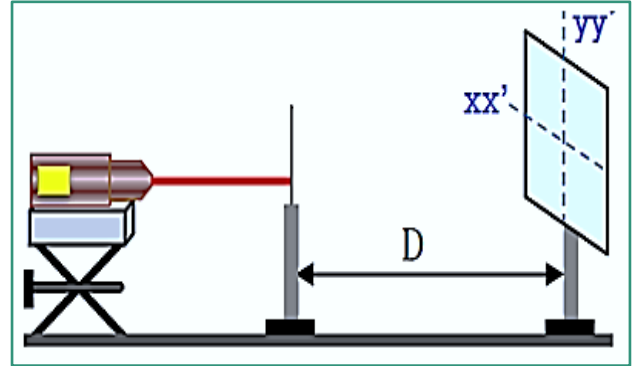


Exercice 1 : Diffraction d'une onde lumineuse

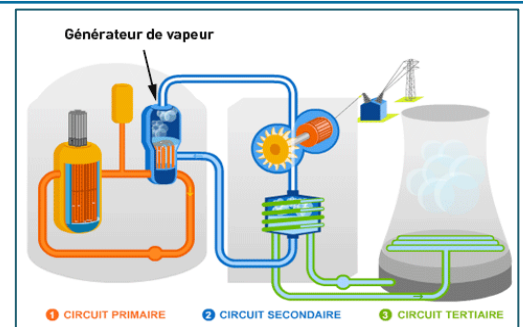
Pour déterminer la longueur d'onde  $\lambda$  d'une onde lumineuse monochromatique émise par un laser on éclaire un fil mince de diamètre  $a = 50\mu m$  par une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$  dans le vide et on pose un écran E à une distance  $D = 3m$  de la fente . On observe donc une tache centrale de largeur  $L = 7,6cm$  .

- 1 Quelle est la nature de la lumière que montre cette expérience ?
- 2 Les tache sont étalées selon la direction  $xx'$  ou selon la direction  $yy'$  ?
- 3 Rappeler la relation qui lie  $\theta$  ,  $\lambda$  et  $a$  .
- 4 Donner l'expression de  $\lambda$  en fonction de  $D$ ,  $L$  et  $a$  (on suppose  $\theta$  petit et prend  $\tan \theta \approx \theta$ ). Calculer  $\lambda$ .
- 5 Cette lumière est-elle visible ? Justifier la réponse .
- 6 On remplace la lumière monochromatique par une source de la lumière blanche . Décrire se qu'on observe sur l'écran .



Exercice 2: Production de l'énergie nucléaire

L'énergie d'une centrale nucléaire provient de la fission d'uranium  $^{235}_{92}U$ . Celle-ci dégage de la chaleur, qui sert dans un premier temps à vaporiser de l'eau, comme dans toute centrale thermique conventionnelle, puis la vapeur d'eau produite entraîne en rotation une turbine accouplée à un alternateur qui produit à son tour de l'électricité. C'est la principale application de l'énergie nucléaire dans le domaine civil.



Parmi les réactions de fission d'uranium  $^{235}_{92}U$  on a :  $^1_0n + ^{235}_{92}U \rightarrow ^{94}_{38}Sr + ^{140}_{54}Xe + a^1_0n$

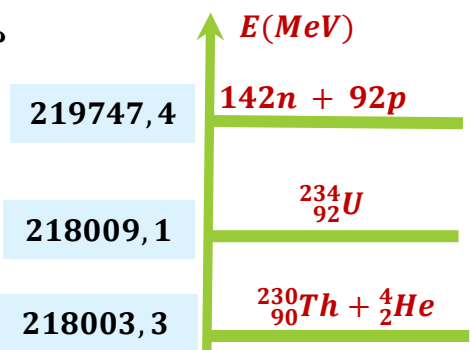
- 1 Définir la fission nucléaire .
- 2 En utilisant la loi de conservation de Soddy , déterminer les valeurs des nombres  $a$  et  $z$  .
- 3 Calculer en  $MeV$   $|\Delta E|$  l'énergie libérée par la fission d'un noyau d'uranium  $^{235}_{92}U$
- 4 Déduire en  $MeV$  puis en joule ( $J$ ) , l'énergie  $E_T$  libérée par la fission d'une masse  $m = 1kg$
- 5 Dans une centrale nucléaire , l'énergie nucléaire est transformée en énergie électrique . Une centrale fournit une puissance électrique moyenne  $P_e = 1,5GW$  avec un rendement  $r = 26\%$ 
  - a - Calculer la puissance nucléaire  $P_n$  consommée dans cette centrale .
  - b - Calculer l'énergie nucléaire (thermique ) produite par cette centrale pendant une année .
  - c - Calculer en tonne la masse d'uranium consommée par cette centrale pendant une année .
  - d - Sachant que , l'énergie thermique produite par la combustion d'une tonne de charbon est en moyenne  $E_c = 21 \times 10^3 MJ$  . Calculer en tonne la masse du charbon qu'il faut consommée pour produire une énergie égale à celle produite par la centrale nucléaire pendant une année .conclure

Données	Noyau ou particule	$^{235}_{92}U$	$^{94}_{38}Sr$	$^{140}_{54}Xe$	$^1_0n$
	Masse en (u)	234,9935	93,8954	139,8920	1,0087
	$N_A = 6,02 \times 10^{23} mol^{-1}$ ; $1u = 931,5 MeV/c^2$ ; $1MeV = 1,6 \times 10^{-13} J$				

Le Thorium **230** se trouve dans les roches marines , résulte de la désintégration spontanée d'Uranium **234** au cour du temps . C'est pourquoi que le Thorium et l'Uranium se trouvent dans toutes les roches marines en proportions différentes , selon leurs dates de formation .

- 1 Donner la composition du noyau d'uranium  $^{234}_{92}\text{U}$  .
- 2 Le noyau  $^{234}_{92}\text{U}$  est radioactif , dont le noyau fils est le Thorium  $^{230}_{90}\text{Th}$  . Écrire l'équation de désintégration d'Uranium  $^{234}_{92}\text{U}$  , en précisant la particule émise .
- 3 L'étude d'un échantillon d'une roche marine à un instant  $t$  montre qu'il contient une masse  $m_U = 3,27\text{mg}$  d'Uranium **234** , et une masse  $m_{Th} = 0,13\text{mg}$  de Thorium **230** . On suppose que la roche ne contient pas de Thorium à l'origine des dates  $t_0 = 0\text{s}$  (La date à laquelle le rocher a été formé)
  - a – Calculer l'activité nucléaire d'Uranium **234** à la date  $t$  .
  - b – Montrer que l'âge de la roche marine est :  $t = \frac{t_{1/2}}{\ln(2)} \ln\left(1 + \frac{m_{Th} \times M(^{234}_{92}\text{U})}{m_U \times M(^{230}_{90}\text{Th})}\right)$  . Calculer sa valeur
- 4 Calculer l'énergie de liaison du noyau d'hélium  $^4_2\text{He}$  .
- 5 La figure ci-contre représente le diagramme énergétique associé à la désintégration d'Uranium **234**
  - a – On se basant sur le diagramme énergétique , calculer l'énergie de liaison d'Uranium **234** et celle de Thorium **230**
  - b – Parmi les deux noyaux  $^{234}_{92}\text{U}$  et  $^{230}_{90}\text{Th}$  , quel est le plus stable ?
  - c – En utilisant le diagramme énergétique , déterminer l'énergie libérée lors de cette désintégration .

Données	Noyau ou particule	$^4_2\text{He}$	$^1_1\text{P}$	$^1_0\text{n}$
	Masse en (u)	4,0015	1,0073	1,0087
	Temps de demi vie d'Uranium 234 : $t_{1/2}$	$= 2,445 \times 10^3 \text{ans}$		



### Exercice 4 : Equilibre d'un système chimique

L'acide méthanoïque (appelé aussi acide formique) est le plus simple des acides carboxyliques. Sa formule chimique est  $\text{HCOOH}$ . Sa base conjuguée est l'ion méthanoate (formiate) de formule  $\text{HCOO}^-$ . Il s'agit d'un acide faible qui se présente sous forme de liquide incolore à odeur pénétrante.

On prépare, à une solution aqueuse ( $S$ ) d'acide méthanoïque de concentration  $c = 5 \times 10^{-3} \text{mol/L}$  et de volume  $V = 1\text{L}$ . La mesure de la conductivité de la solution ( $S$ ) donne :  $\sigma = 4,0 \times 10^{-2} \text{S/m}$

- 1 Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau .
- 2 Dresser le tableau d'avancement de cette réaction en fonction de  $C$  ,  $V$  ,  $x$  et  $x_{\text{eq}}$
- 3 Exprimer la conductivité  $\sigma$  de la solution en fonction de  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  et la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{eq}}$ .
- 4 Monter que le taux l'avancement final  $\tau$  de la réaction est :  $\tau = \frac{\sigma}{(\lambda_1 + \lambda_2) \times C}$  . Calculer sa valeur . Et conclure .
- 5 Trouver l'expression de la constante d'équilibre  $K$  associée à la réaction d'acide méthanoïque et l'eau en fonction de  $C$  et  $\tau$  . Calculer sa valeur .
- 6 On réalise la même étude , en utilisant une solution d'acide méthanoïque ( $S'$ ) de concentration  $C'$  tel que :  $C' < C$ 
  - a – Donner la nouvelle valeur de la constante d'équilibre  $K'$  ( une justification est demandée )
  - b – Choisir la valeur du  $\tau'$  de la solution ( $S'$ ), parmi les valeurs suivantes : 31,5% , 19,78% , 5,8%
- 7 On réalise une autre étude ,en utilisant une solution ( $S''$ ) d'acide benzoïque de concentration  $C''$  tel que :  $C'' = C = 5 \times 10^{-3} \text{mol/L}$  . Soit  $\tau''$  le taux d'avancement final de la réaction d'acide benzoïque avec l'eau . Comparer  $\tau''$  avec  $\tau$  (la valeur trouvée en question 4) , justifier votre réponse . La constante d'équilibre associée à la réaction d'acide benzoïque avec l'eau est :

$$K'' = 6,4 \times 10^{-5}$$

Données à  $25^\circ\text{C}$  :  $\lambda_2 = \lambda_{\text{H}^+} = 35 \times 10^{-3} \text{Sm}^2\text{mol}^{-1}$  et  $\lambda_1 = \lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46 \times 10^{-3} \text{Sm}^2\text{mol}^{-1}$