

# 1ª fase da UEL 2006

[[www.fisicamoderna.com.br](http://www.fisicamoderna.com.br)]

08- As teorias propostas por Einstein fornecem modelos que prevêem a geometria do universo e sua evolução. Considere um universo curvo com curvatura positiva. Para visualizar este modelo pense em uma esfera em que, num instante fixo, o universo estivesse em sua superfície. Seu raio seria dado por uma função linear do tempo  $t$ , isto é  $R=H.t$ , onde  $H$  é a constante de Hubble. A expansão do universo seria descrita pelo aumento do raio  $R$ . A diferença essencial entre a visualização geométrica dessa esfera e o que é descrito pelo modelo é que a superfície da esfera visualizada tem duas dimensões, enquanto aquela proposta por Einstein tem três. A semelhança é que, em ambos os casos, se andarmos continuamente em uma direção e com velocidade superior à da expansão, retornaremos ao ponto de partida. Considere que nessa geometria o perímetro dessa esfera seja dado por  $C=4\pi R^2$  e leve em conta duas situações estáticas, nas quais a expansão do universo foi congelada. Se na primeira, quando o universo tinha raio  $R_0$ , o tempo para um raio de luz dar uma volta completa no universo tivesse sido  $t_0 = 1.10^{10}$  anos, qual será o tempo necessário para um raio de luz dar uma volta completa no universo quando o seu raio for  $2R_0$ ?

- a)  $t = 2.10^{10}$  anos.
- b)  $t = 4.10^{10}$  anos.
- c)  $t = 1.10^{20}$  anos.
- d)  $t = 2.10^{20}$  anos.
- e)  $t = 1.10^{40}$  anos.

## Resolução

O perímetro  $C$  do universo esférico depende do quadrado do raio  $R^2$  e é dado por  $C = 4\pi R^2$  segundo o próprio enunciado.

Para um raio inicial  $R_0$  teremos  $C_0 = 4\pi R_0^2$ .

Nestas condições, um raio de luz viaja com velocidade constante  $c$  e gasta um tempo  $t_0 = \Delta S/c = C_0/c$  para perfazer  $C_0$ , ou seja, dar uma volta completa neste universo.

Para um novo raio  $R = 2R_0$  teremos:

$$C = 4\pi(2R_0)^2 = 4\pi \cdot 4 \cdot R_0^2 = 4 \times 4\pi R_0^2 = 4C_0.$$

Neste universo inflado, com o quádruplo do perímetro ( $C = 4C_0$ ), a luz demorará 4 vezes mais tempo para dar uma volta completa pois:

$$t = \Delta S'/c = 4C_0/c = 4 \times t_0 = 4.10^{10} \text{ anos.}$$

Alternativa correta: **B**