MODÈLES DU NOYAU : EXERCICES

Dimensions des noyaux.

Calculer les rayons des noyaux de carbone 12 et d'uranium 238.
Calculer et comparer leurs masses volumiques.

Modèle en couche.

Donner les compositions des noyaux suivants :
argon 36, argon 37, argon 38, argon 39
chlore 33, chlore 34, chlore 35, chlore 36, chlore 37, chlore 41, chlore 42
calcium 41, potassium 40
Représenter ces noyaux à l'aide du modèle en couches.
Comparer les stabilités de ces noyaux. (cf données du logiciel Nucléus)

Masse de la particule alpha

La masse de la particule alpha (**noyau** d'hélium $^{4}_{2}\mathrm{He}$) vaut 4,001 506 179 128 u
Calculer cette masse en kg et en $MeV.c^{-2}$.
Comparer celle-ci à la masse **atomique** $^{4}_{2}\mathrm{He}$ (à calculer à partir des données dans la base de données du logiciel Nucléus).
NB : dans cette base de données, en mode "Nubase", la masse atomique se calcule (en MeV/c^2) à l'aide de la formule $mc^2 = A\ uc^2$ + "excès de masse"
On la trouve directement calculée en u, en mode "Palais".

Masse atomique et masse nucléaire.

Les énergie de première et de seconde ionisation de l'hélium sont : 2372 $kJ.mol^{-1}$ et 5250 $kJ.mol^{-1}$
Calculer l'énergie nécessaire à la transformation d'un atome d'hélium He en ion He^{2+} (en eV).
Comparer cette énergie à l'énergie de masse d'un électron.
Expliquer pourquoi on peut écrire masse du noyau = masse de l'atome - masse des électrons.

Défaut de masse.

La masse de l'atome d'uranium vaut 235,043915 uma.
Calculer la masse de l'atome en MeV/c^2.
Calculer la masse du noyau correspondant.
Calculer l'énergie de liaison de l'uranium 235.
Calculer l'énergie de liaison par nucléon de ce nucléide.

nb : utiliser les masses (en MeV/c^2) du proton et du neutron pour résoudre l'exercice.

Noyaux stables et instables.

Calculer les énergies de liaison par nucléon des trois isotopes 15,16 et 17 de l'oxygène, de masses atomiques respectives 15,003066 u, 15,994915 u, 16,999132 u.

nb : utiliser les masses (en u) du proton et du neutron ainsi que la valeur de uc^2 (en MeV) pour résoudre l'exercice.

Réaction de fission ; énergie libérée

On considère la réaction de fission suivante :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{95}_{42}Mo + ^{139}_{57}La + 2\,^{1}_{0}n + 7\,^{0}_{-1}e$$

Les énergies de liaison par nucléon de ces nucléides sont respectivement 7,7 MeV, 8,6 MeV, 7,75 MeV.
Exprimer la masse d'un nucléide en fonction de son énergie de liaison et des masses de ses constituants.
Établir la relation entre l'énergie libérée au cours de la fission et la variation de masse du système.
Calculer l'énergie libérée par cette réaction nucléaire.
Que devient cette énergie au cours de cette transformation ?

nb : utiliser les masses (en MeV/c^2) de l'électron, du proton et du neutron pour résoudre l'exercice

Avec trois protons et trois neutrons on peut former trois ensembles différents :

une particule α (noyau d'hélium 4) et deuton ($^{2}_{1}H$)
un noyau de Lithium 6
6 particules indépendantes.

L'énergie de liaison par nucléon de la particule α vaut 7,07 MeV
L'énergie de liaison du deuton vaut 2,225 MeV.
La masse du noyau de Lithium vaut 6,01348 u.
Calculer les énergies des trois ensembles
Calculer l'énergie de liaison par nucléon du Lithium 6.

nb : utiliser les masses (en MeV/c^2) de l'électron, du proton et du neutron pour résoudre l'exercice

Spin des noyaux.

À partir du modèle en couche, donner les configurations du nucléon célibataire des nucléides suivants : $^{13}_{6}C$ $^{27}_{13}Al$ $^{29}_{14}Si$

Donner les spins des nucléides (état fondamental) suivants : $^{13}_{6}C$ $^{27}_{13}Al$ $^{31}_{16}P$ $^{14}_{7}N$ $^{40}_{19}K$

Rapport gyromagnétique.

On donne les fréquences de Larmor pour un champ magnétique de B = 1,0 T des six nucléides suivants :

$^{1}_{1}H$	$^{13}_{6}C$	$^{19}_{9}F$	$^{23}_{11}Na$	$^{31}_{16}P$
42,58 MHz	10,71 MHz	40,08 MHz	11,3 MHz	17,2 MHz

Calculer les rapports gyromagnétiques γ de ces cinq nucléides.
En déduire les valeurs du facteur de Landé correspondant (pour $^{1}_{1}H$, $^{13}_{6}C$, $^{19}_{9}F$).
Calculer les différences d'énergie ΔE entre les niveaux correspondant aux deux états de spin, pour ces cinq nucléides, dans un champ magnétique de valeur B = 2,0 T.

Fréquence de Larmor.

Calculer les fréquences de Larmor des nucléides $^{1}_{1}H$, $^{13}_{6}C$, $^{19}_{9}F$, $^{23}_{11}Na$, $^{31}_{16}P$ dans un champ magnétique de valeur B = 9,4 T.

Quelques données :
unité de masse atomique : $u = 1{,}660\,538\,782(83) \times 10^{-27}$ kg = 931,494 028(23) MeV/c^2
proton : $m_p = 1{,}672\,621\,637(83) \times 10^{-27}$ kg = 1,007 276 466 77(10) u = 938,272 013(23) MeV/c^2
électron : $m_e = 9{,}109\,382\,15(45) \times 10^{-31}$ kg = 5,485 799 0943(23) $\times 10^{-4}$ u = 0,510 998 910(13) MeV/c^2
neutron : $m_n = 1{,}674\,927\,211(84) \times 10^{-27}$ kg = 1,008 664 915 97(43) u = 939,565 346(23) MeV/c^2