

CaCO_3 ou de magnésium MgCO_3 , on fait agir les ions H_3O^+ contenus dans l'acide chlorhydrique concentré : cela produit le dioxyde de carbone attendu, ainsi que des ions calcium ou magnésium et de l'eau.

Le dioxyde de carbone ainsi extrait est mis en présence de lithium Li à haute température : il y a production de carbure de lithium Li_2C_2 et d'oxyde de lithium Li_2O . En présence d'eau, le carbure de lithium produit de l'éthyne C_2H_2 et de l'hydroxyde de lithium. Sous l'action d'un catalyseur, l'éthyne est ensuite transformée en benzène C_6H_6 , qui est liquide à température ambiante.

Le benzène ainsi produit contient tout le carbone issu de l'échantillon. On en prélève une masse mesurée très précisément, que l'on mélange à une solution scintillante. Toutes les particules β^- émises par le carbone 14 excitent les molécules de la solution scintillante, qui se désexcitent en émettant des photons. Ces photons peuvent être comptés dans un détecteur, pendant environ deux jours. On a ainsi accès au nombre de désintégrations de noyaux de carbone 14, d'où l'on déduit l'activité $A(t)$.

1. Écrire les équations de formation, puis de désintégration du carbone 14.
2. Déterminer, en becquerels, l'activité A_0 d'un gramme de carbone naturel.
3. L'activité instantanée $A(t)$ à la date t d'un échantillon contenant des noyaux radioactifs identiques est proportionnelle au nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs contenus dans l'échantillon. On écrit $A(t) = \lambda N(t)$. La constante radioactive λ est indépendante du temps et vaut $0,693\,147/t_{1/2}$, où $t_{1/2}$ est la demi-vie radioactive du noyau considéré.
- Déterminer λ , en s^{-1} , pour le carbone 14.
4. Calculer le nombre N_0 d'atomes de carbone 14 contenus dans un gramme de carbone naturel.
5. Vérifier la proportion approximative de carbone 14 donnée dans l'énoncé.
6. En admettant que, pendant une durée $\tau = 500$ ans, l'activité du gramme en question reste constante, déterminer le nombre $N(\tau)$ de noyaux radioactifs contenus dans l'échantillon au bout d'une durée τ .
7. En déduire l'activité $A(\tau)$ au bout d'une durée τ .
8. En supposant que l'activité de l'échantillon reste constante, de valeur $A(\tau)$, entre les dates τ et 2τ , déterminer de même le nombre de noyaux radioactifs $N(2\tau)$ et en déduire $A(2\tau)$.
9. En procédant toujours pareil, déterminer les valeurs des activités $A(n\tau)$, avec $n \in \mathbb{N}$, pour n allant jusqu'à 40. Présenter les résultats dans un tableau. L'utilisation astucieuse de la calculatrice ou d'un tableur est recommandée.
10. Tracer $A(t)$ et la courbe de tendance associée.
11. Vérifier graphiquement que lorsque $t_{1/2}$ s'écoule, le nombre de noyaux radioactifs de l'échantillon, donc son activité, sont divisés par deux (faire apparaître les traits de construction).
12. Écrire les équations des réactions chimiques produisant le benzène utilisé pour la datation.
13. Écrire les formules de Lewis des espèces moléculaires impliquées dans ces réactions et déterminer les formules des ions impliqués dans les espèces ioniques.
14. Mémé Paulette prélève, pour la datation du bois du fauteuil à bascule, une masse $m_{\text{benz}} = 4,02$ g de benzène fabriqué à partir de ce bois.
- Déterminer la masse m_C de carbone total contenu dans cet échantillon.
15. Un comptage pendant une durée exactement de deux jours donne 140 599 désintégrations. En déduire l'activité $A(t)$ de l'échantillon, en becquerels par gramme de carbone total.
16. Déterminer graphiquement un encadrement de l'âge du bois du fauteuil à bascule.
17. Elle procède de même avec la même masse de benzène issue du coquillage : elle trouve 12 634 désintégrations. Déterminer un encadrement de la durée écoulée depuis la mort du coquillage.
18. En supposant que tout le coquillage est constitué uniquement de carbonate de calcium, déterminer la masse de coquillage qu'il faut détruire pour cette datation.
19. L'incertitude sur le résultat de la datation est-elle plus grande pour des faibles dates ou pour de grandes dates ? Justifier.
20. Que faut-il faire pour que mémé Paulette puisse dater son mari par cette méthode ?
21. La méthode de construction de la courbe $A(t)$ ci-dessus est approximative. Comment faudrait-il modifier τ pour que la précision soit meilleure ?