

1 - Peser le soleil

1. Donner l'expression la force qu'exerce le Soleil sur la Terre. On notera a la distance Terre-Soleil, m la masse de la Terre et M la masse du soleil.
2. La force centrifuge s'écrit $F = mv^2/a$ ou v est la vitesse orbitale de la Terre. En écrivant que le system Terre-Soleil est en équilibre, donner l'expression de M (qui ne dépend pas de v).
3. Application numérique.

2 - Rayon et luminosité des étoiles

Rappel :

- Loi de Wien : $\lambda_{\max} = \frac{2.898 \cdot 10^{-3}}{T} \text{m}$
- Relation luminosité-rayon : $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, avec σ : la constante de Stefan-Boltzman $\sigma = 5.678 \cdot 10^{-8} \text{Wm}^{-2} \text{K}^{-4}$

1. Le rayon du Soleil est $R = 6.96 \cdot 10^8 \text{ m}$ et sa température est $T = 5770 \text{K}$. Calculer sa luminosité.
2. Pour les étoiles suivantes, calculer leur rayon en U.A. et en rayon terrestre ainsi que leur longueur d'onde de Wien.
3. A quelle emission cette longueur d'onde correspond.
 - Naine blanche : $L = 10^{-2} L_{\text{sol}}, T = 20000 \text{K}$
 - Géante rouge $L = 10^2 L_{\text{sol}}, T = 4200 \text{K}$

3 - Redshift et Loi de Hubble

1. En prenant $H_0 = 70.7 \text{km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$, calculer la vitesse et le redshift z de ces objets (tableau 1).

Source	NGC 34	NGC 1808	PKS 2155-304	SHBL J001355.9-185406	GRB 180720B
distance(Mpc)	84.0	14.2	543.4	438.8	1450.1

TABLE 1 – Données expérimentales

2. Quel serait l'âge de l'Univers si la vitesse d'expansion était toujours restée constante au cours du temps ?
3. Cette valeur est-elle correcte ? Commenter.

On considère la figure 1. Pour faire simple, on prend un careau = 1 unité et $H=0.5$ unité.

4. Calculer la vitesse de C et B par rapport à A .
5. Calculer la vitesse de A et B par rapport à C .
6. Calculer la vitesse de A et B par rapport à D .
7. A possède-t-il une place particulière dans l'univers ?

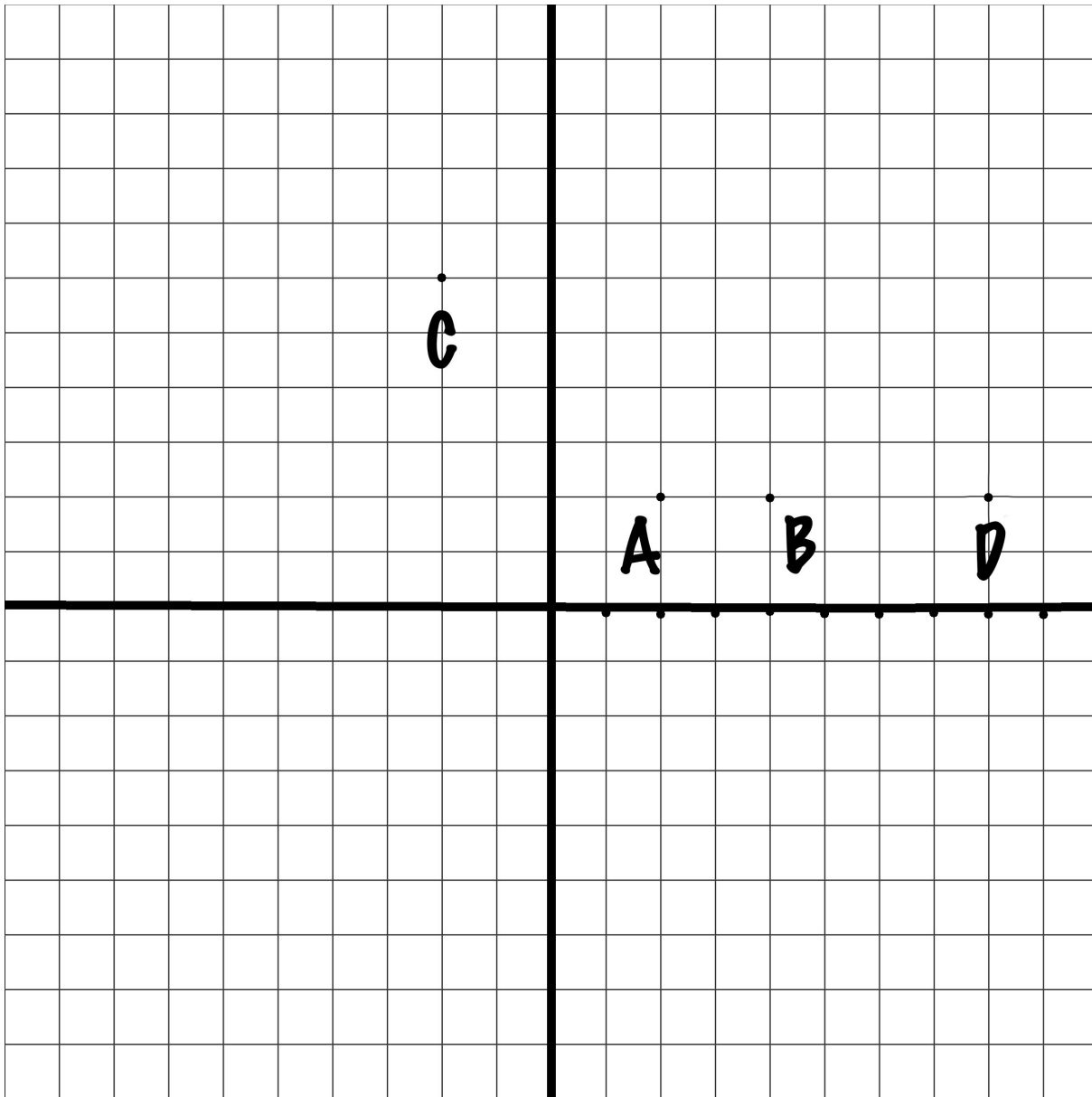


FIGURE 1 – Schema pour l'exercice sur la constante de Hubble.

4 - Approche poissonnienne

Sur un trajet ferroviaire deux incidents par an sont constatés.

1. Quelle est la probabilité qu'il y en ait exactement dix en dix ans ?
2. Quelle est la probabilité qu'il n'y en ait pas en dix ans ?

Rappel : Loi de Poisson : $P(k) = \lambda^k / (k!) e^{-\lambda}$

5 - Application de la formule de Li&Ma

Rappel : Formule de Li&Ma (version simplifiée) : $S = N_{on} \cdot \log\left(\frac{N_{on}}{\mu_{bkg}}\right) - N_{on} + \sqrt{\mu_{bkg}}$ et $\mu_{bkg} = N_{off} / \alpha$

Donnez les significativités de détection des mesures suivantes :

— $N_{on} = 54$, $N_{off} = 32$, $\alpha = 4$

- $N_{on} = 922, N_{off} = 212, \alpha = 8$
- $N_{on} = 128, N_{off} = 473, \alpha = 2$