

Problemas 6

Problemas 6

Cosmologia

(Os problemas assinalados com *Griffiths* são retirados do livro *Revolutions in Twentieth Century Physics*, David J. Griffiths, Cambridge University Press (2013))

1. (*Griffiths*, Cap. 5, P1) Admitindo que todos os átomos do Universo são átomos de hidrogénio (o que não está muito longe da realidade), estime qual é, em média, o número de átomos por metro cúbico. Admita que a energia dos átomos é a de repouso (as velocidades dos átomos não são relativistas) e use a estimativa da densidade de energia associada aos átomos da tabela da página 144 do livro.

[Sol.: 2.67×10^{-7} átomos/cm³]

2. (*Griffiths*, Cap. 5, P2)

a) Quanto vale 1 ano-luz em metros?

b) As distâncias astronómicas são por vezes expressas em parsec (pc). Sabendo que $1 \text{ pc} = 3.262$ anos-luz, determine o valor de 1 parsec em metros.

[Sol.: a) $9.46 \times 10^{15} \text{ m}$; b) $3.09 \times 10^{16} \text{ m}$]

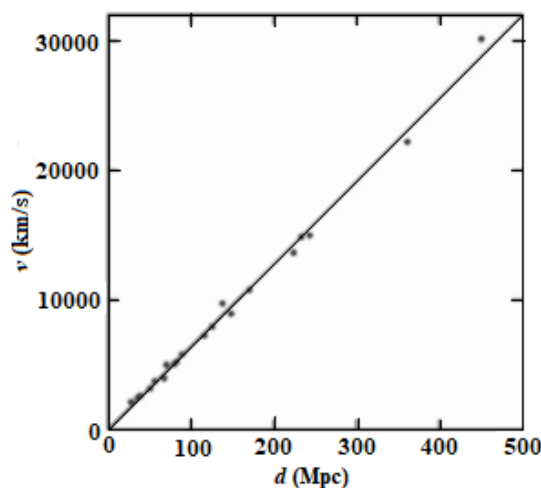
3. (*Griffiths*, Cap. 5, P3) Uma galáxia do aglomerado Virgo encontra-se a uma distância de 50 milhões de anos-luz. Qual é a sua velocidade em relação à Terra?

[Sol.: $1 \times 10^6 \text{ m/s}$]

4. (*Griffiths*, Cap. 5, P4) Medidas do desvio para o vermelho indicam que uma certa galáxia se afasta de nós à velocidade de metade da velocidade da luz. A que distância, expressa em anos-luz, se encontra esta galáxia?

[Sol.: 7.5×10^9 anos-luz]

5. (*Griffiths*, Cap. 5, P5) A figura apresenta dados experimentais, obtidos a partir de medidas de desvio para o vermelho, da velocidade de várias galáxias (em km/s) em função das distâncias a que se encontram (d), em Mpc ($1 \text{ Mpc} = 10^6 \text{ pc}$). Quais são as características deste gráfico que suportam a lei de Hubble? Usando o gráfico, determine a constante de Hubble.



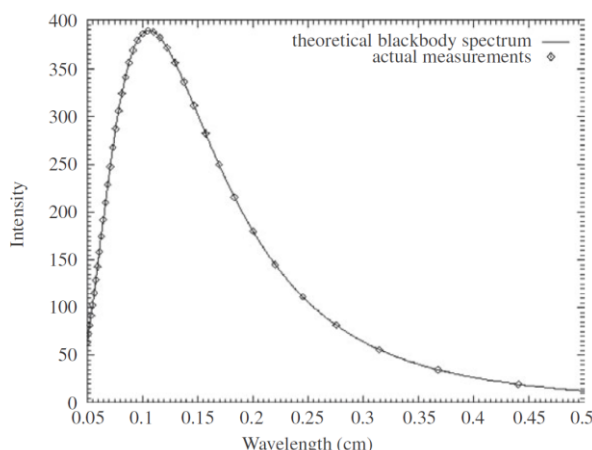
[Sol.: reta que passa na origem; $H = 0.0196 \text{ m/s por ano-luz}$]

Problemas 6

6. (Griffiths, Cap. 5, P9) Exprima em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$) a temperatura da radiação cósmica de fundo (2.725 K).

[Sol.: -270.425°C]

7. (Griffiths, Cap. 5, P10) A figura mostra um gráfico com dados experimentais da radiação cósmica de fundo. Determine, a partir deste gráfico, o comprimento de onda para o qual é máxima a intensidade. Use este resultado para calcular a temperatura de corpo negro da radiação de fundo.



[Sol.: $\lambda_{\text{max}} \approx 0.105 \text{ cm}$; $T \approx 2.76 \text{ K}$]

8. (Griffiths, Cap. 5, P11) Admita que a densidade crítica que determina a geometria do universo é dada pela expressão:

$$\rho_c = \frac{3}{8\pi} \frac{H^2}{G}$$

onde H é a constante de Hubble e G é a constante da gravitação universal. Calcule ρ_c em kg/m^3 . A quantos átomos de hidrogénio por metro cúbico corresponde esta densidade?

[Sol.: $8.00 \times 10^{-27} \text{ kg/m}^3$; 4.79 átomos/m^3]

9. (Griffiths, Cap. 5, P12) Qual é a densidade de energia crítica, em joule por metro cúbico? (Use $E = mc^2$). Compare com a densidade de energia da matéria ordinária (utilize a tabela da página 144 do livro). E em relação à densidade total (incluindo matéria escura e energia escura)?

[Sol.: $7.20 \times 10^{-10} \text{ J/m}^3$; a densidade de energia da matéria observável é $\sim 6\%$ da densidade de energia crítica; a densidade de energia total é próxima da densidade de energia crítica]

10. (Griffiths, Cap. 5, P13) O comprimento de Hubble, definido por

$$R = \frac{c}{H}$$

é, grosseiramente, a distância que a luz viajou desde que ocorreu o Big Bang. Por isso, pode ser usado para fornecer uma escala do tamanho do Universo, sendo, por vezes, designado como o raio do Universo (será mais apropriado chamar-lhe o raio do Universo observável). Substitua os valores de c e H e determine R (em anos-luz e metros).

[Sol.: $1.5 \times 10^{10} \text{ anos-luz}$; $1.4 \times 10^{26} \text{ m}$]