

Devoir n°4 de Sciences Physiques (3 heures)

Exercice 1 : (5 points)

Pour doser une solution d'hydroxyde de sodium, on en mesure un volume $V_B = 100 \text{ cm}^3$ que l'on verse ensuite dans un bécher. On remplit une burette graduée de 25 mL avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_A = 5,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. On vide progressivement la burette en relevant le pH de la solution du bécher :

$V_A(\text{cm}^3)$	0	2,0	4,0	8,0	11,0	13,0	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	18,0	20,0	23,0	25,0
pH	11,9	11,85	11,80	11,60	11,35	11,20	10,90	10,60	10,35	8,50	3,70	3,35	3,10	2,80	2,55	2,45

1. Comment procéder pour prélever les 100 cm^3 de la solution d'hydroxyde de sodium ?
2. Comment procéder pour préparer 1 L de la solution d'acide chlorhydrique sachant que le laboratoire dispose d'une solution commerciale de cet acide de concentration $C_0 = 1,0 \cdot 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$?
3. Tracer la courbe de variation du pH en fonction du volume V_A de solution acide versé.
4. Utiliser cette courbe pour déterminer la concentration C_B de la solution d'hydroxyde de sodium.
5. Quelle est la masse d'hydroxyde de sodium contenue initialement dans le bécher ?
6. Vers quelle limite tendra le pH de la solution si l'on verse beaucoup de solution acide ?
7. Quel est entre le bleu de bromothymol et l'hélianthine l'indicateur coloré le plus approprié pour ce dosage ? Justifier.

Données : Domaines de virage: hélianthine $3,1 < \text{pH} < 4,4$; BBT $6,0 < \text{pH} < 7,6$

Exercice 2 : (5 points)

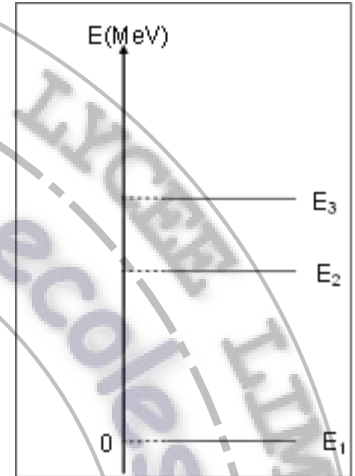
On réalise les interférences lumineuses en utilisant le dispositif des fentes de Young. Deux fentes fines et parallèles S_1 et S_2 distantes de $a = 1 \text{ mm}$, sont éclairées par une fente lumineuse S parallèle aux précédentes et située à égale distance de chacune d'elles. On observe les interférences sur l'écran E parallèle au plan des fentes S_1 et S_2 et situé à la distance $D = 2 \text{ m}$ du plan de ces fentes.

1.
 - 1.1. La lumière utilisée est monochromatique. Calculer sa longueur d'onde λ sachant que la largeur de 10 interférences est égale à 13,2 mm.
 - 1.2. On éclaire la fente S simultanément avec la radiation de longueur d'onde λ et une autre radiation de longueur d'onde λ' . La 7^{ème} brillante frange de la radiation λ' coïncide avec la 5^{ème} frange brillante de la radiation λ . Calculer la longueur d'onde λ' .
 - 1.3. On isole par une fente fine la frange située cette position de la coïncidence, on place devant elle une cellule photoélectrique dont la cathode est au césium. Le travail d'extraction d'un électron du césium est $W_0 = 2,0 \text{ eV}$. Quelle est, s'il y a lieu, la (les) vitesse(s) maximale(s) des électrons à la sortie de la cathode ?
2. On opère maintenant en lumière blanche.
 - 2.1. Décrire sommairement le phénomène observé sur l'écran.
 - 2.2. On place dans le plan de l'écran E , parallèlement aux fentes S_1 et S_2 , la fente d'un spectroscope. La fente du spectroscope est à 9 mm de la frange centrale. Calculer le nombre de radiations manquantes et les longueurs d'ondes correspondantes. Les limites du spectre visible sont $0,4 \mu\text{m}$ et $0,8 \mu\text{m}$.

Exercice 3 : (5 points)

La désintégration α du plutonium ^{239}Pu aboutit à la formation d'un noyau fils d'uranium ^{92}U dans un état associé à un de ses trois niveaux d'énergie représentés dans le diagramme ci-contre.

- Donner l'équation de la désintégration α du plutonium.
- Par convention, à quel état attribue-t-on, dans le diagramme ci-contre, une valeur d'énergie nulle?
- Pourquoi la désintégration des noyaux de polonium s'accompagne-t-elle de l'émission de rayonnement γ ?
- L'énergie cinétique d'une particule α émise lors de la désintégration du noyau de plutonium 239 ne peut être que de 1,7 MeV, 2,7 MeV ou 5,2 MeV. L'énergie cinétique du noyau fils d'uranium est très faible et par conséquent être négligée. En considérant que :
 - l'uranium est émis au niveau 1, calculer l'énergie E libérée au cours de la réaction nucléaire.
 - l'uranium est émis dans l'état d'énergie du niveau 3, montrer que la valeur de $E_3 = 3,5$ MeV
 - l'uranium est émis dans l'état d'énergie du niveau 2, montrer que la valeur de $E_2 = 2,5$ MeV
- Calculer l'énergie et la longueur d'onde des photons susceptibles d'être émis à la suite de la désintégration des noyaux de plutonium 239.



On donne: $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$ Js ; $e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C

Exercice 4 : (5 points)

Données: $c = 3,00 \cdot 10^8$ m.s⁻¹; $1u = 1,66 \cdot 10^{-27}$ kg = 931,5 MeV.c⁻²; $e = 1,60 \cdot 10^{-19}$ C; $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ mol⁻¹;
 masse du proton: $m_p = 1,007276$ u = 938,28 MeV.c⁻²; masse du neutron: $m_n = 1,008665$ u = 939,57 MeV.c⁻².

A. Le polonium 210 subit une désintégration de type α selon l'équation : $^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow ^4_2\text{He} + ^{206}_{82}\text{Pb} + \gamma$

- Rappeler brièvement la signification de cette équation.
 - Donner la structure (nature et nombre des constituants) du nucléide $^{206}_{82}\text{Pb}$ intervenant dans cette réaction nucléaire.
 - Rappeler la définition de l'énergie de liaison et calculer, en MeV, celle de chacun des nucléides $^{206}_{82}\text{Pb}$ et $^{210}_{84}\text{Po}$ précédents. Conclure.
 - Soit ΔE l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de polonium. Calculer ΔE en joules et en électronvolts. Sous quelles formes cette énergie est-elle libérée?
 - On suppose que le noyau de polonium est initialement immobile et que le photon γ possède l'énergie $E = 2,2$ MeV. Exprimer, les énergies cinétiques E_{C1} et E_{C2} d'un noyau d'hélium (de masse m_1) et d'un noyau de plomb (de masse m_2), en fonction de ΔE , E , m_1 et m_2 . Calculer ces énergies.

Données: masse des noyaux: $^{210}_{84}\text{Po}$: $m = 210,0857$ u ; ^4_2He : $m_1 = 4,0026$ u ; $^{206}_{82}\text{Pb}$: $m_2 = 206,0789$ u.

- La demi-vie du polonium est de 140 jours. On dispose d'une masse de 2,00 grammes de polonium à la date $t = 0$. Quel sera, à la date $t' = 280$ jours, le volume d'hélium obtenu, volume mesuré dans les conditions où le volume molaire est 24 L .mol⁻¹?