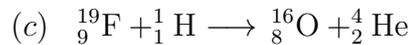
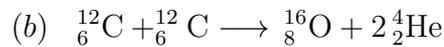
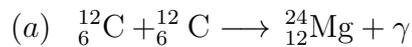


Noções de Astronomia e Cosmologia

Lista 2: O Sol, Estrelas e Estágios Finais

1. Supondo que a taxa de consumo de hidrogênio do Sol é constante e igual à de hoje, que fração da massa do Sol seria consumida nos próximos 5 bilhões de anos? Como isso iria afetar a composição química do Sol?
2. Por que a Cromosfera e a Coroa do Sol são melhor observadas com telescópios ultravioletos e de raios-X, respectivamente?
3. Suponha que uma grande erupção solar acontece em uma região na qual o campo magnético é 0,03 T e que uma quantidade de energia de 10^{25} J é liberada em uma hora. (a) Qual era a densidade de energia magnética antes de a erupção começar? (b) Qual o volume mínimo necessário para impulsionar a erupção? (c) Suponha por simplicidade que o volume envolvido no suprimento de energia para a erupção fosse um cubo. Compare o comprimento de um lado com o tamanho típico de uma grande erupção. (d) O que você conclui sobre a suposição de que a energia magnética é a fonte de erupções solares, dadas as dimensões físicas envolvidas?
4. (Dos slides da Aula 6) Confira que as unidades de densidade de energia e de pressão são as mesmas.
5. Em certa parte da Nebulosa da América do Norte, a extinção interestelar na banda visual, A_V , é de 1.1 magnitudes. A espessura da nebulosa é estimada em 20 pc, e ela se encontra a 700 pc da Terra. Suponha que uma estrela do tipo espectral B, cuja magnitude absoluta é $M_V = -1.1$, é observada na direção da nebulosa. Ignore qualquer outra fonte de extinção interestelar entre o observador e a nebulosa. (a) Encontre a magnitude visual aparente caso a estrela se encontre exatamente na frente da nebulosa. (b) Encontre a magnitude visual aparente caso ela se encontre exatamente atrás da nebulosa. (c) Sem levar em conta a existência da nebulosa, baseado na sua magnitude visual aparente, quão longe a estrela da parte (b) parece estar? Qual seria o erro percentual na determinação da distância se a extinção interestelar fosse ignorada?
6. A maioria dos átomos de hidrogênio do meio interestelar emitem ondas de rádio com comprimento de onda de 21 cm, mas nuvens de hidrogênio emitem grandes quantidades de radiação no visível. Por que essa diferença?

7. Por que são necessárias baixas temperaturas para o colapso de uma nebulosa?
8. (Dos slides da Aula 7) Mostre, que num colapso adiabático de uma nuvem de gás ideal (onde $T \propto \rho^{2/3}$), $M_J \propto \sqrt{\rho}$.
9. (Dos slides da Aula 8): Para estrelas da Sequência Principal de massa M , mostre que o tempo de vida é proporcional a $M^{0.435}$.
10. Por que as estrelas de maior massa na Sequência Principal possuem uma vida mais curta em relação a estrelas de menor massa?
11. Calcule o montante de energia liberada ou absorvida nas seguintes reações. Exprime suas respostas em MeV ($1 \text{ MeV} = 1.6 \cdot 10^{-13} \text{ J}$, $1 \text{ u} = 1.66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$):



A massa de ${}^{12}_6\text{C}$ é 12,0000 u por definição, e as massas de ${}^1_1\text{H}$, ${}^4_2\text{He}$, ${}^{16}_8\text{O}$, ${}^{19}_9\text{F}$ e ${}^{24}_{12}\text{Mg}$ são 1.00728 u, 4.00260 u, 15.99491 u, 18.99840 u e 23.98504 u, respectivamente. Estas reações são exotérmicas or endotérmicas?

12. Estime os tempos de vida da fase de queima de hidrogênio perto dos limites superior e inferior da Sequência Principal. O limite inferior da Sequência Principal ocorre perto de $0.072 M_\odot$, com $\log_{10} T_e = 3.23$ e $\log_{10}(L/L_\odot) = -4.3$. Por outro lado, uma estrela de $85 M_\odot$ perto do limite superior da Sequência Principal tem uma temperatura efetiva e luminosidade de $\log_{10} T_e = 4.705$ e $\log_{10}(L/L_\odot) = 6.006$, respectivamente. Admita que a estrela de $0.072 M_\odot$ é totalmente convectiva tal que todo o hidrogênio, em lugar de apenas os 10 % interiores, está disponível pra fusão nuclear.
13. Considere a evolução de uma estrela de uma massa solar. (a) Coloque em ordem cronológica as seguintes fases evolutivas: Gigante Vermelha, Anã Branca, Proto-estrela, Nebulosa Planetária, Sequência Principal, Ramo Horizontal. (b) Para cada uma das fases acima, diga qual a origem da energia que a estrela emite.
14. Uma versão antiga da evolução estelar, popular no começo do século XX, afirmava que as estrelas começam as suas vidas como esferas grandes e frias de gás, como as estrelas gigantes no diagrama H-R. Depois, elas se contraem e esquentam sob a sua própria atração gravitacional e se tornam estrelas tipo O, quentes e azuis. Pelo resto das suas vidas elas perdem energia, tornando-se mais escuras e vermelhas com a idade. Enquanto elas descem lentamente pela Sequência Principal, elas finalmente terminam como estrelas tipo M, escuras e frias. Explique como observações de aglomerados estelares, representadas num diagrama H-R, contradizem esta idéia.

15. (a) A idade do Universo é 13.7×10^9 anos. Compare este valor ao tempo de vida de uma estrela de $0.8 M_{\odot}$ na Sequência Principal. Por que não é útil calcular a evolução pós-Sequência Principal de estrelas com massas muito abaixo da massa do Sol? (b) Você esperaria encontrar Aglomerados Globulares com pontos de “turn-off” abaixo de $0.8M_{\odot}$? Explique sua resposta.
16. (Dos slides da Aula 9): Se a frase “Três em cada duas estrelas estão em binárias.” for verdade (e não houver sistemas de mais de duas estrelas), determine a razão estrelas isoladas : binárias.
17. Os raios de Vênus e Marte são 0.949 e 0.533 raios terrestres, respectivamente. Supondo que uma Anã Branca de uma massa solar tenha o tamanho da Terra e usando a aproximação clássica, qual seria a massa de uma Anã Branca do tamanho de Vênus? E de Marte? Anãs Brancas do tamanho de Vênus ou Marte podem existir? Justifique sua resposta.
18. O que é uma Estrela de Nêutrons? O que as impede de colapsar? As Estrelas de Nêutrons contêm só nêutrons? Como se pode saber isso?
19. Suponha que o Sol, cujo período de rotação é ~ 26 dias e $B_{\odot} \sim 2 \times 10^{-4}$ T, fosse colapsar até o tamanho de uma Estrela de Nêutrons (raio de 10 km).
 - (a) Admitindo que não há perda de massa no colapso, encontre o período de rotação desta Estrela de Nêutrons.
 - (b) Encontre a intensidade do campo magnético da Estrela de Nêutrons
20. Determine o período rotacional mínimo de uma Estrela de Nêutrons de $1.4 M_{\odot}$ (o mais rápido que ela pode girar sem se desfazer). Para facilitar, admita que a estrela se mantém esférica com um raio de 10 km.