# EXERCICE I : DES ISOTOPES DU PHOSPHORE 31 (6 points)
**BAC S 2010 Polynésie**

*Dans la nature, l'isotope prépondérant de l'élément phosphore est le phosphore 31.*

## 1. Le phosphore 32

Données :

masse du noyau de phosphore 32 $m(P) = 5{,}31 \times 10^{-26}$ kg.

extrait de la classification périodique : $_{11}Na$ ; $_{12}Mg$ ; $_{13}Al$ ; $_{14}Si$ ; $_{15}P$ ; $_{16}S$ ; $_{17}Cl$.

*Substance radioactive artificielle, le phosphore* $^{32}_{15}P$ *est utilisé en médecine nucléaire.*

*Il est radioactif* $\beta^-$ *et sa demi-vie* $t_{1/2}$ *est égale à 14,3 jours. Il se présente sous forme d'une solution qui s'injecte par voie veineuse pour traiter la polyglobulie primitive (maladie de Vaquez). Il se fixe sélectivement sur les globules rouges (hématies), car il suit le métabolisme du fer, abondant dans ces globules, et son rayonnement détruit les hématies en excès. C'est un traitement efficace et bien toléré de cette affection.*

*D'après le site « dictionnaire médical »*

### 1.1. Généralités

1.1.1. Donner la composition du noyau de phosphore 32.

1.1.2. Définir le terme « isotope ».

1.1.3. Quelle est la particule émise lors d'une radioactivité $\beta^-$ ?

1.1.4. Énoncer les lois de conservation qui régissent une réaction nucléaire, puis établir l'équation de désintégration du phosphore 32 en précisant l'élément formé.

### 1.2. Loi de décroissance

*Un patient reçoit par voie intraveineuse une solution de phosphate de sodium contenant une masse* $m_0$ *égale à* $10{,}0 \times 10^{-9}$ g *de phosphore 32.*
*Le nombre de noyaux de phosphore restant au cours du temps est donné par la loi de décroissance radioactive :* $N = N_0 \times e^{-\lambda . t}$ *où* $\lambda$ *est une constante strictement positive.*

1.2.1. Calculer le nombre initial $N_0$ de noyaux de phosphore 32.

1.2.2. Définir la demi-vie $t_{1/2}$ puis établir la relation entre $t_{1/2}$ et $\lambda$.
La relation précédente conduit à $\lambda = 5{,}61 \times 10^{-7}$ $s^{-1}$.

1.2.3. Définir l'activité A(t) d'un échantillon à l'instant t et en déduire la relation entre l'activité A(t) et N(t) le nombre de noyaux à l'instant t.
Calculer la valeur de l'activité $A_0$ de l'échantillon de phosphore reçu par le patient.

1.2.4. Déterminer l'instant $t_1$ où l'activité sera divisée par 10.

1.2.5. Tracer l'allure de la courbe représentant A(t) en fonction de t. On tracera la courbe sans calculatrice ; on représentera simplement les activités correspondant à $t_{1/2}$, 2 $t_{1/2}$, 3$t_{1/2}$, 4 $t_{1/2}$, 5$t_{1/2}$ …).

1.2.6. Retrouver graphiquement l'ordre de grandeur du temps $t_1$.

## 2. Le phosphore 30

*En 1934, Irène et Frédéric Joliot-Curie ont synthétisé du phosphore 30 ($^{30}_{15}P$) en bombardant de l'aluminium 27 avec des particules alpha. Le phosphore 30 se désintègre par émission $\beta^+$ en silicium 30, un isotope stable.*

Données :

- unité de masse atomique : 1 u = 1,660 5 $\times$ 10 $^{-27}$ kg
- électron-volt : 1 eV = 1,602 18 $\times$ 10 $^{-19}$ J
- célérité de la lumière dans le vide : c = 2,997 92 $\times 10^8$ m.s$^{-1}$
- masse de différentes particules :

| Particule | proton | neutron | $^{30}_{15}P$ |
|---|---|---|---|
| Masse | $m_p$ = 1,007 28 u | $m_n$ = 1,008 66 u | m($^{30}$P) = 29,970 06 u |

- énergie de liaison par nucléon du phosphore 31 :
$E_l$ / A = 8,48 MeV/nucléon

2.1. Donner la définition de l'énergie de liaison $E_l$ d'un noyau.

2.2. Donner l'expression du défaut de masse $\Delta$m d'un noyau en fonction du nombre de nucléons et du nombre de protons de ce noyau et des masses $m_p$, $m_n$ et m($^{30}$P). Calculer le défaut de masse d'un noyau de phosphore 30 ; l'exprimer en kg.

2.3. Énergie de liaison par nucléon du phosphore 30.

2.3.1. Quelle relation lie l'énergie de liaison et le défaut de masse ?
Calculer l'énergie de liaison d'un noyau de phosphore 30 exprimée en joule puis en MeV. En déduire l'énergie de liaison par nucléon.

2.3.2. Comparer cette valeur à celle de l'énergie de liaison par nucléon du phosphore 31. Conclure.