REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE Ministère de l'Education Nationale et de la Reforme du Système Educatif Direction des Examens et des Concours	Baccalauréat 2021 Sciences physiques session complémentaire 2021	Honneur Fraternité Justice Série: Sciences de la nature Durée : 4H Coefficient : 7

Exercice 1(4pts)

On réalise pour différentes expériences la même réaction d'hydrolyse d'un même ester le méthanoate d'éthyle de formule brute $C_3H_6O_2$ dans deux ballons (A) et (B) dans des conditions différentes.

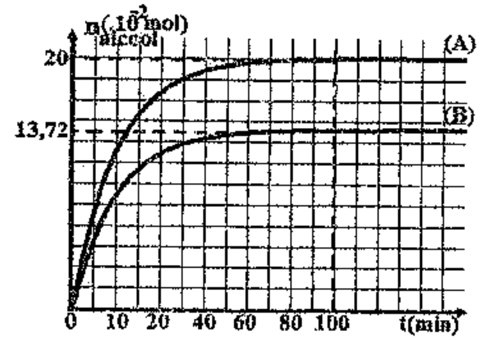
On étudie l'équilibre chimique hydrolyse-estérification.

1. Ecrire l'équation chimique en remplaçant les différents composés organiques par leurs formules semi-développées et en indiquant leurs noms. (1pt)

2. Les conditions initiales des expériences dans les deux ballons sont décrites ci-dessous.

Expérience dans (A)	Température :T_1=60°	Catalyseur :ion H^+	n_i(ester)=0,6mol	n_i(eau)=0,6mol
Expérience dans (B)	Température :T_2=80°	Catalyseur :ion H^+	n_i(ester)=0,3mol	n_i(eau)=0,6mol

On suit par la suite l'évolution du système chimique dans les deux ballons en dosant l'acide formé à différents instants puis on déduit le nombre de moles d'alcool formé. Sur la figure ci-contre on a tracé les courbes de variation du nombre de moles d'alcool formé au cours du temps et ceci pour les deux expériences ainsi réalisées.



Montrer, en exploitant les deux courbes, que ces expériences montrent que les réactions inverses hydrolyse et estérification sont lentes et limitées. (0,5pt)

3.

3.1. Déterminer la composition molaire du système chimique dans chacun des deux ballons à l'équilibre chimique. (1pt)

3.2. En déduire la constante d'équilibre pour les deux systèmes chimiques dans (A) et (B). (0,5pt)

3.3. Que peut-on conclure à propos du caractère énergétique des réactions d'hydrolyse et d'estérification? (0,5pt)

4. Dans une deuxième expérience on prépare un mélange initial formé de 2 mol d'ester ; 4 mol d'eau ; 3mol d'alcool et 2 mol d'acide. A une date ultérieure t, on dose l'acide restant et on trouve à cette date t un nombre de moles, n(acide)=1,8mol. Quel est le sens d'évolution spontanée de la réaction à cette date t ? (0,5pt)

Exercice 2(5pts)

On considère deux solutions acides de même concentration $C=10^{-2}mol/L$.

S_1 est une solution d'acide chlorhydrique de pH=2 et S_2 est une solution d'acide méthanoïque de pH=2,9.

1. En déterminant les concentrations en ions H_3O^+ de S_1 et S_2, montrer que l'une est une solution d'acide fort et l'autre une solution d'acide faible.

Écrire les équations-bilans des réactions de ces acides avec l'eau. (1pt)

2. On considère la solution de l'acide faible.

2.1. Vérifier que la constante pKa du couple correspondant à cet acide faible est égale à 3,74. (1pt)

2.2. Etablir l'expression de son pH en fonction de C et pKa du couple acide-base correspondant. (On supposera que cet acide est très faiblement ionisé). (0,5pt)

2.3. Calculer le coefficient de dissociation α. (0,5pt)

2.4. On dilue cette solution 10 fois pour obtenir une nouvelle solution de concentration molaire C'. Calculer la concentration molaire C' et la valeur du pH de la solution diluée. (1pt)

3. Soit V_1 le volume d'eau à ajouter à un volume $V=10^{-2}L$ de la solution S_1 pour obtenir une solution S'_1 de volume V'_1 et de pH=3,4. Déterminer V_1. (1pt)

Exercice 3(5pts)

On prendra g=10m/s²

Un skieur de masse m=60kg peut glisser à partir du sommet O' d'un mont couvert de neige au versant du quel se trouve un bassin d'eau de largeur d=BC=10m.

1. Dans cette question, on suppose que le skieur glisse sans frottement le long de la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle $\theta=30°$ par rapport à la verticale.

Le skieur quitte le point O' origine de l'axe orienté x'x sans vitesse initiale

1.1. Déterminer la nature du mouvement sur la ligne de plus grande pente du plan incliné. (0,5pt)

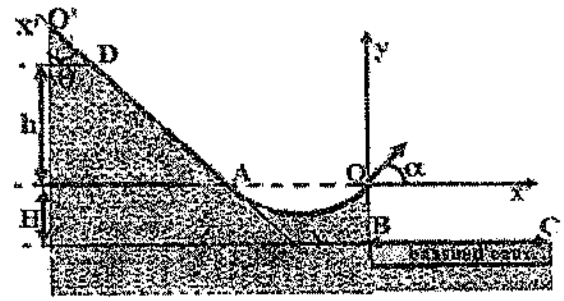
1.2. Donner en fonction de x l'expression de l'énergie cinétique Ec et de l'énergie potentielle Ep du solide lorsque ce dernier occupe une position d'abscisse x comptée à partir de O'. (1pt)

On prendra pour référence de l'énergie potentielle le plan horizontal passant par un point A situé en dessous du point O' tel que O'A= L.

1.3. En déduire l'expression de l'énergie mécanique E. (0,5pt)

2. Dans cette question on suppose que le skieur débute son mouvement au point D situé à la hauteur h au dessus de l'horizontale passant par O. (Voir la figure).

Arrivé au point O le skieur quitte le mont avec une vitesse $\overline{V}_0$ faisant l'angle $\alpha=60°$ avec l'axe Ox situé à une hauteur H=0,5m au dessus de la surface du bassin d'eau de largeur BC.



On veut déterminer la valeur minimale h_m de la hauteur h pour que le skieur ne tomber pas dans le bassin d'eau.

2.1. Exprimer la vitesse V_A en fonction de h et g. (0,25pt)

2.2. Etablir dans le repère (O ; x ; y) l'équation de la trajectoire du mouvement du skieur à partir de l'instant t=0 où il quitte le point O. (1pt)

2.3. Donner les expressions des cordonnées du sommet S de la trajectoire. (0,75pt)

2.4. Déterminer la valeur minimale h_m de la hauteur h pour que le skieur ne tombe pas dans le bassin d'eau. (1pt)

Exercice 4(6pts)

Un dispositif interférentiel comporte deux sources lumineuses S_1 et S_2 ponctuelles émettant en concordance de phase une radiation monochromatique de longueur d'onde λ.

La distance entre S_1 et S_2 est a.

On place un écran E parallèle au plan formé par S_1 et S_2 à une distance D=1,5m de ce dernier.

1. Pour $a=a_1$ (mm) l'interfrange du système d'interférences obtenu est $i_1=0,36$mm.

L'interfrange devient $i_2=0,3$mm pour $a_2=a_1+\varepsilon$ (avec a_1 toujours exprimé en mm et $\varepsilon=0,6$mm).

1.1. Rappeler la définition de l'interfrange. (0,5pt)

1.2. Déduire des données la valeur de a_1 et celle de λ. (1pt)

Dans la suite de l'exercice on prendra a=3mm.

2. Les faisceaux issus de S_1 et S_2 ont chacun pour angle d'ouverture $\alpha=0,006$rad et les bords des faisceaux sont parallèles deux à deux.

2.1. Représenter les faisceaux émis et hachurer le champ d'interférences. Déterminer la largeur *l* du champ d'interférences. (1pt)

2.2. Déterminer le nombre de franges brillantes et celui de franges sombres sur l'écran. (1pt)

3. La source S émet à présent deux radiations de longueur d'onde respective $\lambda_1=0,48\mu m$ et $\lambda_2=0,54\mu m$.

3.1. Qu'observe-t-on sur l'écran E ? (0,5pt)

3.2. A quelle distance de la frange centrale observe-t-on la première coïncidence entre franges brillantes ? (1pt)

4. Les sources S_1 et S_2 sont maintenant éclairées en lumière blanche.

Quelles sont les longueurs d'onde des radiations appartenant au spectre visible pour lesquelles une frange obscure se forme sur l'écran E à la distance x=2mm de la frange centrale brillante?

On rappelle que le domaine du spectre visible est $0,4\mu m \leq \lambda \leq 0,8\mu m$ (1pt)

CORRECTION DU BAC D (SC) 2021

EXERCICE 1 (4PTS)

1. L'équation chimique :

$$\underbrace{HCOO-CH_2-CH_3}_{\text{méthanoate d'éthyle}} + \underbrace{H_2O}_{\text{eau}} \rightleftharpoons \underbrace{HCOOH}_{\text{acide méthanoïque}} + \underbrace{CH_3-CH_2-OH}_{\text{éthanol}}$$

Ipt

2. * La réaction évolue progressivement au cours du temps ⇔ il s'agit donc d'une réaction lente.

   * Pour les deux expériences l'avancement final est inférieur à la quantité initiale des réactifs $x_f < n_i(\text{ester ou eau})$ ⇔ il s'agit donc d'une réaction limitée.

   Donc les réactions inverses hydrolyse et estérification sont lentes et limitées. 0,5pt

3.
   3.1. La composition molaire du système chimique :

   ❈ Pour le ballon (A) :

   $n_{eq}(\text{alcool}) = 20.10^{-2}$ mol = 0,2 mol.
   $n_{eq}(\text{acide}) = 0{,}2$ mol.
   $n_{eq}(\text{ester}) = n_i(\text{ester}) - n_{eq}(\text{alcool}) = 0,6 - 0,2 = 0,4$ **mol.**
   $n_{eq}(\text{eau}) = n_i(\text{eau}) - n_{eq}(\text{alcool}) = 0,6 - 0,2 = 0,4$ **mol.**

   ❈ Pour le ballon (B) :

   $n_{eq}(\text{alcool}) = 13{,}72.10^{-2}$ mol
   $n_{eq}(\text{acide}) = 13{,}72.10^{-2}$ mol
   $n_{eq}(\text{ester}) = n_i(\text{ester}) - n_{eq}(\text{alcool}) = 0,3 - 13,72.10^{-2} = 16,28.10^{-2}$ **mol.**
   $n_{eq}(\text{eau}) = n_i(\text{eau}) - n_{eq}(\text{alcool}) = 0,6 - 13,72.10^{-2} = 46,28.10^{-2}$ **mol.** Ipt

   3.2. La constante d'équilibre :

$$K = \frac{n_{eq}(\text{acide}) \times n_{eq}(\text{alcool})}{n_{eq}(\text{ester}) \times n_{eq}(\text{eau})}$$

   ❈ Pour le ballon (A) :

$$K = \frac{0,2 \times 0,2}{0,4 \times 0,4} = 0,25$$

   ❈ Pour le ballon (B) :

$$K = \frac{13,72.10^{-2} \times 13,72.10^{-2}}{16,28.10^{-2} \times 46,28.10^{-2}} \approx 0,25$$

   0,5pt

   3.3. La constante d'équilibre est indépendante de la température ⇔ ces réactions sont athermiques. 0,5pt

4. $\text{ester} + \text{eau} \underset{②}{\overset{①}{\rightleftharpoons}} \text{acide} + \text{alcool}$: le sens d'évolution spontanée se la réaction à cette date t est : le sens ②. 0,5pt

EXERCICE 2 (5PTS)

1. Les concentrations en ions H_3O^+ de S_1 et S_2 :

   $[H_3O^+]_{S_1} = 10^{-pH_{S_1}} = 10^{-2} mol.L^{-1}$ ⇔ $[H_3O^+]_{S_1} = C$ donc il s'agit d'une solution d'acide fort.

   $[H_3O^+]_{S_2} = 10^{-pH_{S_2}} = 10^{-2,9} = 1,25.10^{-3} mol.L^{-1}$ ⇔ $[H_3O^+]_{S_2} \neq C$ donc il s'agit d'une solution d'acide faible.

   Les équations-bilans des réactions :

   $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
   $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+ + HCOO^-$ Ipt

2.
   2.1. La constante pK_a du couple correspondant à l'acide méthanoïque :
   D'après la relation d'Henderson :

$pH = pK_a + \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} \Leftrightarrow pK_a = pH - \log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

- L'électroneutralité : $[HCOO^-] \approx [H_3O^+] = 10^{-pH}$ car $[OH^-] \ll [H_3O^+]$
- La conservation de la matière : $[HCOOH] = C - [HCOO^-] = C - 10^{-pH}$

D'où : $pK_a = pH - \log\frac{10^{-pH}}{C-10^{-pH}} = 2,9 - \log\frac{10^{-2,9}}{10^{-2}-10^{-2,9}} = 3,74$ 1pt

2.2. L'expression de pH en fonction de C et pKa :

On a : $K_a = \frac{[H_3O^+].[HCOO^-]}{[HCOOH]}$ on sait que $[HCOO^-] \approx [H_3O^+]$ et $[HCOOH] = C - [HCOO^-] \approx C$ car $[HCOO^-] \ll C$ (cet acide est très faiblement ionisée)

$K_a = \frac{[H_3O^+]^2}{C} \Leftrightarrow -\log K_a = -\log\frac{[H_3O^+]^2}{C} \Leftrightarrow -\log K_a = -\log[H_3O^+]^2 + \log C$

$-\log K_a = -2\log[H_3O^+] + \log C \Leftrightarrow pK_a = 2pH + \log C \Leftrightarrow pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C)$ 0,5pt

2.3. Le coefficient de dissociation α :

$\alpha = \frac{[HCOO^-]}{C} = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-pH}}{C} = \frac{10^{-2,9}}{10^{-2}} = 0,125 = 12,5\% \Leftrightarrow \alpha = 12,5\%$ 0,5pt

2.4. La concentration molaire C' :

$C' = \frac{C}{10} \Leftrightarrow C' = 10^{-3} mol.L^{-1}$

Le pH de la solution diluée : 1pt

$pH = \frac{1}{2}(pK_a - \log C') = \frac{1}{2}(3,74 - \log 10^{-3}) = 3,37 \Leftrightarrow pH = 3,37$

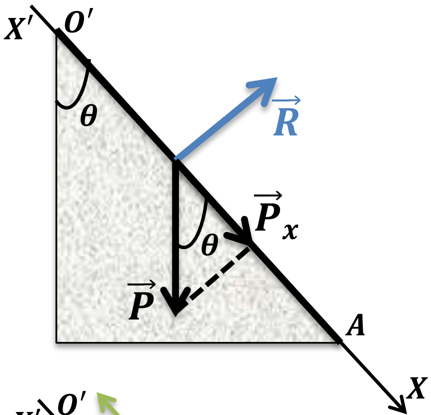
3. La valeur de V_1 :

$V_1 = V'_1 - V$

Après la dilution : $CV = C'_1V'_1 \Leftrightarrow V'_1 = \frac{CV}{C'_1}$ or $C'_1 = 10^{-pH} \Leftrightarrow V'_1 = \frac{CV}{10^{-pH}}$

D'où : $V_1 = \frac{CV}{10^{-pH}} - V = \frac{10^{-2}\times10^{-2}}{10^{-3,4}} - 10^{-2} \approx 0,24L \Leftrightarrow V_1 = 0,24L$ 1pt

EXERCICE 3(5PTS)



1.

1.1. La nature du mouvement :

La R.F.D : $\sum\vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$

On projette sur $\overrightarrow{XX'}$: $P_x = ma \Leftrightarrow mg\cos\theta = ma \Leftrightarrow$

$a = g\cos\theta = 10 \times \cos 30° = 8,66\ m.s^{-2}$

$a = 8,66\ m.s^{-2}$ donc M.R.U.V 0,5pt

1.2. L'expression de E_C et de E_P :

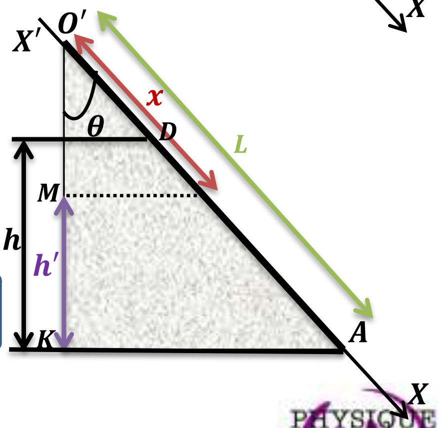
$E_C = \frac{1}{2}mV^2$ or $V^2 = 2ax$ (R.I.T) $\Leftrightarrow E_C = mgx\cos\theta$

$E_P = E_{PP} = mgh'$ avec $h' = O'K - O'M = L\cos\theta - x\cos\theta$

$\Leftrightarrow E_P = mg(L - x)\cos\theta$ 1pt

1.3. Déduction de l'expression de E :

$E = E_C + E_P = mgx\cos\theta + mg(L-x)\cos\theta \Leftrightarrow E = mgL$ 0,5pt



2.

2.1. L'expression de la vitesse V_A en fonction de h et g :

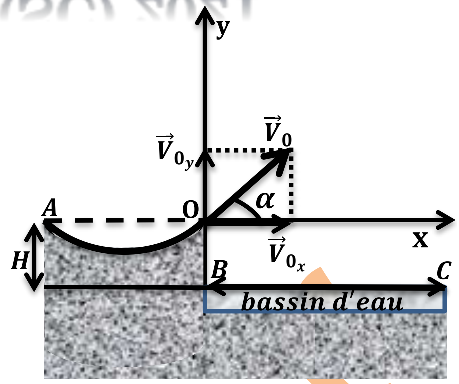
Appliquons le T.E.C entre D et A :

$E_{C_A} - E_{C_D} = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$ or $E_{C_D} = 0$, $W(\vec{R}) = 0$ et

$W(\vec{P}) = mgh \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_A^2 = mgh \Leftrightarrow V_A = \sqrt{2gh}$ 0,25pt

2.2. L'équation de la trajectoire du mouvement du skieur :

Les conditions initiales : $O\begin{cases}x_0 = 0\\ y_0 = 0\end{cases}$ et $\vec{V}_0\begin{cases}V_{0_x} = V_0\cos\alpha\\ V_{0_y} = V_0\sin\alpha\end{cases}$



La R.F.D : $\vec{P} = m\vec{a}$

- ♣ On projette sur $\overrightarrow{ox}$: $0 = ma_x \Leftrightarrow a_x = 0$ M.R.U
- ♣ On projette sur $\overrightarrow{oy}$: $-P = ma_y \Leftrightarrow a_y = -g$ M.R.U.V

$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$, $\vec{V}\begin{cases} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = -gt + V_0\sin\alpha \end{cases}$ et

$\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = V_0\cos\alpha.t \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0\sin\alpha.t \ldots\ldots\ldots (2) \end{cases}$

De (1) : $t = \frac{x}{V_0\cos\alpha}$

dans (2) : $y = -\frac{g}{2V_0^2\cos^2\alpha}x^2 + \tan\alpha.x$ or $V_0^2 = V_A^2 = 2gh$

D'où : $y = -\frac{1}{4h.\cos^2\alpha}x^2 + \tan\alpha.x$ 1pt

2.3. Les expressions des coordonnées du sommet S de la trajectoire :

♠ L'abscisse du sommet S (x_S) :

$\left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=x_S} = 0 \Leftrightarrow \left(\frac{dy}{dx}\right)_{x=x_S} = -\frac{1}{2h.\cos^2\alpha}x_S + \tan\alpha = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2h.\cos^2\alpha}x_S = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}$

D'où : $x_S = 2h.\sin\alpha.\cos\alpha \Leftrightarrow x_S = h.\sin 2\alpha$ 0,75pt

♠ L'ordonnée du sommet S (y_S) :

$y_S = -\frac{1}{4h.\cos^2\alpha}x_S^2 + \tan\alpha.x_S = -\frac{1}{4h.\cos^2\alpha}(2h.\sin\alpha.\cos\alpha)^2 + \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha}.(2h.\sin\alpha.\cos\alpha)$

$\Leftrightarrow y_S = h.\sin^2\alpha$

2.4. La valeur minimale h_m de la hauteur h :

Soit $P(x_P; y_P)$ la portée : $y_P = -H = -0,5m$

Pour que le skieur ne tombe pas dans le bassin d'eau il faut que : $x_P \geq BC$

L'expression de x_P :

$y_P = -\frac{1}{4h.\cos^2\alpha}x_P^2 + \tan\alpha.x_P = -H \Leftrightarrow -\frac{1}{h}x_P^2 + \sqrt{3}.x_P + \frac{1}{2} = 0$

$\Delta = 3 + \frac{2}{h}$

$x_{P_1} = \frac{-\sqrt{3}+\sqrt{3+\frac{2}{h}}}{-\frac{2}{h}} < 0$ (Rejeté) donc $x_P = x_{P_2} = \frac{\sqrt{3}+\sqrt{3+\frac{2}{h}}}{\frac{2}{h}}$

$x_P = \frac{\sqrt{3}+\sqrt{3+\frac{2}{h}}}{\frac{2}{h}} \geq 10 \Leftrightarrow \sqrt{3} + \sqrt{3+\frac{2}{h}} \geq \frac{20}{h} \Leftrightarrow \sqrt{3+\frac{2}{h}} \geq \frac{20}{h} - \sqrt{3} \Leftrightarrow 3 + \frac{2}{h} \geq \frac{400}{h^2} + 3 - \frac{40}{h}\sqrt{3}$

$\Leftrightarrow 2h \geq 400 - 40\sqrt{3}h \Leftrightarrow h \geq \frac{400}{2+40\sqrt{3}} \Leftrightarrow h_m = 5,61m$ 1pt

EXERCICE 4(6PTS)

1.1. L'interfrange est la distance entre les milieux de deux franges successives de même nature. 0,5pt

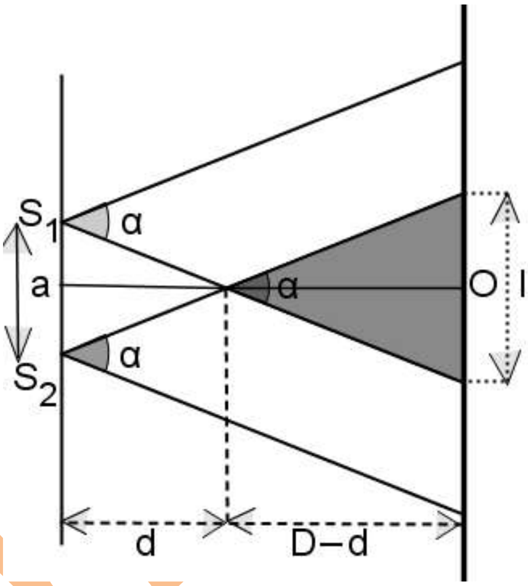
1.2. La valeur de a_1 et celle de λ :

$i_1 = \frac{\lambda D}{a_1}$ et $i_2 = \frac{\lambda D}{a_2}$ $\Leftrightarrow \frac{i_1}{i_2} = \frac{a_2}{a_1} = \frac{a_1+\epsilon}{a_1}$

$\Leftrightarrow a_1 = \frac{\epsilon.i_2}{i_1 - i_2} = \frac{0,6.10^{-3}\times 0,3.10^{-3}}{(0,36-0,3).10^{-3}} \Leftrightarrow a_1 = 3mm$

$\lambda = \frac{a_1 i_1}{D} = \frac{3.10^{-3}\times 0,36.10^{-3}}{1,5} \Leftrightarrow \lambda = 0,72\mu m$ 1pt

2.



2.1. Représentation :

La largeur l du champ d'interférences :

$\tan\frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{l}{2}}{D-d}$ (α est très faible)

$\Leftrightarrow l = \alpha(D-d)$

Or $\tan\frac{\alpha}{2} \approx \frac{\alpha}{2} = \frac{\frac{a}{2}}{d} \Leftrightarrow d = \frac{a}{\alpha}$

Donc $l = \alpha D - a = 0,006 \times 1,5 - 3.10^{-3}$

$\Leftrightarrow l = 6mm$

1pt

2.2. * Le nombre des franges brillantes :

$x = Ki$ donc $-\frac{l}{2} \leq Ki \leq \frac{l}{2} \Leftrightarrow -\frac{l}{2i} \leq K \leq \frac{l}{2i}$

$\Leftrightarrow -8,33 \leq K \leq 8,33$

Donc :

$K = \{-8, -7, -6 \ldots\ldots\ldots 0, 1, 2 \ldots\ldots\ldots 7, 8\}$

il ya 17 franges brillantes.

* Le nombre des franges sombres :

$x = (2K+1)\frac{i}{2}$ donc $-\frac{l}{2} \leq (2K+1)\frac{i}{2} \leq \frac{l}{2} \Leftrightarrow -\frac{l}{2i} - \frac{1}{2} \leq K \leq \frac{l}{2i} - \frac{1}{2}$

$\Leftrightarrow -8,83 \leq K \leq 7,83$

Donc : $K = \{-8, -7, -6 \ldots\ldots\ldots 0, 1, 2 \ldots\ldots\ldots 6, 7\}$ il ya 16 franges sombres.

1pt

3.

3.1. On observe deux systèmes de franges qui se superposent et dont les franges centrales coïncident. De part et d'autre de la frange centrale O d'autres coïncidences peuvent être observées.

0,5pt

3.2. Il y'a coïncidence entre franges brillantes si et seulement si :

$x_1 = x_2 \Leftrightarrow \frac{K_1\lambda_1 D}{a} = \frac{K_2\lambda_2 D}{a} \Leftrightarrow \frac{K_1}{K_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{0,54}{0,48} = \frac{9}{8}$

La première coïncidence est entre la 9éme frange brillante pour λ_1 et la 8éme frange brillante pour λ_2. La distance à laquelle est située la première coïncidence :

$x_1 = x = \frac{K_1\lambda_1 D}{a} = \frac{9\times 0,48.10^{-6}\times 1,5}{3.10^{-3}} \Leftrightarrow x = 2,16mm$

1pt

4. Position des franges sombres :

$x = (2K+1)\frac{\lambda D}{2a} \Leftrightarrow \lambda = \frac{ax}{(2K+1)D} = \frac{2\times 3.10^{-3}\times 2.10^{-3}}{(2K+1)\times 1,5} = \frac{8}{2K+1}\mu m$

Or $0,4\mu m \leq \lambda \leq 0,8\mu m \Leftrightarrow 0,4\mu m \leq \frac{8}{2K+1}\mu m \leq 0,8\mu m \Leftrightarrow \frac{5}{4} \leq \frac{2K+1}{8} \leq \frac{5}{2}$

$\frac{9}{2} \leq K \leq \frac{19}{2}$ d'où : $K = \{5, 6, 7, 8, 9\}$

1pt

K	5	6	7	8	9
λ(μm)	0,72	0,61	0,53	0,47	0,42

FIN.

لا تنسونا من صالح دعائكم...