

L1-PCSM
TRAVAUX DIRIGES ATOMISTIQUE - SERIE 2

Exercice 1 : Isotopie et énergie de liaison

A- Les masses molaires atomiques du plomb ($Z=82$) et de l'hydrogène sont respectivement 207,2 et 1,008 g. Calculer le rapport des masses des électrons à celle de l'atome dans les deux cas. Conclusion ?

B - Le cuivre naturel est composé de deux isotopes stables de masses atomiques respectives 62,929 et 64,927. Le numéro atomique du cuivre est $Z=29$. Indiquer la composition des deux isotopes. Sachant que la masse molaire du mélange isotopique naturel est de 63,540, calculer l'abondance des deux isotopes.

C - Le chlore naturel est un mélange de deux isotopes ^{35}Cl et ^{37}Cl dont les proportions relatives sont respectivement en nombre d'atomes 75% et 25%.

a) Calculer la masse molaire atomique du Chlore naturel.

b) Combien de sortes de molécules de dichlore existe-t-il dans le dichlore naturel ?

c) Quelles sont leur masses molaires et leurs proportions relatives dans le dichlore naturel?

D - Le potassium ($Z=19$) existe sous forme de trois isotopes : ^{39}K , ^{40}K et ^{41}K dont les masses atomiques respectives sont : 38,9637; 39,9640; 40,9618 u.m.a. L'isotope ^{40}K est le plus rare, son abondance naturelle est de 0,012 %. La masse molaire du potassium naturel est 39,102 uma.

i) Calculer les abondances naturelles des isotopes 39 et 41 dans le potassium naturel.

ii) Calculer l'énergie de liaison du noyau de l'isotope 39 en J/mol de noyaux puis en MeV/noyau puis en MeV/nucléon. Données : $m_p=1,00727\text{u.m.a}$; $m_n=1,00866\text{u.m.a}$; $m_e=9,1095 \cdot 10^{-31}\text{kg}$; $N=6,022 \cdot 10^{23}\text{mol}^{-1}$; $c=3 \cdot 10^8\text{ms}^{-1}$

Exercice 2 : Réactions nucléaires – Énergie de liaison

A- Après avoir défini l'expression « réaction spontanée », dire des 2 réactions suivantes celle que l'on est en mesure de considérer comme spontanée :



- Quel est le contraire d'une réaction spontanée ?

Données : $m(\text{He}) = 4,00150\text{ u}$; $m(\text{Li}) = 7,01436\text{ u}$; $m({}^{10}\text{B}) = 10,001019\text{ u}$; $m({}^{11}\text{B}) = 11,00656\text{ u}$; $m(\text{n}) = 1,008665\text{ u}$; $1\text{ u} = 931,5\text{ MeV}/c^2$.

B - Calculer les énergies de liaison par nucléon du carbone-12 et du carbone-14. En déduire lequel des deux est le plus stable.

Données : $m({}^{12}\text{C})=12,00000\text{ u}$; $m({}^{14}\text{C})= 14,0032\text{ u}$; $m(\text{n})= 1,008665\text{ u}$; $m(\text{p}) = 1,007276\text{ u}$.

C - Calculer l'énergie de cohésion d'une mole de noyaux d'uranium ($Z=92$) 235 sachant que la masse du noyau est de 235,044 u.m.a. Cet atome peut subir une réaction de fission fournissant le lanthane ($Z=57$) 146 et le brome ($Z=35$) 87.

a) Écrire la réaction de fission et calculer l'énergie dégagée en Joule/kg d'uranium 235.

b) Le pouvoir calorifique du charbon est de 33400 kJ.kg⁻¹, quelle masse de charbon doit-on brûler pour produire l'énergie équivalente à celle de la fission d'un kg d'uranium 235 ? Conclure. ${}^{235}\text{U} = 235,044\text{ u.m.a}$ ${}^{146}\text{La} = 145,943\text{ u.m.a}$; ${}^{87}\text{Br} = 86,912\text{ u.m.a}$

Exercice 3 : Désintégration radioactive et énergie des noyaux émis (LIPCSM Juin 2015)

A) Le bismuth ${}^{212}_{83}\text{Bi}$ se désintègre par émission α en donnant du thallium ${}^{208}_{81}\text{Tl}$ à l'état fondamental ou à l'état excité dit métastable.

1) Écrire la réaction de désintégration qui donne un noyau fils à l'état excité.

2) Quel est le rayonnement émis si le noyau fils passe de l'état métastable à l'état fondamental. Écrire cette réaction.

3) Calculer en MeV l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de bismuth.

On démontre que l'énergie cinétique de la particule α et celle du noyau fils sont dans un rapport $\frac{T_\alpha}{T_{Tl}} = \frac{m_\alpha}{m_{Tl}}$. Calculer les énergies cinétiques maximales T_α et T_{Tl} .

4) En réalité toutes les particules α n'ont pas la même énergie cinétique, et la plupart ont des énergies cinétiques inférieures à la valeur prévue. Expliquer ce phénomène.

5) Des mesures d'énergie effectuées donnent pour certains groupes de particules les valeurs suivantes : $T_{\alpha 1} = 5,48$ MeV ; $T_{\alpha 2} = 5,62$ MeV ; $T_{\alpha 3} = 6,05$ MeV. Calculer dans chaque cas la longueur d'onde du rayonnement gamma associé.

Exercice 4- Radioactivité (période, activité)

Une substance radioactive de période égale à 10 s émet initialement $2 \cdot 10^7$ particules α par seconde.

1. Calculer la constante de désintégration de la substance.
2. Quelle est l'activité de cette substance?
3. Initialement, combien y avait-il en moyenne de noyaux radioactifs ?
4. Combien restera-t-il en moyenne de noyaux radioactifs après 30 s c'est-à-dire $3T$?
5. Quelle sera alors l'activité de la substance en Bq?

Exercice 5 : Datation au carbone 14 (^{14}C) – $T = 5730$ ans

1) On a utilisé la datation au carbone 14 pour déterminer l'âge de graines de maïs (par exemple). Comment se fait-il que les graines de maïs contiennent du carbone 14 ?

2) Comment varie la teneur en carbone 14 dans un morceau de bois après que l'on a coupé l'arbre ?

3) Peut-on utiliser la datation au ^{14}C pour déterminer l'âge d'un objet ayant environ 100 000 ans?

4) Un morceau de bois carbonisé trouvé dans une grotte et provenant d'un ancien feu de camp présente, à cause du carbone 14, une activité de 0,0125 Bq, alors qu'un échantillon actuel similaire possède une activité de 0,1 Bq. À quelle époque la grotte était-elle habitée ?

Exercice 6 La famille radioactive dont le nucléide père est l'uranium 238 ^{92}U aboutit à un nucléide final stable, le plomb 206 ^{82}Pb . Définir la notion de famille radioactive.

1. Le radium 226 ^{88}Ra est un nucléide de cette famille qui, à la suite de désintégrations α ou β , conduit au plomb 206 ^{82}Pb .

1.1. Donner l'équation générale de la radioactivité α .

1.2. Donner l'équation générale de la radioactivité β^-

1.3 Quels sont les nombres de désintégrations de type α et de type β^- permettant de passer du noyau $^{226}_{88}\text{Ra}$ au noyau $^{206}_{82}\text{Pb}$?

2. On considère une masse m_0 de radon à la date $t = 0$. La période du radon est de 3,825 jours.

2.1. Déterminer la masse de radon restant au bout de 1, 2, ..., n périodes. En déduire la masse de radon désintégrée au bout de n périodes.

2.2. Calculer les durées nécessaires pour désintégrer les $4/9$ et les $9/10$ de la masse m_0 de radon

3 L'analyse d'une roche, très ancienne, contenant de l'uranium 238 a permis d'obtenir 0,5 g de plomb 206. En supposant la quantité initiale de plomb 206 dans la roche très négligeable, déterminez la masse d'uranium 238 qui s'est désintégrée dans cette roche.