

Radioactivité : désintégration β

Une population d'isotopes radioactifs se désintègre spontanément et aléatoirement par désintégration β . Un échantillon d'iode 131 contient $N_0 = 10^9$ isotopes caractérisés par une demi-vie $\lambda = 0.0864 \text{ j}^{-1}$. On considérera que l'échantillon est isolé et que par conséquent celui-ci n'échange pas de particules avec l'extérieur.

1. On note N la population d'atomes radioactifs encore présents dans l'échantillon à un instant t . Montrer que l'équation différentielle du nombre d'isotopes N dans l'échantillon en fonction du temps, s'écrit : $dN = -\lambda N dt$.
2. Résoudre l'équation précédente analytiquement pour obtenir $N(t)$.
3. Tracer la solution analytique jusqu'à $t = 80$ jours. Utiliser `plt.yscale('log')` pour mieux observer la décroissance temporelle.
4. Écrire une fonction résolvant l'équation différentielle établie à la première partie en utilisant un schéma d'Euler explicite.
5. Tracer la courbe $N(t)$ obtenue par la résolution numérique en n'oubliant pas le titre et les légendes des axes. Comparer avec la solution analytique pour $dt = 0.5\text{s}$ et $dt = 5\text{s}$. Quel pas de temps est nécessaire pour avoir une erreur en dessous de 0.1% ?

Suite du projet

L'iode 131 (noyau père) se désintègre en xénon 131 (noyau fils). Tracer la courbe montrant l'évolution des deux noyaux.

De manière plus générale, on parle de chaîne de désintégration qui est une succession de désintégrations d'un radioisotope, de père à fils, qui continue jusqu'à l'obtention d'un noyau stable.

Dans un premier temps on peut prendre la même demi-vie pour tous les sous-produits de désintégration. Dans un deuxième temps on peut utiliser des valeurs réelles, tirées de wikipedia par exemple. En commençant avec un échantillon constitué de 100% d'un atome, on cherchera à suivre les abondances du noyau père et tous ses noyaux fils.