

## Partie II: Physique nucléaire (6 points)

### Questions de cours: (1,5 points)

①  $dN_1 = -\lambda_1 N_1 dt$

②  $A_1 = \lambda_1 N_1 \Rightarrow dA_1 = \lambda_1 dN_1 \quad (\lambda_1 = \text{cte})$   
 $= \lambda_1 (-\lambda_1 N_1 dt) = \lambda_1 (-A_1 dt)$   
 $dA_1 = -\lambda_1 A_1 dt$

③  $dA_1 = -\lambda_1 A_1 dt \Rightarrow \frac{dA_1}{A_1} = -\lambda_1 dt \Rightarrow \int_{A_1(0)}^A \frac{dA_1}{A_1} = -\lambda_1 \int_0^t dt$   
 $\Rightarrow [\ln(A_1)]_{A_1(0)}^A = -\lambda_1 [t - 0]$   
 $\Rightarrow \ln\left[\frac{A_1}{A_1(0)}\right] = -\lambda_1 t \Rightarrow \frac{A_1}{A_1(0)} = e^{-\lambda_1 t}$   
 $\Rightarrow A_1(t) = A_1(0) e^{-\lambda_1 t}$

### Exercice 1 (4,5 points)

1-1  $x = ? \quad y = ?$

on applique les lois de Conservation (loi de Soddy):

$$\Rightarrow \begin{cases} 238 + x = 241 + y \times 0 \\ 92 + 0 \times x = 94 - y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} [x] = 241 - 238 = [3] \\ [y] = 94 - 92 = [2] \end{cases}$$

1-2  $E_\alpha(^{241}_{94}\text{Pu}) = ?$  + signification physique de  $E_\alpha$

$$E_\alpha(^{241}_{94}\text{Pu}) = 94 \times [m_p + (A - Z)m_n - m(^{241}_{94}\text{Pu})] c^2$$

$$= [94 \times 1,00728 + (241 - 94) \times 1,00866 - 241,00514] \times 931,5$$

$$= 1818,4743 \text{ MeV}$$

$$E_\alpha(^{241}_{94}\text{Pu}) = 1818,4743 \text{ MeV}$$

La signification physique de  $E_{\text{lib}}$  est l'énergie qu'il faut fournir à un noyau au repos pour le dissocier en ses nucléons (protons et neutrons) isolés et au repos.



L'énergie libérée lors de la fission d'échantillon contenant 1 mol de  $^{241}\text{Pu}$

$E_{\text{lib}}$  par la fission d'1 noyau de  $^{241}\text{Pu}$

$$E_{\text{lib}} = [m(\text{Pu}) + m(^1_0\text{n}) - m(\text{Y}) - m(\text{Cs}) - 3m(^1_0\text{n})] \times c^2$$

$$= [241,00514 - 2 \times 1,00866 - 97,9007 - 140,79352] \times 931,5$$

Finalement, l'énergie libérée par la fission d'1 mol de  $^{241}\text{Pu}$

est  $E'_{\text{lib}} = N_A E_{\text{lib}} ; N = \frac{n}{M} N_A$

$$= 6,02 \cdot 10^{23} \times 273,4884 \text{ MeV}$$

$$= 1646,400168 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

$$= 1,646 \times 10^{26} \text{ MeV}$$

$$N = \frac{1 \text{ mol} \times N_A}{N_A}$$

③

3-1 le symbole de  $^A_Z\text{X}$

les règles de Conservation : conservation de A ( $A = \text{cte}$ ) et conservation de Z ( $Z = \text{cte}$ )

$$\Rightarrow \begin{cases} 241 = A + 0 \\ 94 = Z - 1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} A = 241 \\ Z = 95 \end{cases}$$

3-2

3-2-1 la loi de décroissance radioactive

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$$

3-2-2 la constante radioactive  $\lambda = ?$

①  $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = -\lambda t$ ; la courbe  $\ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = f(t)$  est une droite passant par l'origine  $\Rightarrow \ln\left(\frac{N}{N_0}\right) = K t$  ②

$$\textcircled{1} = \textcircled{2} \Rightarrow -\lambda = +K = \frac{-0,20}{4-0} = -0,05 \text{ ans}^{-1}$$

$$\Rightarrow \lambda = 0,05 \text{ ans}^{-1}$$

Page 2

3-2-3  $t = ?$  70% des noyaux se désintègrent  $\Rightarrow$  30% des noyaux restent à  $t$  (présents à  $t$ )

$$\Rightarrow N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,3 N_0 = N_0 e^{-\lambda t} \Rightarrow 0,3 = e^{-\lambda t} \Rightarrow t = \frac{-T}{\ln 2} \ln 0,3 = 24 \text{ ans}$$

sachant que la période  $T = \ln 2 / \lambda$

Profs : A. Hamine ; M. ERRAI ; S. Amrane

Partie III : Mécanique du point : (7 pts)

Exercice 1 (4,5 points)

① Le vecteur position  $\vec{OM}$  :

$$\vec{OM} = R \vec{e}_\rho \quad (R = d)$$

②  $\boxed{V(M/R)} = \frac{d\vec{OM}}{dt}/R = \frac{d}{dt}(R \vec{e}_\rho)/R = R \frac{d\vec{e}_\rho}{dt}/R = \boxed{R \dot{\varphi} \vec{e}_\varphi}$

③  $\vec{\omega} = \dot{\varphi} \vec{e}_z$

$\frac{d\vec{e}_\rho}{dt}/R = \dot{\varphi} \vec{e}_\varphi$

on calcule  $\vec{\omega} \wedge \vec{OM} = \dot{\varphi} \vec{e}_z \wedge R \vec{e}_\rho = R \dot{\varphi} \vec{e}_z \wedge \vec{e}_\rho$

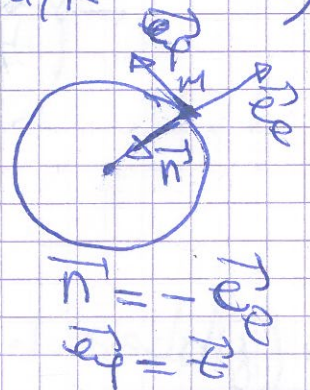
$\left( \begin{array}{c} \vec{e}_z \\ \vec{e}_\rho \end{array} \right) \vec{e}_z \wedge \vec{e}_\rho = \vec{e}_\varphi$

$= R \dot{\varphi} \vec{e}_\varphi$   
 $= \vec{V}(M/R)$

④  $\vec{a}(M/R) = \frac{dV(M/R)}{dt}/R = \frac{d}{dt}[R \dot{\varphi} \vec{e}_\varphi]/R = R \frac{d}{dt}(\dot{\varphi} \vec{e}_\varphi)/R$   
 $= R(\ddot{\varphi} \vec{e}_\varphi - \dot{\varphi}^2 \vec{e}_\rho)$

$\frac{d\vec{e}_\varphi}{dt}/R = -\dot{\varphi} \vec{e}_\rho$

$\vec{a}(M/R) = -R \dot{\varphi}^2 \vec{e}_\rho + R \ddot{\varphi} \vec{e}_\varphi$



$\vec{a}(M/R) = R \ddot{\varphi}^2 \vec{n} + R \ddot{\varphi} \vec{t}$

$\Rightarrow \begin{cases} \vec{a}_n = R \ddot{\varphi}^2 \vec{n} = -R \dot{\varphi}^2 \vec{e}_\rho \\ \vec{a}_t = R \ddot{\varphi} \vec{t} = R \ddot{\varphi} \vec{e}_\varphi \end{cases}$

⑤ Mvt circulaire uniforme  $\Rightarrow$  la vitesse angulaire est constante  $\Rightarrow \omega = d\varphi/dt$

$\Rightarrow \dot{\varphi} = c \Rightarrow \ddot{\varphi} = 0$

$\Rightarrow \boxed{\vec{a}_t = \vec{0}}$  et  $\vec{a}_n = -R \dot{\varphi}^2 \vec{e}_\rho = -c^2 \vec{e}_\rho$

$\vec{a} = \boxed{\vec{a}_n = -R \dot{\varphi}^2 \vec{e}_\rho}$

## Exercice 2: (2,5 points)

$$\textcircled{1} \quad * E_m(A) = E_c(A) + E_p(A) = \frac{1}{2} m V_A^2 + mg(z_A - z_B)$$

$V_A = 0 \text{ m/s}$  (sans vitesse initiale);  $z_A = h$ ;  $z_B = 0$

$$\Rightarrow E_m(A) = m g h = 3 \times 10 \times 2 = 60 \text{ J}$$

$$\begin{aligned} * E_m(B) &= E_c(B) + E_p(B) = \frac{1}{2} m V_B^2 + mg(z_B - z_B) \\ &= \frac{1}{2} m V_B^2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 6^2 = 54 \text{ J} \end{aligned}$$

$E_m(A) \neq E_m(B) \Rightarrow M$  est soumis à des forces de frottement

$$\textcircled{2} \quad \Delta E_m = W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) = E_m(B) - E_m(A) = 54 - 60 = -6 \text{ J}$$

$$\textcircled{3} \quad \text{Th de } E_c : \Delta E_c = \sum_{A \rightarrow B} W(\vec{F})$$

$$\Rightarrow E_c(B) - E_c(A) = \underbrace{W_{A \rightarrow B}(\vec{P})}_0 + W_{A \rightarrow B}(\vec{f})$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow W_{A \rightarrow B}(\vec{f}) &= E_c(B) - \underbrace{W_{A \rightarrow B}(\vec{P})}_0 = \frac{1}{2} m V_B^2 - m g h \\ &= \frac{1}{2} \times 3 \times 6^2 - 3 \times 10 \times 2 \\ &= 54 - 60 = -6 \text{ J} = -6 \text{ J} \end{aligned}$$