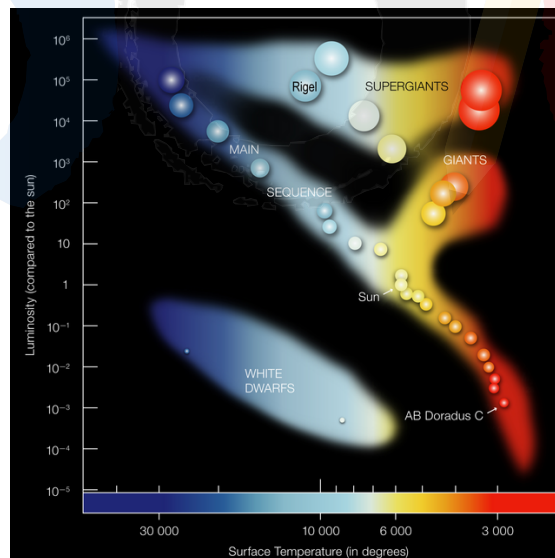
A partir das informações disponíveis nas tabelas e seus conhecimentos julgue as afirmativas como verdadeiras (V) ou falsas (F) e marque a opção correta, considerando de cima para baixo:

- () Quanto maior a temperatura de uma estrela mais vermelha ela será.
- () A classificação do Sol considerando ambas as classificações espectrais é GV.
- () Se duas estrelas possuem o mesmo raio e uma é da classe A, enquanto a outra, da classe G, a estrela da classe A possui um maior brilho aparente no céu.
- () Considerando estrelas com a mesma temperatura, uma gigante vermelha será menos luminosa que uma anã branca.
- () Considerando estrelas com mesmo raio, uma estrela da classe A é mais luminosa que uma estrela da classe K.

- a) F - V - F - F - V
- b) F - V - V - F - V
- c) V - F - V - V - F
- d) V - V - V - V - V
- e) F - F - F - V - F

Problema 24 *

A imagem a seguir representa um Diagrama de Hertzsprung-Russell, conhecido, também, como Diagrama HR, que separa as estrelas nos grupos de Supergigantes, Gigantes, Sequência Principal e Anãs Brancas.



Analisando esse diagrama e de acordo com os seus conhecimentos, marque a alternativa correta.

- a) As anãs brancas são sempre as estrelas mais quentes.
- b) Pelo digrama, quanto maior a temperatura, maior a luminosidade para todos os tipos de estrela.

- c) Estrelas semelhantes ao Sol, no fim de suas vidas, se tornarão anãs brancas e sua luminosidade será gerada a partir da fusão nuclear.
- d) Estrelas semelhantes ao Sol que estão nos estágios finais da sua vida na sequência principal se tornam gigantes vermelhas.
- e) Durante uma parte de seu ciclo de vida, o Sol passará pelo grupo das Supergigantes vermelhas.

Problema 25 **

FelMai estava observando o céu e ficou encantado com uma estrela que estava muito brilhante. Ele ficou tão intrigado com a estrela que resolveu estudá-la para descobrir quanto de energia emitida por ela chega até seu rosto. Durante sua pesquisa, ele descobriu que a magnitude aparente dessa estrela é $m = -1,33$. Sabendo que a magnitude aparente do Sol é $m_{\odot} = -26,74$, $1 \text{ UA} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$, a luminosidade do Sol é $L_{\odot} = 3,83 \cdot 10^{26} \text{ W}$ e a área do rosto de uma pessoa é de, aproximadamente, $28 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$, ajude FelMai a encontrar a potência emitida pela estrela que chega a seu rosto.

- a) $0,8 \cdot 10^{-9} \text{ W}$
- b) $1,7 \cdot 10^{-9} \text{ W}$
- c) $2,6 \cdot 10^{-9} \text{ W}$
- d) $3,9 \cdot 10^{-9} \text{ W}$
- e) $4,2 \cdot 10^{-9} \text{ W}$

Problema 26 **

Quando chegou na Universidade de GT para estudar, o astrônomo amador Hiratinha acabou encontrando uma estrela muito curiosa que decidiu chamar de Romene. Ao realizar uma pesquisa sobre essa estrela, o astrônomo acabou descobrindo que a potência que chega na Terra emitida por essa estrela é $P = 4,2 \cdot 10^8 \text{ W}$ e que sua paralaxe é $p = 0,1''$. Sabendo dessas informações, Hiratinha decidiu encontrar a luminosidade total de Romene, considerando que ela irradia como um corpo negro e desconsiderando as perdas de energia que podem ocorrer durante o caminho que a radiação de Romene precisa percorrer para chegar à Terra, ajude-o nessa missão. (Dados: $R_{\oplus} = 6,4 \cdot 10^6 \text{ m}$; $1 \text{ pc} = 3,1 \cdot 10^{16} \text{ m}$).

- a) $2 \cdot 10^{30} \text{ W}$
- b) $4 \cdot 10^{30} \text{ W}$
- c) $6 \cdot 10^{30} \text{ W}$
- d) $8 \cdot 10^{30} \text{ W}$
- e) $10 \cdot 10^{30} \text{ W}$

Problema 27 ***

Em uma de suas pesquisas sobre exoplanetas e sistemas planetários, Gustágua observou um fenômeno interessante: periodicamente, a magnitude de uma estrela sofria uma queda de $\Delta m = 0,085$. Então, ele concluiu que essa estrela deve possuir um planeta a orbitando e resolveu estudar mais profundamente esse sistema. Coletando diferentes dados relacionados a propriedades da estrela, Gustágua descobriu que o comprimento de onda de máxima emissão da estrela é $\lambda_{max} = 1,19 \mu\text{m}$ e sua magnitude absoluta é $M = 5,58$. Ajude o pesquisador a calcular o raio do

exoplaneta descubierto. (Datos: $M_{\odot} = 4,83$; $L_{\odot} = 3,83 \cdot 10^{26}$ W; $b = 2,898 \cdot 10^{-3}$ m · K; $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8}$ W · m⁻² · K⁻⁴).

- a) $3,8 \cdot 10^8$ m
- b) $4,2 \cdot 10^8$ m
- c) $5,7 \cdot 10^8$ m
- d) $6,3 \cdot 10^8$ m
- e) $7,6 \cdot 10^8$ m



Gabarito

Problema 1. e)

Problema 2. a)

Problema 3. a)

Problema 4. a)

Problema 5. c)

Problema 6. a)

Problema 7. e)

Problema 8. c)

Problema 9. a)

Problema 10. d)

Problema 11. a)

Problema 12. c)

Problema 13. d)

Problema 14. a)

Problema 15. b)

Problema 16. d)

Problema 17. b)

Problema 18. c)

Problema 19. b)



Problema 20. d)

Problema 21. b)

Problema 22. e)

Problema 23. a)

Problema 24. d)

Problema 25. c)

Problema 26. b)

Problema 27. e)

