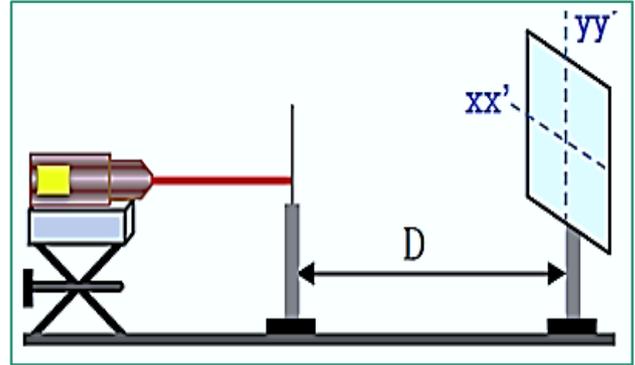


Exercice 1 : Diffraction d'une onde lumineuse

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

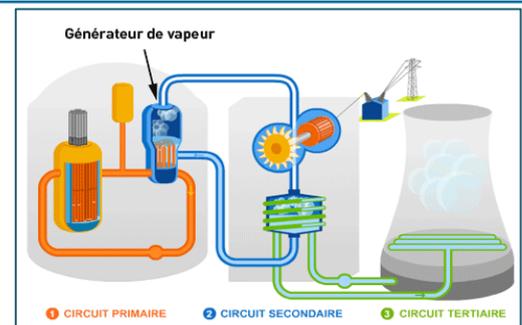
- Quelle est la nature de la lumière que montre cette expérience ?
- Les tache sont étalées selon la direction  $xx'$  ou selon la direction  $yy'$  ?
- Rappeler la relation qui lie  $\theta$  ,  $\lambda$  et  $a$  .
- Donner l'expression de  $\lambda$  en fonction de  $D$ ,  $L$  et  $a$  (on suppose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



barème  
0,5  
0,5  
0,5  
1  
0,5  
0,5

Exercice 2: Production de l'énergie nucléaire

L'énergie d'une centrale nucléaire provient de la fission d'uranium  $^{235}\text{U}$ . 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  $^{235}\text{U}$  on a :  $^1_0n + ^{235}_{92}\text{U} \rightarrow ^{94}_{38}\text{Sr} + ^{140}_{54}\text{Xe} + a^1_0n$

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

0,5  
0,5  
0,75  
0,75  
0,5  
0,5  
0,75  
0,75

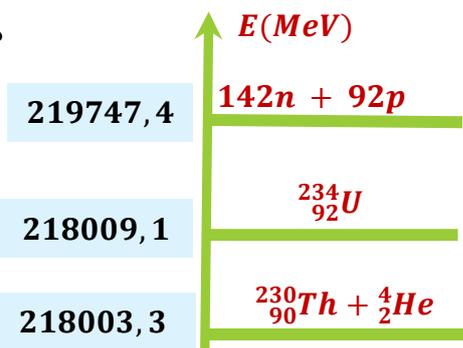
Données	Noyau ou particule	$^{235}_{92}\text{U}$	$^{94}_{38}\text{Sr}$	$^{140}_{54}\text{Xe}$	$^1_0n$
	Masse en (u)	234,9935	93,8954	139,8920	1,0087
	$N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{mol}^{-1}$ ; $1u = 931,5 \text{MeV}/c^2$ ; $1\text{MeV} = 1,6 \times 10^{-13} \text{J}$				

### Exercice 3 : Datation d'une roche marine

Le Thorium **230** se trouve dans les roches marines, résulte de la désintégration spontanée d'Uranium **234** au cours 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.

- Donner la composition du noyau d'uranium  ${}^{234}_{92}\text{U}$ .
- 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.
- 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)
  - Calculer l'activité nucléaire d'Uranium **234** à la date  $t$ .
  - 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
- Calculer l'énergie de liaison du noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$ .
- La figure ci-contre représente le diagramme énergétique associé à la désintégration d'Uranium **234**
  - On se basant sur le diagramme énergétique, calculer l'énergie de liaison d'Uranium **234** et celle de Thorium **230**
  - Parmi les deux noyaux  ${}^{234}_{92}\text{U}$  et  ${}^{230}_{90}\text{Th}$ , quel est le plus stable ?
  - 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 :  $\sigma = 4,0 \times 10^{-2} \text{S/m}$

- Écrire l'équation de la réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau.
- Dresser le tableau d'avancement de cette réaction en fonction de  $C$ ,  $V$ ,  $x$  et  $x_{\text{éq}}$
- Exprimer la conductivité  $\sigma$  de la solution en fonction de  $\lambda_1$  et  $\lambda_2$  et la concentration  $[\text{H}_3\text{O}^+]_{\text{éq}}$ .
- Montrer que le taux d'avancement final  $\tau$  de la réaction est :  $\tau = \frac{\sigma}{(\lambda_1 + \lambda_2) \times C}$ . Calculer sa valeur. Et conclure.
- 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.
- On réalise la même étude, en utilisant une solution d'acide méthanoïque (S') de concentration  $C'$  tel que :  $C' < C$ 
  - Donner la nouvelle valeur de la constante d'équilibre  $K'$  (une justification est demandée)
  - Choisir la valeur du  $\tau'$  de la solution (S'), parmi les valeurs suivantes : 31,5%, 19,78%, 5,8%
- On réalise une autre étude, en utilisant une solution (S'') d'acide benzénique 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 benzénique 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 benzénique avec l'eau est :  $K'' = 6,4 \times 10^{-5}$

Données à  $25^\circ\text{C}$ :  $\lambda_2 = \lambda_{\text{H}_3\text{O}^+} = 35 \times 10^{-3} \text{Sm}^2\text{mol}^{-1}$  et  $\lambda_1 = \lambda_{\text{HCOO}^-} = 5,46 \times 10^{-3} \text{Sm}^2\text{mol}^{-1}$

barème

0,5  
0,5

0,75  
1,25

0,5

0,5

0,75  
0,75

0,5  
1

1  
1,5

1

0,75  
0,5

0,75