LP210 Janvier 2010: deuxième session

Partie : cosmologie

Sans document, calculatrice type collège

Constantes utiles :

$$H_0 = 73 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$$

$$1 \text{ pc} = 3.08 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Un sursaut gamma est un flash lumineux extrêmement puissant dont la durée n'excède pas quelques minutes et dont l'énergie est principalement émise sous forme de rayons X et de rayons γ . On pense que les sursauts gamma sont émis lors de la formation de trous noirs (explosions de supernovae), ou lors de la fusion de deux étoiles à neutrons.

A ce jour, l'objet le plus lointain observé, l'a été grâce à un sursaut gamma le 23 Avril 2009. Les observations de l'émission rémanente en infrarouge, qui dure pendant quelques jours après le sursaut gamma lui-même, a permis de déterminer le décalage spectral (redshift) de l'objet hôte : $z = 8.2$.

- 1) Rappeler la définition du décalage spectral z en termes de longueurs d'onde.
- 2) Rappeler en la justifiant la relation entre le décalage spectral z et le facteur d'expansion de l'univers R . Donner la valeur numérique du facteur d'expansion de l'univers R_1 lors de l'émission du sursaut gamma ci-dessus.
- 3) On se place dans le modèle d'Einstein de Sitter : $R(t) = A t^{2/3}$, où A est une constante.
 - a) Rappeler la définition historique de la constante de Hubble $H(t)$.
 - b) Donner la relation entre $H(t)$ et $R(t)$.
 - c) Etablir la relation entre A et la constante de Hubble à l'instant présent $H_0 = H(t_0)$.
- 4) Dans le modèle d'Einstein de Sitter, calculer l'âge actuel de l'univers, t_0 , en années.
- 5) Exprimer t_1 , l'âge de l'univers lors de l'émission du sursaut gamma, en fonction de R_1 et H_0 . Faire l'application numérique, donner le résultat en années.
- 6) Donner la relation entre la distance comobile infinitésimale dx parcourue par un photon dans le vide et la durée dt , dans un univers en expansion. En déduire la distance comobile Δx entre l'objet ayant émis le sursaut gamma et nous. Quelle la relation entre Δx et la distance physique à l'instant présent ? Faire l'application numérique pour Δx et donner le résultat en Gpc.
- 7) Le sursaut observé le 23 Avril a duré, vu de la terre, 10 s. Combien de temps a-t-il duré au point d'émission. Démontrez votre réponse.