

3ª Lista de exercícios

AGA0414 - Métodos Observacionais em Astrofísica I (2023)

- 1) Use a equação (i) para provar a equação (ii). Não esqueça de definir cada termo.

$$m = -2.5 \log(F) + C \quad (i)$$

$$m_1 - m_2 = -2.5 \log\left(\frac{F_1}{F_2}\right) \quad (ii)$$

- 2) Resolva a equação (ii) e mostre que a razão F_1/F_2 é

$$\frac{F_1}{F_2} = 10^{-0,4\Delta m} \quad (iii)$$

sendo $\Delta m = m_1 - m_2$

- 3) Determine qual é mais brilhante a estrela Vega ($m \approx 0$) em relação a 18 Scorpii ($m \approx 5$).
- 4) Reescreva a equação (ii) de modo a obter uma relação entre os tempos de exposição e as magnitudes. Essa equação pode ser empregada para estimar o tempo de exposição de uma estrela em comparação com o tempo de exposição conhecido de outra estrela. Se uma estrela com magnitude $m = x$ requer um tempo de exposição de 60 segundos, então qual seria o tempo de exposição para uma estrela com $m = x+2$?
- 5) 18 Scorpii, também conhecida como HR 6060, é uma estrela localizada a uma distância de aproximadamente 45,3 anos-luz (13,9 parsec) do planeta Terra, na Constelação do Escorpião. Sua magnitude aparente banda V de 5,5 significa que ela é brilhante o suficiente para ser vista a olho nu, fora das áreas urbanas. Determine a magnitude absoluta na banda V.
- 6) Seja uma abertura de raio $R = 8$ pixels em torno de uma estrela numa imagem CCD. O sinal total dentro dessa abertura é de $S^* = 62000$ ADU (= analog digital units). O fundo de céu foi estimado como sendo $B_p = 200$ ADU /pixel. Determine:
- a) o sinal instrumental do céu dentro da abertura considerada.
 - b) o sinal instrumental devido à estrela dentro da mesma abertura.
 - c) a razão sinal/ruído da estrela levando-se em conta apenas o ruído associado ao sinal da estrela.

O sinal instrumental do céu (S_{ceu}) dentro da abertura é dado por:

$$S_{ceu} = B_p \times N_p$$

onde B_p é o fundo de céu estimado e N_p é o número de pixels dentro da abertura, que é proporcional à área da abertura.

A equação para a área do céu (A_{ceu}) pode ser expressa como:

$$A_{ceu} = \pi R^2$$

A razão sinal/ruído (S/R) para o caso em que apenas o ruído associado ao sinal da estrela é considerado pode ser expressa como:

$$\frac{S}{R} = \frac{S^*}{\sqrt{R^*}}$$

onde:

S^* é o sinal instrumental devido à estrela dentro da abertura.

Esta fórmula representa a relação sinal-ruído, onde o sinal é S^* e o ruído é a raiz quadrada de S^* . Essa expressão é frequentemente usada para avaliar a relação sinal-ruído quando apenas o ruído associado ao sinal da estrela é considerado.

- 7) Seja uma abertura em torno de uma estrela dentro da qual o sinal total é $S^* = 74400$ ADU. Se o sinal do céu dentro da abertura corresponde à metade do sinal da estrela, determine o ponto zero da escala de magnitude, sabendo que o tempo de exposição da imagem foi de $t = 600$ s e que a magnitude da estrela para o filtro usado é $m^* = 19,1$.
- 8) (a) Use os dados abaixo para fazer um gráfico da massa de ar, X , em função da distância zenital, z . Calcule e inclua no seu gráfico as massas de ar para distâncias zenitais de 30, 20, 10 e 0°. Use a relação: $X = \sec(z)$.

Tabela 1. Massa de ar, X , em função da distância zenital.

z (graus)	X
88	19.79
87	15.36
86	12.44
85	10.40
84	8.90
82	6.88
80	5.60
75	3.82
70	2.90
65	2.36
60	2.00
50	1.55
40	1.30

(b) A magnitude visual aparente de uma dada estrela, m_{vis} , medida fotometricamente com alta precisão, depende da distância zenital de acordo com a seguinte tabela:

Tabela 2. A magnitude visual aparente de uma dada estrela.

z (°)	m_{vis}
10	9.11
20	9.12
30	9.15
40	9.19
50	9.27

Calcule a magnitude visual aparente para uma massa de ar nula (método de Boucher). O que significa massa de ar igual a zero? Assim, qual é o significado da magnitude visual aparente para uma massa de ar nula, isto é, essa magnitude corresponde a qual magnitude? Qual é a utilidade prática dessa extrapolação?

- 9) Usando a tarefa *daoedit* do *iraf* e usando o comando “a” obtemos o seguinte resultado, obtido para uma estrela de campo.
 - a) O que esse comando calcula? Leia o help da tarefa *daoedit*
 - b) Explique o que significa cada termo.

- c) Reproduza o valor obtido da magnitude de -11.081. O que significa essa magnitude.

#	XCENTER	YCENTER	SKY	SKYSIGMA	FWHM	COUNTS	MAG
1	441.94	409.63	44.0	4.51	2.58	27067.0	-11.081

- 10) Considere a figura abaixo, cujo painel à direita mostra a imagem da galáxia em interação AM 1219-430. Sobreposta à galáxia está a posição das fendas observadas. Sobre o painel à esquerda, mostrando o espectro de fenda obtido de AM 1219-430, responda:
- Qual a direção espacial e a espectral (ou seja, ao longo da fenda): a direção horizontal ou a vertical?
 - Quais são as linhas de emissão discretas ao longo de toda a direção vertical?
 - Explique o motivo pelo qual as linhas de emissão de AM 1219-430 estão inclinadas com relação à direção espacial.

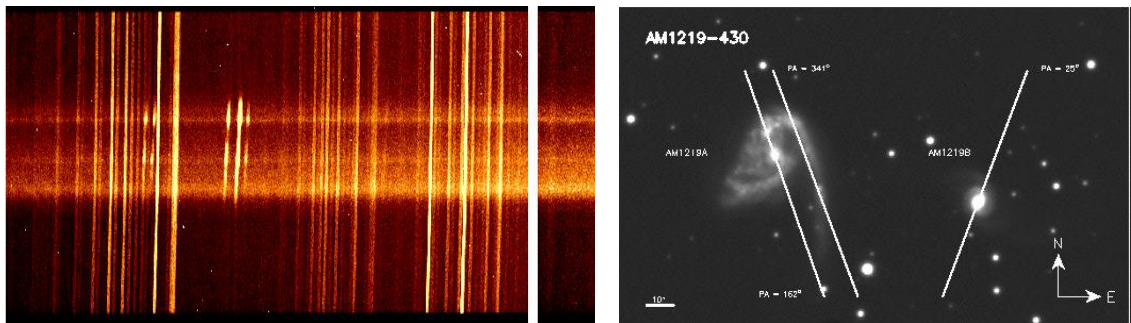


Figura 1. (Esquerda) espectro de fenda obtido de AM 1219-430 e (direita) posição das fendas observadas da galáxia em interação AM 1219-430. Espectro obtido em PA=341.

- 11) Você irá obter espectros de fenda longa da galáxia AM1219-430 cujo redshift é aproximadamente $z = 0.02321$. Os espectros serão obtidos no telescópio de 4 m do Southern Astrophysical Research Telescope (SOAR) com o espectrógrafo Goodman. Para isso usaremos a rede de dispersão de 1200 l/mm (veja a tabela a seguir). As linhas de interesse neste espectro são $H\alpha$ ($\lambda 6563\text{\AA}$), $[NII]\lambda 6584\text{\AA}$, $[SII]\lambda 6717\text{\AA}$ e $[SII]\lambda 6731\text{\AA}$. Nesse caso, qual a configuração deverá ser escolhida (de M0 a M7)? Lembre-se que o espectro observado deve incluir todas as linhas de interesse e que as linhas sofrerão um desvio para o vermelho devido o *redshift*. Justifique a sua resposta.

Tabela 3. Configurações do espectrógrafo Goodman para o telescópio de 4 m do Southern Astrophysical Research Telescope (SOAR).

Grating (lines/mm)	Dispersion (Å/pixel)	Coverage (Å)	Max R @ 550nm (3pix with 0.46" slit)	Blocking Filter
400	1.00	M1: 300-705 M2: 500-905	1850	— GG-455
600	0.65	UV: 301-569 Blue: 350-616 Mid: 435-702 Red: 630-893	2800	— GG-385 GG-495
930	0.42	M1: 300-470 M2: 385-555 M3: 470-640 M4: 555-725 M5: 640-810 M6: 725-895	4450	— — GG-385 GG-495 GG-495 OG-570
1200	0.31	M0: 302-436 M1: 350-485 M2: 420-550 M3: 490-615 M4: 555-685 M5: 625-750 M6: 695-815 M7: 765-880	5880	— — — — GG-455 GG-455 GG-495 OG-570
1800	0.19	800	9610	As needed
2100	0.15	630	11930	As needed
2400	0.12	510	14280	As needed

Tabela 4. Cálculo do desvio para o vermelho

Cálculo do desvio para o vermelho, z

Com base no comprimento de onda	Com base na frequência
$z = \frac{\lambda_{\text{obsv}} - \lambda_{\text{emit}}}{\lambda_{\text{emit}}}$	$z = \frac{f_{\text{emit}} - f_{\text{obsv}}}{f_{\text{obsv}}}$
$1 + z = \frac{\lambda_{\text{obsv}}}{\lambda_{\text{emit}}}$	$1 + z = \frac{f_{\text{emit}}}{f_{\text{obsv}}}$

12) Suponhamos que desejamos medir uma estrela na banda V com magnitude $m_v = 9,5$ com a seguinte configuração: telescópio de 0,41 m, transmitância das ópticas de 0,8, eficiência do detector de 0,5 e que a transmitância do filtro é de 0,6. Usando a tabela abaixo, responda às seguintes questões:

- Calcule a taxa de contagens de fótons (fótons/segundo) que uma estrela com magnitude $V = 0$ teria para essa configuração.
- Calcule a taxa de contagens de fótons da estrela com magnitude $m_v = 9,5$. Considere que o fluxo efetivo é proporcional à taxa de contagens de fótons.
- Qual o tempo de exposição necessário para obter uma relação sinal-ruído (SNR) de 100, considerando apenas o ruído de Poisson?

Fluxos monocromáticos efetivos e taxas de contagem de fótons para um objeto de magnitude zero na banda AO do sistema fotométrico Johnson-Cousins UBVRI.

Tabela 5. Fluxos monocromáticos efetivos e taxas de contagem de fótons para um objeto de magnitude zero na banda AO do sistema fotométrico Johnson-Cousins UBVRI.

Bandpass	U	B	V	R	I
λ_{eff} (nm)	366	436	545	641	798
$\Delta\lambda$ (nm)	65	89	84	158	154
$F_{\lambda_{\text{eff}}} (\times 10^{-13} \text{ W m}^{-2} \text{ nm}^{-1})$	418	632	363	218	113
$\dot{n}_{\lambda_{\text{eff}}} (\times 10^6 \text{ s}^{-1} \text{ m}^{-2} \text{ nm}^{-1})$	77	139	100	70	45

13) Descreva o significado do termo “seeing” em astronomia observacional, sua importância e as suas causas.

14) Calcule o poder resolvente mínimo de um espectrógrafo para resolver as seguintes linhas:

- a) Doubleto de sódio, D1 = 5895,93 Å and D2 = 5889,96 Å
- b) Doubleto de Ca II, linha H em 3968.469 Å e K em 3933.663 Å

15) A figura abaixo apresenta a Dark Nebula LDN 1768, situada na constelação de Cepheus. Ela é um exemplo intrigante de fenômeno astronômico relacionado ao meio interestelar. Ao estudar essa nebulosa escura, os astrônomos frequentemente se deparam com um fenômeno que afeta a luz proveniente de estrelas localizadas atrás dela.

Descreva esse fenômeno e explique como ele influencia a observação da luz proveniente das estrelas que estão por trás da Dark Nebula LDN 1768. Como os astrônomos lidam com esse efeito para obter informações mais precisas sobre as características das estrelas afetadas?



Figura 2. LDN 1768.

- 16) Um espectrômetro óptico (espectrofotômetro, espectrógrafo ou espectroscópio) é um instrumento utiliza a técnica de espectroscopia. Ele é usado para medir propriedades da luz em uma porção específica do espectro eletromagnético, normalmente utilizado em análises espectroscópicas por meio da geração linhas espectrais e medição de seus comprimentos de onda e intensidades.
- a) Descreva o que é um espectro. Como pode ser produzido um espectro a partir da coleta da luz emitida por uma fonte?
 - b) Desenhe um esquemático com traçado de raios de um espectrógrafo astronômico e liste os quatro principais componentes. Inclua, além destes, o telescópio.
 - c) Descreva as funções de todos esses componentes principais, incluindo o telescópio.
- 17) Quais as principais características de um espectro estelar? Quais as principais características que distinguem um espectro de uma galáxia de formação estelar de um espectro estelar?
- 18) A razão focal efetiva no foco Coudé do telescópio de 1,6m é de $f/31,2$. Qual o ângulo subtendido no céu pela fenda do espectrógrafo Coudé para uma largura de fenda de 182, 242 e 363 μm ? Dar a resposta em segundos de arco.