

Exercice 1:

1. On introduit les ions du nucléide ^{12}C dans le spectrographe de masse de *Bainbridge*, qui seront soumis dans le filtre de vitesses à un champ d'induction magnétique B et un champ électrique E , et dans l'analyseur à un champ d'induction magnétique B_0 . Déterminer l'expression linéaire qui donne la valeur du diamètre $D_1=OP$, c'est-à-dire la distance entre le point de sortie des ions $^{12}\text{C}^+$ du filtre de vitesses O et leurs point d'impact sur la plaque photographique P .

Application numérique: $B=0.25$ tesla, $B_0=0.3$ tesla, $E=5.10^4 \text{ V.m}^{-1}$.

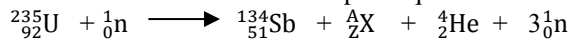
2. On introduit dans le même spectrographe et dans les mêmes conditions précédentes, l'élément X qui se caractérise par deux isotopes plus légers que le nucléide ^{12}C . Les ions X^+ donnent sur l'écran deux points d'impact L et M avec: $PL=8.28$ cm et $PM=6.89$ cm.

a. Représenter ces points sur un axe et calculer les diamètres que décrivent ces ions.

b. Calculer la masse en u.m.a et déduire le numéro atomique de chaque ion.

3. On remplace l'écran par un compteur d'ions et on obtient 150 et 1850 ions aux points L et M respectivement. Calculer le pourcentage des deux isotopes dans le mélange ainsi que la masse atomique moyenne de l'élément X .

Exercice 2: Soit la réaction nucléaire donnée par l'équation suivante:



Compléter l'équation précédente en précisant le numéro atomique et le nombre de masse de l'élément X ainsi que le type de cette réaction nucléaire.

Calculer l'énergie libérée lors de cette réaction puis en déduire celle dégagée par: a) 1 mole de l'uranium, b) 1 seul nucléon de l'uranium, c) 1g des produits.

Sachant que la combustion d'une mole de méthane libère une énergie équivalente à 213Kcal, calculer le volume du méthane nécessaire à brûler (dans les conditions standards de pression et de température) pour obtenir la même énergie provoquée par la réaction d'une mole de l'uranium.

Quel est le noyau le plus stable entre X et He .

On donne:

$1 \text{ MeV} = 106 \text{ eV}$	$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$	$n = 1.008665$	$p = 1.007278 \text{ (u.m.a)}$
$^{235}_{92}\text{U} = 235.0439$	$^{134}_{51}\text{Sb} = 133.8969$	$X = 94.9125$	$^4_2\text{He} = 4.0026 \text{ (u.m.a)}$

Exercice 3: La constante de la désintégration du sodium radioactif Na^* est: $\lambda = 0.046 \text{ h}^{-1}$.

1. Déterminer l'expression des noyaux radioactifs à l'instant t (N_t) en fonction du temps, de la constante de la radioactivité λ et du nombre de noyaux initiaux N_0 .

2. Calculer la période T en heures.

3. Calculer le temps nécessaire pour la désintégration de: a) 1% des noyaux initiaux, b) 99% des noyaux initiaux.

4. On injecte dans le sang d'un individu 10 ml d'une solution contenant initialement du sodium radioactif à la concentration de 10^{-3} mol/l . Après 5 heures, on prélève un échantillon de 10 ml du sang du même individu, on trouve alors qu'il contient 1.6×10^{-8} moles de Na^* . En supposant que la dose injectée s'est uniformément répartie dans tout le sang, calculer le volume sanguin.

Exercice 4: L'actinium se désintègre spontanément pour donner un nucléide stable de bismuth et des particules α et β selon l'équation suivante: $^{225}_{89}\text{Ac} \longrightarrow ^{209}_{83}\text{Bi} + x\alpha + y\beta$

1. Calculer x et y puis en déduire la nature de la particule β .

2. Un mois plus tard (30 jours), le rapport entre l'activité finale et l'activité initiale de l'actinium était de $1/8$. Calculer le temps de demi-vie t et la constante radioactive λ .

3. On suppose que la masse initiale de l'actinium est: $m_0 = 16\text{g}$, calculer:

a) les masses de l'Actinium et du Bismuth au bout d'un mois.

b) le volume issu de la neutralisation des charges de l'hélium que l'on réuni dans les conditions normales.

c) l'activité de l'Actinium en dps et en curies.

Exercise 1:

1. Ions of the nuclide ^{12}C are introduced into a Bainbridge mass spectrometer and a magnetic field B and an electric field E are applied in the velocity filter and a magnetic field B_0 in the analyzer. Determine the value of the diameter $D_1=OP$, i.e., the linear equation giving the distance between the exit point of the $^{12}\text{C}^+$ ions from the velocity filter O and the point of impact on the photographic plate P .

Numerical application: $B=0.25$ Tesla, $B_0=0.3$ Tesla, $E=5.10^4$ V.m⁻¹.

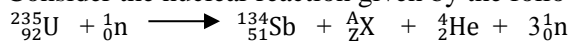
2. using the same spectrometer and the same conditions as above, introduce element X , characterized by two isotopes lighter than the ^{12}C nuclide; the X^+ ions produce two collision points L and M on the screen: $PL=8.28$ cm and $PM=6.89$ cm.

a. Plot these points on the axes and calculate the diameters of these ions.

b. Calculate the mass of a.m.u. and guess the atomic number of each ion.

3. Exchange the screen with an ion counter and obtain 150 and 1850 ions at points L and M , respectively. Calculate the proportion of the two isotopes in the mixture and the average atomic mass of element X .

Exercise 2: Consider the nuclear reaction given by the following equation:



Complete the above equation, giving the atomic number and mass number of element X and the type of nuclear reaction.

Calculate the energy released by this reaction and deduce the energy released by a) 1 mole of uranium, b) 1 nucleon of uranium, and c) 1 g of product.

Knowing that the combustion of 1 mole of methane releases energy equivalent to 213 Kcal, calculate the volume of methane combustion required (under standard conditions of pressure and temperature) to obtain the same energy from the reaction of 1 mole of uranium.

Which nucleus is the most stable between X and He ?

The following:

$$1 \text{ MeV} = 106 \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = 1.008665$$

$$p = 1.007278 \text{ (u.m.a)}$$

$$^{235}_{92}\text{U} = 235.0439$$

$$^{134}_{51}\text{Sb} = 133.8969$$

$$X = 94.9125$$

$${}^4_2\text{He} = 4.0026 \text{ (u.m.a)}$$

Exercise 3: The decay constant of radioactive sodium Na^* is: $\lambda = 0.046 \text{ h}^{-1}$.

1. Find an expression for the radioactive nucleus (N_t) at time t as a function of time, the radioactivity constant λ , and the initial number of nuclei N_0

2. Calculate the period t in units of time.

3. Calculate the time required for a) 1% of the initial nuclei and b) 99% of the initial nuclei to decay.

4. 10 ml of a solution containing radioactive sodium at a concentration of 10^{-3} mol/l is first injected into the blood of an individual. 5 hours later, 10 ml of blood from the same individual is drawn and 1.6×10^{-8} moles of Na^* is detected. Assuming that the injected amount was uniformly distributed in the blood, calculate the blood volume.

Exercise 4: Actinium spontaneously decays to produce stable bismuth nuclides and alpha and beta particles according to the following equation: $^{225}_{89}\text{Ac} \longrightarrow {}^{209}_{83}\text{Bi} + x\alpha + y\beta$

1. Calculate x and y and estimate the nature of the β particle.

2. After 1 month (30 days), the ratio of the final activity to the initial activity of actinium was $1/8$. Calculate the half-life t and the radioactive constant λ .

3. Calculate the initial mass of actinium assuming $m_0=16\text{g}$:

a) The masses of actinium and bismuth after one month.

b) The volume resulting from the neutralization of the charge of helium, which under normal conditions should recombine.

c) The units of radioactivity of actinium are dps and curies.