

# Introducción a la Cosmología - Tarea 4

Profesor: Luis Campusano      Auxiliar: Vicente Atal

Martes 7 de Septiembre 2010

A entregar el próximo Martes 14 de Septiembre.

## 1 Pregunta 1

Suponga que la ley de Gravitación de Newton es incorrecta, y que la fuerza sobre un objeto de masa  $m$  se escribe como:

$$F(r) = \frac{GMm}{r^2} + \frac{A}{3}mr \quad (1)$$

Suponiendo que se sigue cumpliendo que una esfera homogénea se comporta en su exterior como una masa puntual situada en su centro, derive las ecuaciones de Friedmann y comente.

## 2 Pregunta 2

El número predicho de neutrinos residuales por unidad de volumen en el universo está dado por  $n_\nu = (3/11)n_\gamma = 1.12 \times 10^8 \text{m}^{-3}$  por cada especie de neutrino. Hasta la fecha, se conocen 3 familias de neutrinos  $\nu_e$ ,  $\nu_\mu$  y  $\nu_\tau$  cuyas masas  $m(\nu_e)$ ,  $m(\nu_\mu)$  y  $m(\nu_\tau)$  aún son desconocidas. Suponiendo que los neutrinos son no relativistas en el presente, y que no existen más familias adicionales, determine el valor de  $m(\nu_e) + m(\nu_\mu) + m(\nu_\tau)$  para que la densidad de energía  $\varepsilon_\nu$  aportada por estos sea igual a la densidad crítica  $\varepsilon_{c,0}$ . Comente sobre la relevancia de este resultado.