

LIPCSM

Travaux Dirigés Atomistique SERIE 1

Données : (masses en uma) : $m_n = 1,008665$; $m_p = 1,007276$; $m_e = 0,000548$; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

Exercice 1 : Autour de l'atome

- 1) Donner la définition et deux exemples dans chaque cas des mots ou expressions suivants : particule fondamentale, atome, élément chimique.
- 2) Donner la composition des éléments suivants ^{16}O , $^{16}\text{O}^{2-}$, $^{16}\text{O}^{2+}$, et ^{17}O puis dire pourquoi on définit le numéro atomique d'un élément chimique par le nombre de protons et non par ceux des électrons ou des neutrons
- 3) Donner les caractéristiques de l'atome et sa représentation symbolique.
- 4) Un des isotopes du carbone ($Z=6$), a 20 quarks u (up) et 22 quarks d (down) dans son noyau. Quels sont ses nombres de masse, de protons et de neutrons ?

Exercice 2 : Atomes et nucléides (LIPCSM 2004)

On considère les éléments chimiques suivants : $^{125}_{53}\text{I}$, $^{31}_{15}\text{P}$, $^{54}_{24}\text{Cr}$, $^{15}_8\text{O}$, $^{98}_{43}\text{Tc}$, $^{131}_{53}\text{I}$, $^{31}_{16}\text{S}$, $^{60}_{30}\text{Zn}$, $^{50}_{21}\text{Sc}$, $^{15}_7\text{N}$.

- 1) Définir les notions de : isotopes ; isobares ; isotones et miroirs.
- 2) Recopier et compléter le tableau suivant :

Nucléides	Isotopes	Isobares	Isotones	Miroirs
Couple				

Exercice 3 : Masse atomique et masse molaire

On considère le nucléide du phosphore $^{31}_{15}\text{P}$

- 1) Définir les notions de nucléide, nucléides isomères et de radionucléide primordial. Déterminer en uma, la masse du noyau, puis celle de l'atome de phosphore.
- 2) Est-il raisonnable de considérer que la masse de l'atome est localisée dans le noyau ?
- 3) Calculer la masse atomique molaire M de cet élément.
- 4) La valeur réelle M est de $30,9738 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$. Calculer la différence δm (en g et en uma) entre la valeur réelle et la valeur calculée. Pouvez-vous justifier cette différence ?

Exercice 4 (LIPCSM Novembre 2014)

L'élément magnésium ($Z=12$) dont la masse molaire du mélange naturel est $M = 24,305 \text{ g/mol}$, a trois isotopes stables et un isotope artificiel.

- 1) Définir l'abondance isotopique d'un élément
- 2) L'isotope 4 est associé à l'isotope artificiel instable car il a une abondance de 00,00%. Justifier.
- 3) Recopier et compléter le tableau suivant.

Isotope	1	2	3	4
Masse atomique (uma)	.....	24,986	25,983	27,984
Abondance (%)	.....	10,00	11,01	00,00
Nombre de masse	24	....	.....	.....

- 4) Sans faire de calculs et en le justifiant, donner les masses molaires atomiques de chacun des isotopes en g/mol.
- 5) Pour l'isotope 3, calculer la somme des masses (en uma) des particules constituant l'atome. Comparer à la masse atomique de l'isotope. Conclure.

Exercice 5 : Atome et isotopes du bore

Le Bore naturel a une masse molaire atomique de $10,811 \text{ g/mol}$ et est composé des isotopes $^{10}_5\text{B}$ et $^{11}_5\text{B}$ de masses atomiques relatives égales respectivement (en uma) $10,01294$ et $11,00931$.

- 1) Déterminer la composition isotopique de cet élément.
- 2) Calculer le nombre de noyaux dans 1mg de bore naturel de chacun des isotopes.
- 3) Calculer le pourcentage massique de chacun des isotopes déduire la masse de ^{10}B et ^{11}B contenue 15 mg de bore naturel
- 4) Un échantillon de bore naturel contient $1,825 \cdot 10^{21}$ atomes de ^{10}B , calculer la masse de cet échantillon.

Travaux dirigés Atomistique SERIE 2

Données : $c = 3.10^8 \text{ m/s}$; $e = 1,602.10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ u} = 1,6605.10^{-27} \text{ kg}$, $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$.

Exercice 1 : Réactions nucléaires – Énergie de liaison

A - Définir l'expression « réaction spontanée » et donner son contraire.

Donner un exemple dans chaque cas

B – On considère les 3 isotopes naturels du potassium $^{39}_{19}\text{K}$; $^{40}_{19}\text{K}$ et $^{41}_{19}\text{K}$

- 1) Calculer les défauts de masse de chacun de ces noyaux
- 2) Déterminer leur énergie de liaison en déduire les énergies de liaison par nucléon
- 3) Classer ces éléments par ordre de stabilité croissante. Justifier.

Données : (masses en uma) $^{41}\text{K} = 40,96182$; $^{40}\text{K} = 40,96182$; $^{40}\text{K} = 39,96392$; $^{39}\text{K} = 38,96370$.

Exercice 1 : Autour de l'atome (LIPCSM 2021)

1) On considère les radioéléments suivants : $^{218}_{84}\text{Po}$, $^{60}_{27}\text{Co}$ et $^{17}_9\text{F}$. En le justifiant donner le type de réaction nucléaire susceptible d'être produit par chacun de ces radioéléments.

2) Donner l'équation nucléaire issue de la désintégration de $^{17}_9\text{F}$.

3) Comparer la stabilité de $^{17}_9\text{F}$ à celle de $^{12}_6\text{C}$ qui a une énergie de liaison égale à 70,403 MeV.

4) Calculer l'énergie libérée (en J) par la désintégration d'un gramme, d'une mole de $^{17}_9\text{F}$.

Données : (masses en uma), $m(^{17}\text{O}) = 17,0022$; $m(^{17}_{10}\text{Ne}) = 17,0177$; $m(^{17}\text{F}) = 17,00209$; $m_{\text{proton}} = 1,00728$; $m_{\text{neutron}} = 1,00866$; $m_{\beta} = m_{\text{électron}} = 0,00055$ et $m(^{12}\text{C}) = 11,0114$; $m_{\alpha} = 4,0015$.

Exercice 2 : Radioactivité du corps humain (LIPCSM 2020)

Le corps humain a une activité globale estimée à 8400 Bq pour une masse corporelle de 70 kg. Cette radioactivité est due à deux (2) radioéléments : le carbone 14 (^{14}C) et le potassium 40 ($^{40}_{19}\text{K}$).

2-1 Le carbone 14 est un émetteur β^- et sa période radioactive est de 5730 années, écrire l'équation de désintégration de ce radioélément en tenant compte de toutes les particules susceptibles d'être émises.

2-2 L'activité de ^{14}C notée A_C est de 3500 Bq, calculer la masse de ^{14}C dans le corps humain responsable de cette radioactivité.

2-3 En supposant que le carbone 14 n'est plus renouvelé dans l'organisme, calculer le temps au bout duquel la masse restante de ^{14}C est égale à 1% de la masse initiale.

2-4 Un corps humain de 70 kg contient environ 145 g de potassium naturel composé de trois isotopes dont un radioactif, le potassium 40 ($^{40}_{19}\text{K}$), avec un pourcentage isotopique de 0,012 %. Calculer l'activité A_K de ce radionucléide dans le corps humain sachant que sa période est $T_K = 1,251.10^9$ années.

2-5 Le potassium $^{40}_{19}\text{K}$ se désintègre par deux voies distinctes : par émission β^- et par capture électronique (C.E.). Ecrire les deux équations de désintégrations radioactives de cet isotope, sachant qu'elles donnent respectivement deux isobares stables $^{A_1}_{Z_1}\text{X}$ et $^{A_2}_{Z_2}\text{Y}$ que l'on identifiera.

2-6 La capture électronique aboutit pour 10,68 % des cas à un état excité $^{A_2}_{Z_2}\text{Y}^*$. Donner l'équation de désexcitation de $^{A_2}_{Z_2}\text{Y}^*$.

Exercice 3 : L1 PCSM 2004

1°) La désintégration du bismuth $^{212}_{83}\text{Bi}$ à partir de son niveau fondamental conduit à un noyau de thallium $^{208}_{81}\text{Tl}$ à son niveau fondamental ou excité.

1-a°) Ecrire la réaction de désintégration radioactive conduisant au noyau fils à l'état excité. Préciser le type de radioactivité. Quel est le mode de désexcitation du noyau fils. Ecrire cette réaction en précisant la nature du rayonnement émis.

1-b°) Calculer en MeV l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de bismuth.

1-c°) En supposant que le noyau père soit au repos au moment de sa désintégration, calculer l'énergie cinétique maximale T_{α} de la particule α et l'énergie cinétique T_f du noyau fils. Comparer ces deux énergies et conclure.

Exercice 3 : Datations au carbone – au plomb

A - Des fragments d'os et de charbon de bois ont été prélevés dans un site préhistorique. On mesure l'activité du carbone 14 des résidus d'os et de charbon, afin d'en déterminer l'âge.

L'activité du carbone 14 dans les résidus d'os donne 110 désintégrations par heure et par gramme de carbone. L'échantillon de référence donne 13,6 désintégrations par minute et par gramme de carbone. La période du carbone 14 est $T = 5568$ ans.

1) Exprimer l'âge t des résidus d'os en fonction de $A(t)$, A_0 et T .

2) Calculer t en années

3) Calculer la masse de l'échantillon de référence.

B - Si une météorite est approximativement vieille de $4,5 \cdot 10^9$ ans, quel devrait être le rapport de masse plomb 208/thorium 232 dans la météorite. $T_{\text{Th}} = 1,39 \cdot 10^{10}$ ans.

