

Notes

1 Temps propagation lumière dans un espace en expansion

A envoie un signal à B situé à une distance d ($x(A) = 0$ et $x(B) = d$) dans un espace en expansion selon $t \mapsto L(t)$.

Pour la lumière

$$cdt = \frac{L(t)}{L(0)} dx \quad (1)$$

Donc

$$d = cL_0 \int_0^T \frac{dt}{L(t)} \quad (2)$$

Exemple 1 : $L(t) = L_0 e^{\alpha t}$:

$$d = c \int_0^T e^{-\alpha t} dt = \frac{c}{\alpha} (1 - e^{-\alpha T}) \quad (3)$$

Donc $T = \frac{1}{\alpha} \ln \frac{1}{1 - \alpha d/c}$ si $d \leq c/\alpha$. De plus $T = d/c + O(\alpha d/c)$ pour $\alpha \rightarrow 0$

Exemple 2 : $L(t) = L_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^\beta$:

$$d = ct_0^\beta \int_0^T t^{-\beta} dt = \frac{ct_0^\beta}{1 - \beta} T^{1-\beta} \text{ si } \beta < 1 \quad (4)$$

$$\text{Donc } T = \left[(1 - \beta) \frac{d}{ct_0^\beta} \right]^{(1/1-\beta)}$$

2 Horizons

Horizon des évènements : distance maximale R_{ev} de laquelle peut provenir un signal lumineux en un temps fini.

Exemple 1 : $L(t) = L_0 e^{\alpha t} \Rightarrow R_{ev} = c/\alpha$

Exemple 2 : $L_0 \left(\frac{t}{t_0}\right)^\beta, \beta < 1 \Rightarrow R_{ev} = +\infty$

Horizon des particules : distance physique maximale à un instant t_1 de laquelle peut provenir un évènement issu de t_0 .

$$R_{part} = L(t_1)c \int_{t_0}^{t_1} \frac{dt}{L(t)} \quad (5)$$