

TÓPICOS EM FÍSICA C

Introdução à Cosmologia

Prof. Domingos S.L. Soares — Departamento de Física — ICEX/UFMG

Nome: _____

- 1- (a) Dê três características geométricas dos espaços (I) plano, (II) positiva e (III) negativamente curvos.
(b) Deduza a expressão para o elemento diferencial de deslocamento, no espaço tridimensional de raio de curvatura \mathcal{R} .
(c) O que é a métrica de Robertson-Walker? Escreva a sua expressão, explicando o significado de cada termo.
- 2- (a) As primeiras galáxias formaram-se em $z \approx 10$. Como se compara a densidade do universo desta época com a densidade atual ρ_0 ?
(b) A variabilidade observada na emissão de um quasar em $z = 1$ ocorre num período de 20 dias. Qual é o período no referencial do quasar?
- 3- Calcule a coordenada comóvel de um fóton emitido no desvio para o vermelho z , para o universo crítico.
- 4- (a) Enuncie o paradoxo de Olbers? Como se resolve o paradoxo? Qual a importância do paradoxo de Olbers para a cosmologia?
(b) Penzias e Wilson mediram a emissão em apenas um comprimento de onda, do espectro da radiação de fundo. Explique como eles procederam para chegar à temperatura de $\approx 2,7$ K associada aos fótons de microondas.
- 5- (a) Deduzir a expressão da densidade em função do tempo, $\rho(t)$, para a era da radiação, a partir da equação de Friedmann.
(b) Se a meia-vida dos nêutrons livres fosse de 100 s, qual seria o impacto deste valor na abundância atual dos elementos leves?
(c) Mostre que na época da nucleossíntese primordial os prótons e nêutrons já se encontravam na fase não relativística.

Fatores de conversão e constantes

$$1 \text{ pc} = 3,086 \times 10^{16} \text{ m}$$

$$1 \text{ pc} = 206.265 \text{ U.A}$$

$$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ anos-luz}$$

$$1 \text{ ano} = 3,156 \times 10^7 \text{ s}$$

$$\text{Raio do Sol } R_{\odot} = 6,96 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\text{Massa do Sol } M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{Luminosidade do Sol } L_{\odot} = 3,827 \times 10^{26} \text{ J/s}$$

$$\text{Velocidade da luz } c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$\text{Constante da gravitação universal } G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$$

$$\text{Constante de Planck } h = 6,625 \times 10^{-34} \text{ J s} = 4,135 \times 10^{-15} \text{ eV s}$$

$$\text{Constante de Boltzmann } k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K} = 8,62 \times 10^{-5} \text{ eV/K}$$

$$\text{Constante de Stefan-Boltzmann } \sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ J}/(\text{m}^2\text{K}^4\text{s})$$

$$\text{Constante do corpo negro } a = 4\sigma/c = 7,56 \times 10^{-16} \text{ J}/(\text{m}^3\text{K}^4)$$