



Lista de fotometria

Curso NOIC de astronomia

Aqui temos uma coletânea de exercícios abrangendo muitas ideias diferentes, mais ou menos em ordem de dificuldade.

Encontrou sugestões, dúvidas ou correções? Mande para rukalucas@outlook.com.

1) Para aquecer

O que é mais brilhante, a Lua cheia ou um eclipse solar anular central no afélio da Lua? Assuma brilho superficial homogêneo do Sol.

2) Gamma Ray Burst (T1 2019)

Um detector de raios gama, de área igual a $0,5 \text{ m}^2$, observou uma erupção de raios gama (GRB Gamma Ray Burst, em inglês) e registrou fótons com um total de 10^{-8} Joules de energia. Se esta erupção ocorreu a uma distância de 1000 Mpc, calcule o total de energia liberado, assumindo que a energia foi distribuída igualmente em todas as direções.

3) Asteroide

Observado do Sol, um asteroide tem variação de magnitude Δm ao longo de sua órbita. Qual a variação de magnitude do Sol visto do asteroide?

4) Aglomerado globular (Adaptado - Astronomical Olympiads, Surdin)

Um aglomerado globular tem um milhão de estrelas de sequência principal, de magnitude absoluta $M_S = 6$, e também mil estrelas gigantes vermelhas de magnitude absoluta $M_G = 1$. Conseguimos ver esse aglomerado a olho nu a uma distância de 10kpc e extinção $A = 2$?

5) Star Wars (Romanian NAAO 2014)

Em "Star Wars", uma estrela de magnitude $m = 3$ se divide em 4 estrelas idênticas com a mesma temperatura e mesma densidade da original. Calcule a magnitude do sistema quádruplo resultante e

6) Calibrando um radiotelescópio (IOAA 2015)

Antes de cada sessão de observação, um radiotelescópio é apontado para uma fonte pontual de calibração, cuja densidade de fluxo medida fora da atmosfera é



21,86 Jy. Num certo intervalo do dia, a densidade de fluxo da fonte de calibração medida pelo radiotelescópio foi 14,27 Jy. Se neste momento a altura da fonte era de 35° , estime a profundidade óptica no zênite τ_z .

7) Aproximação de Vênus (IOAA 2015)

Considere que o Sol e Vênus se comportam como corpos negros perfeitos. Vênus, que está a uma distância orbital de 0,72UA, possui temperatura T_V , e está em equilíbrio térmico (isto é, irradia a mesma quantidade de energia que recebe do Sol). Suponha que, na sua maior aproximação da Terra o diâmetro angular de Vênus é de 66 segundos de arco. Qual a densidade de fluxo de Vênus, no momento de sua maior aproximação da Terra, quando observado com um radiotelescópio na frequência de 5GHz?

Dica: use a aproximação de Rayleigh-Jeans.

8) Planeta artificial (ROSAOC)

Um telescópio grande do futuro é usado para fazer observações visíveis de um planeta anão artificial – uma esfera de metal (espelho) com diâmetro igual ao do telescópio. A esfera tem órbita circular de raio 3 UA ao redor do Sol. Encontre o valor mínimo do diâmetro do telescópio. A influência da atmosfera pode ser desprezada.

9) Gatinhos (IAO 2000)

Jovens cientistas do território da República do Komi (da Federação Russa) registraram, há poucos dias, um novo objeto aparentando ser uma estrela binária eclipsante. Entretanto, o período desta estrela não era estável: a magnitude estelar do objeto é atualmente de 24,32. Uma vez a cada 7 a 11 segundos esta magnitude aumenta para 24,52 durante 0,2 a 0,3 segundo. Após análises ficou claro que este objeto pisca-pisca representa olhos de um grupo de gatos absolutamente negros, sentados sobre um pequeno corpo absolutamente negro, no nosso sistema solar e que estão olhando na direção do Sol! Um dos gatos está piscando os olhos! Calcule o número de gatos, deste grupo de gatos, sentados no pequeno corpo e olhando para o Sol. Considere que todos os gatos tenham o mesmo tamanho.

10) Fotometria na banda U (IOAA 2016)

Uma estrela tem magnitude aparente $m_U = 15,0$ na banda U . O filtro da banda U é ideal, ou seja, tem transmissão perfeita (100%) dentro da banda, e é completamente opaco (0% de transmissão) fora dela. O filtro está centrado em 360nm, e tem largura 80nm. Considere que a estrela possui espectro de energia achatado com relação à frequência. A conversão entre a magnitude m em qualquer banda e a densidade de fluxo f de uma estrela em Jansky ($1\text{Jy} = 10^{-26} \text{ W}/(\text{Hz m}^2)$) é dada por:

$$f = 3631 \times 10^{-0,4m} \text{ Jy}$$



(a) Aproximadamente quantos fótons N_0 na banda U provenientes dessa estrela irão incidir normalmente em uma área de 1 m^2 no alto da atmosfera da Terra por segundo?

Essa estrela está sendo observada na banda U utilizando um telescópio em solo, cujo espelho primário tem $2,0\text{m}$ de diâmetro. A extinção atmosférica na banda U durante a observação é de 50% . Considere que o seeing é limitado pela difração. O brilho médio do céu noturno na banda U medido foi de $22.0 \text{ mag/arcsec}^{-2}$.

(b) Qual a razão R do número de fótons recebidos por segundo da estrela com relação aos fótons provenientes do céu, quando medidos sobre uma abertura circular de diâmetro $2''$?

(c) Na prática, apenas 20% dos fótons da banda U que incidem no espelho primário são detectados. Quantos fótons N , provenientes da estrela são detectados por segundo?

11) Extinção de nuvem interestelar (ROSAOC)

Duas estrelas têm os mesmos parâmetros físicos. Elas são observadas bem próximas uma da outra no céu, mas as suas distâncias são diferentes. Tanto as estrelas como o observador estão dentro de uma nuvem de poeira interestelar uniforme. As magnitudes dessas estrelas foram medidas, respectivamente, no filtro B como 11 e 17, e no filtro V como 10 e 15. Qual é a razão entre as distâncias até essas estrelas? Use que a extinção interestelar é proporcional a $\lambda^{-1,3}$, $\lambda_B = 4400\text{Å}$ e $\lambda_V = 5500\text{Å}$.

12) Extinção na Nebulosa Planetária (IOAA 2012)

Uma nebulosa planetária antiga, com uma anã branca em seu centro, está localizada a 50 pc da Terra. Exatamente na mesma direção, mas atrás da nebulosa, está outra anã branca, idêntica a primeira, mas distante 150 pc de nós. Considere que as duas anãs brancas possuem magnitude bolométrica absoluta $+14.2$ e índices de cor intrínsecos $(B - V)_0 = 0.300$ e $(U - V)_0 = 0.330$. Há extinção no meio interestelar e na nebulosa planetária. Quando medimos os índices de cor para a anã branca mais próxima (aquela no centro da nebulosa planetária), encontramos os valores $(B - V) = 0.327$ e $(U - V) = 0.038$. Nesta parte da Galáxia, as taxas de extinção interestelar são 1.50 , 1.23 e 1.00 magnitudes por kpc para os filtros U, B e V, respectivamente.

Calcule os índices de cor que seriam medidos para a segunda anã branca.

13) Astrônomo e biólogo (IOAA 2012-Adaptado)

Um astrônomo na Terra observa um aglomerado globular com diâmetro angular α e N estrelas, cada uma com a mesma magnitude absoluta M_0 , e a uma distância D da Terra. Um biólogo está no centro desse aglomerado.

(a) Calcule a diferença entre a magnitude combinada de todas as estrelas do aglomerado vistas pelo astrônomo e pelo biólogo. Considere que a distribuição espacial das estrelas é totalmente homogênea e que o biólogo está medindo a magnitude combinada de todo o aglomerado.

(b) Qual deveria ser a diferença entre as magnitudes visuais observadas pelos dois cientistas, se o campo de visão do biólogo fosse também α ?

14) Nuvem interplanetária estranha (T3 2019)

Astrônomos do planeta Kafsh estão intrigados com uma nuvem de poeira que misteriosamente surgiu no sistema planetário da estrela Jamn, no idioma Kafshmiano, eles imediatamente convencem as autoridades do planeta a entender do que se tratava aquela nuvem. Seus primeiros objetivos foram determinar a composição da nuvem, a densidade numérica das suas partículas e aproveitar para medir com precisão o raio dela, tudo por meio da sonda que enviaram orientada para a nebulosidade. Conseguiram medir por paralaxe a distância d_n até o centro da nuvem: 0,7 UA. A sonda desenvolveu durante a missão uma velocidade $v_s = 0,05c$ e após certa distância percorrida, foi mantida com luminosidade L_s e sua magnitude aparente foi monitorada. A partir de determinado ponto, o aumento de magnitude começa a ser mais intenso, processo que dura 2,6s (medido em Kafsh), e depois retorna à normalidade. Considere que a sonda não possui nenhuma interação com as partículas. Desconsidere efeitos relativísticos e alterações devido ao efeito Doppler.

(a) Descreva algebricamente a magnitude aparente m_s da sonda em função do tempo enquanto passava pela nuvem. Utilize o Sol como referência. Considere que a sonda passa pelo centro da nuvem de densidade constante e desconsidere qualquer reflexão da luz de Jamn pelas partículas e sonda. Escreva sua resposta utilizando as constantes: a densidade numérica de partículas n , o raio da sonda R_s , o raio médio das partículas r .

(b) Qual foi o raio da nuvem (em km) encontrado pelos astrônomos de Kafsh?

(c) Enquanto passava pela nuvem, a sonda coletou uma das partículas de poeira e determinou $0,3\mu\text{m}$ como sendo seu raio. Sabendo que a diferença de magnitude da sonda entre o início e o fim desse tempo de 2,6s foi de 0,08, determine a densidade numérica de partículas da nuvem (em partículas/ m^3).

15) Astronautas no cometa Hale-Bopp (ROSAOC)

Em março de 1997, vimos o cometa hale-Bopp com magnitude -1,5 observada da Terra. A parte mais brilhante da cauda tinha comprimento aproximado de 10° e largura de 1° . Imagine que ao mesmo tempo uma nave com astronautas chegou no seu núcleo, no lado oposto ao Sol. Os astronautas conseguirão ver estrelas quando chegarem na superfície do cometa?

Extra) Sugestão de análise de dados: IOAA 2017 D1.

Tabela de Constantes

O Sol	
Massa	$M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$
Raio	$R_{\odot} = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$
Luminosidade	$L_{\odot} = 3,83 \times 10^{26} \text{ W}$
Magnitude absoluta visual	$M_{V_{\odot}} = 4,82$
Magnitude aparente visual	$m_{\odot} = -26,72$
Temperatura Superficial	$T_{\odot} = 5778 \text{ K}$
A Lua	
Massa	$M_L = 7,44 \times 10^{22} \text{ kg}$
Raio	$R_L = 1,74 \times 10^6 \text{ m}$
Distância Terra-Lua	$d_L = 3,78 \times 10^8 \text{ m}$
Período sinódico	$P_{SL} = 29,5306 \text{ dias}$
Albedo	$\alpha_L = 0,14$
Excentricidade da órbita	$e_L = 0,0549$
Inclinação orbital em relação à Eclíptica	$\epsilon_L = 5,14^\circ$
Constantes físicas	
1 Unidade Astronômica (U.A.)	$1,496 \times 10^{11} \text{ m}$
1 Parsec (pc)	$3,0856 \times 10^{16} \text{ m}$
Constante gravitacional	$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$
Constante de Planck	$h = 6,62 \times 10^{-34} \text{ J s}$
Constante de Boltzmann	$k_B = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$
Constante de Stefan-Boltzmann	$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$
Constante de Hubble	$H_o = 70,0 \text{ km s}^{-1} \text{ Mpc}^{-1}$
Velocidade da luz no vácuo	$c = 2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
1 Jansky (Jy)	$10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$
Constante de Wien	$k = 2,898 \times 10^{-3} \text{ m K}$