

PHYS 6669 - Devoirs 2 - Hiver 2021

à remettre le 26 février, 2021 à 17h

Total /30

1. Les distances en cosmologie

- a) Á quelle redshift z est l'angle apparent d'un objet à son minimum en supposant que l'univers soit dominé par la matière? [3]
- b) Estimez le nombre de galaxies dans notre univers visible (utilisez $\Lambda = 0,7$, $\Omega_m = 0,3$). Supposez que les galaxies sont créées à $z = 6$. [4]

2. L'horizon

À la section 2.2, on calcule la taille de l'horizon comotif $\eta = \int_0^t \frac{dt'}{a(t')}$ et la distance comotif entre deux points $\chi(a) = \int_a^1 \frac{da'}{a'^2 H(a')}$.

- a) Dans un univers dominé par la matière, à quelle distance (en z) un miroir réfléchirait-il nos coordonnées comotives à l'instant du Big Bang? [2]
- b) À partir de l'équation de Friedmann, démontrez $a(t) \propto t$ dans un univers ouvert avec $\Omega_0 \approx 0$. [2]
- c) Calculez η en fonction de t pour cet univers ouvert et refaites le calcul de la partie a) pour cet univers. [3]

3. Le signal de EDGES

Récemment, le télescope de radio EDGES a mesuré la température des transitions hyperfine de l'hydrogène à $13 < z < 27$.

(<https://doi.org/10.1038/nature25792>)

Un abaissement de la température entre $z = 20$ et $z = 15$ est attendu quand l'hydrogène non relativistique est mis en contact thermique avec les photons de 21-cm que EDGES mesure.

a) Pourquoi est l'hydrogène plus froid que les photons à $z = 20$? Calculez le ratio de leurs températures à $z = 20$ s'ils avaient la même température à $z = 200$. [3]

b) C'est proposé qu'une autre particule froide et non relativistique pourrait refroidir l'hydrogène et ses spins au moment du signal EDGES si sa section efficace pour diffuser avec l'hydrogène augmente rapidement quand la température réduisait, i.e. $\sigma \propto v^{-4}$. Développer une limite pour la densité numérique, n , d'une telle particule par rapport à la densité n de l'hydrogène. [3]

4. Synthèse des noyaux

a) Exercice 2 du chapitre 3. [4]

b) Exercice 3 du chapitre 3. (Indices : $d^3\vec{p} = 4\pi p^2 dp$ et après d'utiliser les fonctions δ , il reste une intégrale à calculer dans chacune des parties a et b.) [6]