

EVOLUÇÃO ESTELAR II - AST-202-3

Questões gerais

Prof. Carlos Alexandre Wuensche

1. Que parâmetros podem ser medidos a partir de uma observação estelar e que servem para determinar sua estrutura e evolução?
2. Faça um diagrama HR ($M_V \times T_S$ ou $L \times T_{ef}$) indicando de maneira aproximada a localização dos seguintes objetos:
 - Gigantes
 - Supergigantes
 - Estrelas variáveis
 - Anãs brancas
 - Sol
 - Estrela de 40 massas solares
3. Que região do espectro eletromagnético seria mais adequada para a observação dos objetos abaixo, caso seus espectros pudessem ser representados por corpos negros às temperaturas apropriadas?
 - Estrelas Wolf-Rayet (T ~ 60000 K)
 - Camadas de poeira ao redor de estrelas (T ~ 300 K)
 - Nuvens de Hidrogênio (T ~ 100 K)
 - Radiação Cósmica de Fundo (T ~ 3 K)
4. No processo de formação estelar, qual é a fração aproximada da energia gravitacional usada para aumentar a energia térmica dos átomos no interior estelar? O que acontece com o resto? Sugestão: use o **Teorema do Virial**
5. Raciocinando apenas em ordens de grandeza, obtenha a taxa de produção de energia ϵ .

6. Explique porque os aglomerados estelares são especialmente importantes para o estudo da evolução estelar.
7. Suponha que, nesse momento, o ciclo de reações nucleares no interior do Sol pudesse ser “desligado”, sendo essa a única interferência “externa” permitida. Como veríamos seu diâmetro e sua luminosidade cerca de 10 anos após esse evento, ou seja, em 2007? Eles aumentariam, diminuiriam ou continuariam os mesmos? Justifique sua resposta.
8. Faça um diagrama HR ($M_v \times T_s$ ou T_{ef}) indicando de maneira aproximada a localização dos seguintes objetos:

Variáveis de longo período	Novas
Cefeidas clássicas	Anãs brancas
Cefeidas anãs	Variáveis W Virginis
Variáveis RR Lyrae	Sol
Núcleos de nebulosas planetárias	Estrelas T-Tauri

9. O que é o paradoxo de Olbers? Comente a sua solução
10. O valor médio da luminosidade do Sol é $L_0 = 3,83 \times 10^{33}$ erg/s. A partir deste valor, determine a constante solar, isto é, a energia recebida acima da atmosfera da Terra por unidade de área e por unidade de tempo ($\text{cal}/\text{cm}^2 \cdot \text{min}$). Compare seu resultado com medidas recentes da constante solar.
11. O Sol subtende um ângulo de aproximadamente $32'$. Qual é o valor do raio do Sol em cm? A partir da temperatura efetiva do Sol ($T_e = 5770$ K), obtenha novamente o seu raio. Compare os dois resultados com o valor geralmente adotado. Qual é o valor do ângulo sólido subtendido pelo Sol?
12. Use os dados da órbita da Terra e a terceira lei de Kepler para determinar a massa do Sol. Essa é uma boa aproximação? Justifique. Compare com o valor geralmente adotado.
13. As linhas do H são mais intensas nas estrelas do tipo espectral A, tornando-se mais fracas tanto nas estrelas mais quentes (tipo O, B) quanto nas mais frias (tipos F, G, K, M). Por quê?
14. Um exercício de classificação espectral...
 - A partir dos dados da tabela anexa, procure identificar nos espectros, também anexos, as principais linhas de absorção das estrelas tipo O5, A5, F5, G4 e K4.

- Para esses mesmos espectros, procure traçar a linha do contínuo subjacente para $\lambda > 3700 \text{ \AA}$. Calcule então os índices de cor B-V correspondentes e determine as temperaturas efetivas. Verifique se os valores encontrados são consistentes com a classificação espectral proposta e, caso necessário, explique as diferenças.
- Compare os espectros tratados acima com os espectros de corpo negro nas temperaturas efetivas calculadas. Explique as diferenças observadas

15. A tabela abaixo relaciona a magnitude aparente V , o índice de cor B-V, o tipo espectral T_s e a paralaxe p'' para três estrelas da seqüência principal:

Estrela	V	B-V	T_s	p''
Sirius A	-1,46	0,00	A1 V	0,377
α Cen B	1,33	0,88	K5 V	0,745
Barnard	9,54	1,74	M5 V	0,522

Use a calibração tipo espectral - magnitude absoluta e determine a paralaxe espectroscópica das estrelas

Repita os cálculos usando uma calibração índice de cor - magnitude absoluta

Repita os cálculos usando as magnitudes absolutas determinadas individualmente (a partir de M_V). Compare os três resultados e comente-os.

Sirius A: $M_V = 1,42$; α Cen B: $M_V = 5,69$; Barnard: $M_V = 13,25$

16. À distância de 1 U.A. do Sol, o vento solar apresenta uma densidade de prótons da ordem de 10 cm^{-3} deslocando-se a uma velocidade de $400 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Supondo-se que a temperatura do plasma seja da ordem de $T_{\text{plasma}} \approx 10^5 \text{ K}$, estime:

- A taxa de perda de massa sofrida pelo Sol,
- A luminosidade perdida através desse processo, comparando-a com a luminosidade radiativa do Sol.
- Repita os cálculos acima para uma gigante vermelha em que $\log(L/L_0) = 4$ e $dM/dt = 10^{-6} M_0/\text{ano}$.

17. As estrelas menos massivas da Seqüência Principal podem ter massas da ordem de 0,5 a 0,3 massas solares. O que acontece com os objetos que tem massas ainda menores após o processo de contração?

18. Em uma estrela de massa M , a densidade decresce, a partir do centro para a superfície, como função da distância radial, de acordo com

$$\rho = \rho_c [1 - (r / R)]^2$$

em que ρ_c é a densidade central (constante) e R é o raio da estrela.

- Calcule $M(r)$
- Deduza a relação entre M e R
- Mostre que a densidade média da estrela (massa total dividida pelo volume total) é $\sim 0,4 \rho_c$
- Mostre, usando argumentos puramente dimensionais, que a luminosidade de uma estrela de baixa massa na SP pode ser escrita como $L \propto M^5$.