EXERCICE III : LE RADON ET SES DESCENDANTS. (4 points)
Amérique du Nord 2008

*Le radon 222 est un gaz incolore, inodore et insipide qui provient de la désintégration de l'uranium dans la croûte terrestre. Sa **demi-vie radioactive de 3,82 jours** est très courte mais il est régénéré en tant que membre de la filiation radioactive de l'uranium 238. L'inhalation du radon et de ses descendants représente pour la population française le tiers de l'exposition moyenne aux rayonnements ionisants. Sa présence est plus importante dans les régions granitiques et volcaniques.*
La principale voie d'infiltration du radon dans une maison est le sol sur lequel le bâtiment est construit. Le radon s'accumule de préférence dans des endroits clos et peu ventilés comme les caves et, dans les maisons modernes, les vides sanitaires. Dans la plupart des cas, les moyens pour diminuer les concentrations élevées en radon sont simples : aérer et ventiler les maisons, les sous-sols et les vides sanitaires ; améliorer l'étanchéité des murs et des planchers.
Le radon 222 se désintègre en donnant successivement dans un court délai du polonium 218, du plomb 214, du bismuth 214, du polonium 214, et du plomb 210. Tous ces descendants sont solides. Les quatre premiers peuvent être inhalés sous forme d'aérosols et se déposer sur les cellules pulmonaires.*
La nocivité du radon est surtout due aux désintégrations alpha de ses descendants. L'énergie émise lors des désintégrations alpha est de 6,13 MeV ou 7,85 MeV

**aérosol : ensemble de particules, solides ou liquides, en suspension dans un milieu gazeux.*
D'après : http://www.laradioactivite.com

Données :

Unité de masse atomique : u	**$1u = 1{,}6605402.10^{-27}kg$**
Électronvolt : eV	**$1eV = 1{,}60210.10^{-19}J$**
Célérité de la lumière dans le vide	**$c = 3{,}00.10^{8}\ m.s^{-1}$**

Nom	**plomb**	**bismuth**	**polonium**	**radon**
Symbole	**Pb**	**Bi**	**Po**	**Rn**
Z	**82**	**83**	**84**	**86**

Nom du noyau ou de la particule	**polonium 214**	**bismuth 214**	**électron**
masse en u	**$m_{Po} = 213{,}995176$**	**$m_{Bi} = 213{,}998691$**	**$m_e = 5{,}49.10^{-4}$**

Constante d'Avogadro : $N_A = 6{,}02.10^{23}\ mol^{-1}$.

Masse molaire du radon 222 : $M = 222{,}0\ g.mol^{-1}$.

1. Désintégration du radon 222

1.1. Donner la définition d'un noyau radioactif.

1.2. En s'aidant du texte, écrire les équations de désintégrations successives permettant d'obtenir les trois premiers descendants du radon 222.

1.3. Indiquer dans chaque cas le type de radioactivité.

2. Bilan énergétique des descendants du radon 222

2.1. L'équation de désintégration du bismuth 214 est :

$$^{214}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^{214}_{84}\text{Po} + {}^{0}_{-1}\text{e}$$

Donner l'expression de la variation d'énergie lors de la désintégration du bismuth 214 ; préciser les unités des grandeurs dans le Système International.

2.2. Calculer l'énergie émise, en MeV, lors de cette désintégration. Toutes les étapes du calcul devront apparaître.

3. Activité du radon 222

La mesure de l'activité du radon dans une cave a donné un résultat de six mille becquerels par mètre cube d'air.

Un noyau radioactif peut être caractérisé par sa constante radioactive λ. *L'activité d'un échantillon radioactif à un instant t, notée A(t), est liée au nombre de noyaux radioactifs N(t) dans l'échantillon au même instant par la relation :* $\boldsymbol{A(t) = \lambda.N(t)}$.

La demi-vie radioactive est liée à la constante radioactive λ *par la relation :*
$\boldsymbol{\lambda.t_{1/2} = ln2}$.

3.1. Calculer la valeur de λ pour le radon 222.

3.2. Quelle est la masse de radon 222 contenue dans 1,0 m^3 d'air de cette cave ? Toutes les étapes du raisonnement devront apparaître et le résultat sera d'abord donné sous forme littérale.

3.3. La loi de décroissance de l'activité en fonction du temps est $\boldsymbol{A(t) = A_0.e^{-\lambda t}}$. En supposant que le radon ne s'infiltre plus et ne s'échappe pas de cette cave, au bout de combien de jours l'activité du radon 222 sera-t-elle de 400 $Bq.m^{-3}$, seuil au dessus duquel l'Union Européenne recommande d'entreprendre des mesures correctrices simples ?

3.4. Quelles mesures simples faut-il prendre pour diminuer la concentration en radon dans cette cave ?