

**SCIENCES PHYSIQUES****CORRIGE****EXERCICE 1 (03 points)**

**1.1.1** La réaction est lente. Car elle dure quelques minutes. Elle peut être suivie par une méthode physique. (0,25pt)

**1.1.2** Couples mis en jeu et demi-équations électroniques :

Les couples mis en jeu :  $Ag^+/Ag$  et  $Cu^{2+}/Cu$

Demi-équations électroniques :  $Ag^+ + e^- \rightleftharpoons Ag$  et  $Cu \rightleftharpoons Cu^{2+} + 2e^-$  (2 X 0,25pt)

**1.1.3** Masse maximale d'argent (Ag) formé

Graphiquement  $m(Ag)_{max} = 4,30 \text{ g}$  (0,25pt)

**1.1.4** Montrons que  $Ag^+$  est le réactif limitant :

Comparons  $\frac{n_0(Cu)}{1}$  et  $\frac{n(Ag^+)_0}{2} : \frac{n_0(Cu)}{1} = \frac{m_0(Cu)}{M}$  AN :  $\frac{n_0(Cu)}{1} = \frac{3,175}{63,5} = 0,05 \text{ mol}$

$\frac{n_0(Ag^+)}{2} = \frac{4,3}{2 \times 108} = 0,02 \text{ mol}$

$\frac{n_0(Cu)}{1} > \frac{n_0(Ag^+)}{2}$ : les ions  $Ag^+$  constituent le réactif limitant. (0,25pt)

**1.1.5** Déduisons-en la concentration  $C_0$  de la solution de nitrate d'argent :

$C_0 = \frac{n(Ag^+)}{V_s}$ ;  $C_0 = \frac{m_{Ag}}{M_{Ag}V} = \frac{4,3}{108 \times 0,2} = 1,99 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1} \approx 2 \cdot 10^{-1} \text{ mol} \cdot L^{-1}$  (0,25pt)

**1.1.6** Le temps de demi-réaction est la durée au bout de laquelle la moitié de la quantité (masse) maximale d'argent s'est formée.  $\tau = 8 \text{ s}$  (0,5pt)

**1.2.1** Montrons que :  $v(Ag) = \frac{1}{V_s} \times \frac{dm}{108dt}$

$V = \frac{d[Cu^{2+}]}{dt} = \frac{1}{V_s} \frac{dnCu^{2+}}{dt} = \frac{1}{2V_s} \frac{dn(Ag^+)}{dt} = \frac{1}{2V_s M(Ag)} \frac{dm(Ag)}{dt} = \frac{1}{2 \times 108 \times V_s} \frac{dm}{dt} = \frac{1}{216V_s} \frac{dm}{dt}$ ;  $v(Ag) = \frac{1}{V_s} \times \frac{dm}{216 \cdot dt}$  (0,25pt)

**1.2.2** Déterminons la vitesse volumique de formation de l'argent à  $t=0$  et à  $t = 20 \text{ min}$

$V(t = 0) = \frac{1 \times 4300 \cdot 10^{-3}}{216 \times 0,2 \times 10} = 9,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (0,25pt)

$(t = 20) = \frac{1 \times 0,07}{216 \times 0,2} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ mol} \cdot L^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$  (0,25pt)

**1.2.3** La vitesse diminue au cours du temps. Le facteur cinétique responsable de cette évolution est la diminution des quantités de matière (de la concentration molaire en ion  $Ag^+$ ) des réactifs (0,25pt)

**EXERCICE 2 (03 points)**

**2.1.1** l'acide éthanóïque est faible car  $-\log C = 2 \neq \text{pH}$  (0,25pt)

L'équation de la réaction :  $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$  (0,25pt)

**2.1.2** Le coefficient de dissociation  $\alpha$  :  $\alpha = \frac{[H_3O^+]}{C} = \frac{10^{-\text{pH}}}{C}$  A.N :  $\alpha = \frac{10^{-3,4}}{10^{-2}} = 0,0398 \approx 4\%$ . (0,25pt)

**2.1.3** Expression des concentrations molaires des espèces chimiques en fonction de  $\alpha$  et de  $C$  :

Inventaire des espèces :  $H_3O^+$ ;  $OH^-$ ;  $CH_3COO^-$  et  $CH_3COOH$

$A = \frac{[H_3O^+]}{C} \Rightarrow [H_3O^+] = \alpha \times C$ ;  $[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-14}}{\alpha \times C}$ ;  $[CH_3COO^-] = [H_3O^+] = \alpha \times C$ ;

$[CH_3COH] = C - [CH_3COO^-] = C - \alpha \times C = C(1 - \alpha)$

La constante d'acidité  $K_A$  du couple acide éthanóïque/ion éthanóate :

$$K_A = \frac{[H_3O^+] \times [CH_3COO^-]}{[CH_3COH]} = \frac{(\alpha \times C) \times (\alpha \times C)}{C(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2 \times C^2}{C(1-\alpha)} = \frac{\alpha^2 \times C}{1-\alpha} \quad (0,25pt)$$

$$A.N : K_A = \frac{0,04^2 \times 10^{-2}}{1-0,04} = 1,6710^{-5} \quad (0,25pt)$$

**2.2.1** Description de la préparation de la solution S<sub>1</sub> :  $V_{prelevé} = \frac{V_{final}}{10} = \frac{100}{10} = 10 \text{ mL}$ .

Prélever avec une pipette graduée un échantillon de volume 10 mL de la solution commerciale. Verser ce prélèvement dans une fiole jaugée de 100 mL. Ensuite ajouter de l'eau distillée jusqu'au 2/3 puis homogénéiser en fin compléter avec l'eau distiller jusqu'au trait de jauge. (0,25pt)

**2.2.2.1** l'équation bilan de la réaction :  $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$  (0,25pt)

$$\text{Calcul de } K_r = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH] \times [OH^-]} = \frac{[CH_3COO^-] \times [H_3O^+]}{[CH_3COOH] \times K_e} = \frac{K_a}{K_e} = \frac{1,67 \cdot 10^{-5}}{10^{-14}} = 1,65 \cdot 10^9$$

**Conclusion** :  $K_r > 10^3$ ; la réaction est totale (0,25pt)

**2.2.2.2** la concentration molaire C<sub>1</sub> de solution S<sub>1</sub> :

$$\text{Equivalence} : n_{CH_3COOH} = n_{OH^-} \Rightarrow C_1 V_1 = 2 C_B V_B \Rightarrow C_1 V_1 = \frac{2 C_B V_B}{M_B} \Rightarrow C_1 = \frac{2 C_B V_B}{M_B \times V_1}$$

$$A.N : C_1 = \frac{2 \times 3,7 \times 14,8}{74 \times 15} = 9,87 \cdot 10^{-2} \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad (0,25pt)$$

Déduction de la concentration molaire C<sub>0</sub> :

$$C_0 = 10 \times C_1 \quad A.N : C_0 = 10 \times 9,87 \cdot 10^{-2} = 0,987 \text{ mol} \cdot L^{-1} \quad (0,25pt)$$

**2.2.2.3** Détermination du degré d'acidité du vinaigre :

$$D = \frac{m_{acide}}{m_{vinaigre}} \times 100 = \frac{n_{acide} \times M_{acide}}{\rho_{vinaigre} \times V} \times 100 = \frac{C_0 \times V \times M_{acide}}{d \times \rho_{eau} \times V} \times 100 = \frac{C_0 \times M_{acide}}{d \times \rho_{eau}} \times 100; \quad A.N : D = \frac{0,987 \times 60 \times 100}{1,01 \times 1000} = 5,86\%$$

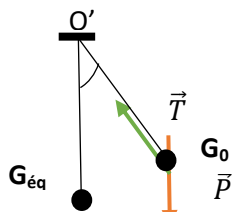
Le degré de ce vinaigre est D=5,86°. L'indication parait juste. **(0,5pt)**

### EXERCICE 3:

(5 pts)

Système : {Bille}

**3.1.1**



Bilan des forces extérieures :  $\vec{P}; \vec{T}$

(0,25 pt)

Figure 1

**3.1.2** l'expression de l'intensité du champ de pesanteur g

$$\text{TEC entre } G_0 \text{ et } G_{eq} : \Delta Ec(G_0 \rightarrow G_{eq}) = \sum W \vec{F}_{ext}(S) (G_0 \rightarrow G_{eq}) \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 - 0 = W \vec{P} + W \vec{T} = mg L(1 - \cos \theta_0)$$

$$\Rightarrow v^2 = 2 g L(1 - \cos \theta_0) \Rightarrow g = \frac{v^2}{2 L (1 - \cos \theta_1)} \quad (0,25pt)$$

**3.1.3** Valeur numérique de g

$$AN : g = \frac{(0,85)^2}{2 \times 0,611 (1 - \cos 20^\circ)} = 9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad (0,25pt)$$

**3.2.1** Equation du mouvement

Système : { pendule };  $B \vec{F}_{ext}(S) : \vec{P}; \vec{R}_\Delta$ ; RTSG

$$T.A.A. : \sum M \vec{F}_{ext}(S)_{/\Delta} = J_\Delta \ddot{\theta} \Rightarrow -m g L \sin \theta = m L^2 \ddot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{g}{L} \sin \theta = 0 \quad (0,25pt)$$

**3.2.2** solution de l'équation différentielle

$$\text{Lorsque } \sin \theta = \theta \text{ (rad), si } \theta = \theta_m \cos \left( \frac{2\pi}{T_0} t + \phi \right) \Rightarrow \dot{\theta} = -\theta_m \times \frac{2\pi}{T_0} \sin \left( \frac{2\pi}{T_0} t + \phi \right) \Rightarrow \ddot{\theta} = -\frac{4\pi^2}{T_0^2} \theta_m \cos \left( \frac{2\pi}{T_0} t + \phi \right)$$

$$\Rightarrow \left[ -\frac{4\pi^2}{T_0^2} + \frac{g}{L} \right] \cdot \theta_m \cos \left( \frac{2\pi}{T_0} t + \phi \right) = 0 \text{ car } \frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{g}{L}$$

$$\text{Expression de la période propre } T_0 : \frac{4\pi^2}{T_0^2} = \frac{g}{L} \Rightarrow T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (2 \times 0,25pt)$$

**3.2.3** Détermination des valeurs de  $\theta_m$  et  $\phi$ .

$$\text{Exploitation de la figure 3 : On trouve : } \theta_m = 7,0^\circ = \frac{7 \times \pi}{180} = 0,12 \text{ rad.} \quad (0,25pt)$$

$$\text{Détermination de } \phi : \text{A la date } t_0 = 0 \text{ s ; } \theta_0 = \theta_m \cos \phi \quad \theta_m = \Rightarrow \cos \phi = 1 \Rightarrow \phi = 0 \text{ rad.} \quad (0,25pt)$$

$$\text{Calcul de } g : g = \frac{4\pi^2 \cdot L}{T_0^2} = \frac{T_0^2 \cdot g}{4\pi^2} ; \quad AN : g = 9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} \quad (0,25pt)$$

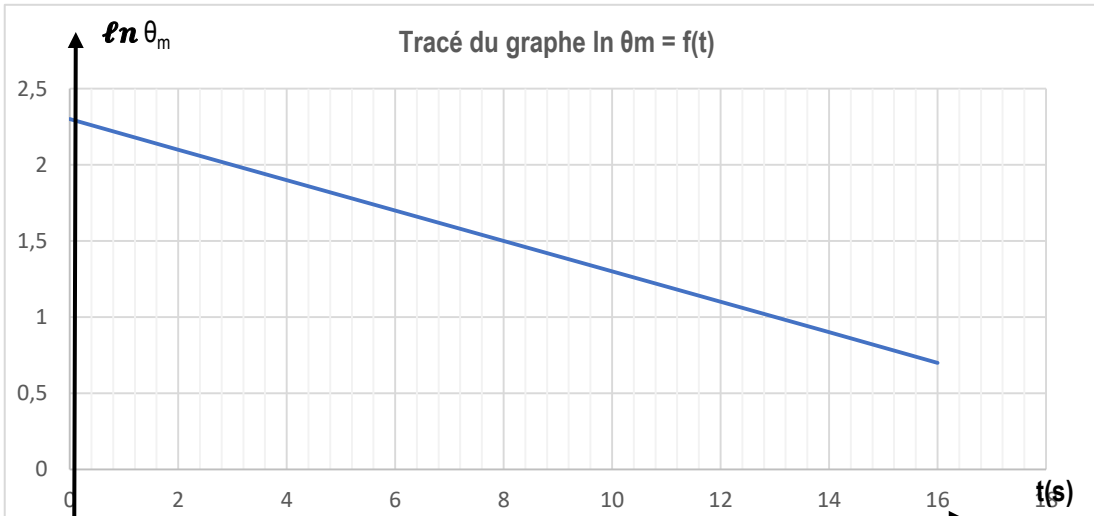
$$\text{Calcul de l'écart relatif : } \frac{|9,81 - 9,80|}{9,81} \times 100 = 0,1\% ; \quad \text{Conclusion : l'incertitude relative est très faible} \quad (0,25pt)$$

**3.3.1. Tableau complété :**

**(0,25pt)**

Numéro des maximums de $\theta$	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t(s)	0	2,0	4,0	6,0	8,0	10	12	14	16
Valeur de $\theta_m$ (°)	10	8,2	6,7	5,5	4,5	3,7	3,0	2,5	2,0
Ln $\theta_m$	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,90	0,70

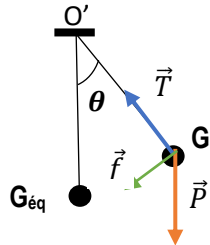
**3.3.2 Tracé du graphe  $\ln \theta_m = f(t)$  (0,25pt)**



Fonction affine  $y = a x + b$  avec  $a = \frac{2,3-0,7}{0-16} = -0,1$  et graphiquement  $b \approx 2,3$

**$\ln(\theta_m) = -0,1 t + 2,3$  (0,25pt)**

**3.3.3** Etablissement de l'équation différentielle régissant  $\theta(t)$ .



**Figure 3**

RTSG ; Système : {Bille} ;  $B\vec{F}_{ext(S)} : \vec{P} ; \vec{T}$  et  $\vec{f}$

On a :  $\frac{dE_m}{dt} = \sum P_{F_{ext}(S)}$  (non conservatives) ;  $\sum P_{F_{ext}(S)}$  (non conservatives) =  $P(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \vec{v}$ . Avec :  $E_m = \frac{1}{2} m v^2 + m g L(1 - \cos \theta)$

$\frac{dE_m}{dt} = \frac{1}{2} m \times 2 v \dot{v} + m g L \dot{\theta} \sin \theta = -k v \cdot v \Rightarrow mL\ddot{\theta} + m g \sin \theta = -k L\dot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{k}{m} \dot{\theta} + \frac{g}{L} \sin \theta = 0$

Les amplitudes étant faibles  $\sin \theta = \theta \Rightarrow \ddot{\theta} + \frac{k}{m} \dot{\theta} + \frac{g}{L} \theta = 0$  **(0,25pt)**

Ces oscillations mécaniques sont libres et amorties de régime pseudo-périodique. **(0,25pt)**

**3.3.4** Détermination de la constante  $\lambda$  : On a :  $\Delta(\ln \theta_m) = -\lambda \Delta t \Rightarrow \lambda = -\frac{\Delta(\ln \theta_m)}{\Delta t} = \frac{-(0,7-2,3)}{16-0} = 0,1 \text{ s}^{-1}$ .  **$\lambda = 0,1 \text{ s}^{-1}$  (0,25pt)**

**3.3.5** Détermination de la pseudo-période

D'après le tableau de mesure :  $T_1 : T_1 = 2,0 \text{ s}$  **(0,25pt)**

Calcul de  $T'_0$  :  $T'_0 = 2\pi \sqrt{\frac{L_1}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{1,00}{9,81}} = 2,01 \text{ s}$  (0,25pt)

$T_1 \approx T'_0$ ; **conclusion** : La pseudo-période est sensiblement égale à la période propre de l'oscillateur.

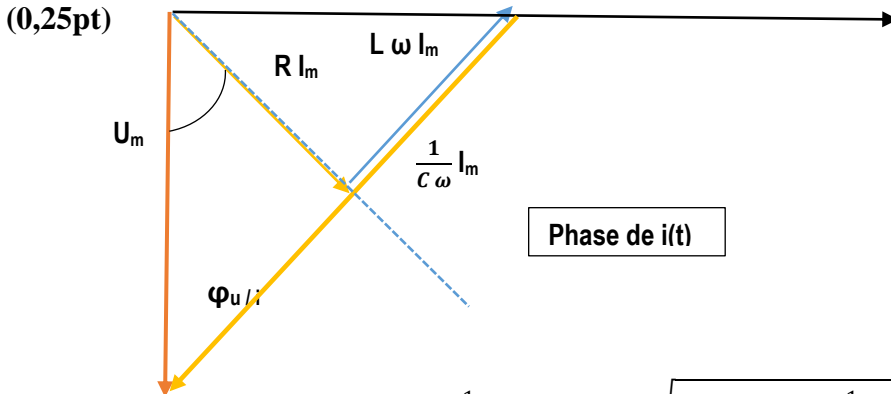
**EXERCICE 4 (05 points)**

**4.1.1** Equation vérifiée par l'intensité  $i(t)$

Loi d'additivité des tensions.  $U_{NM} = U_R + U_L + U_C$

$U_{NM} = R i + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt$  (0,25pt)

**4.1.2** Construction de Fresnel :  $U_{NM} = U \sqrt{2} \sin(\omega t)$



On a :  $Z_{lm} = U_m$  et  $U_m^2 = R^2 I_m^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2 I_m^2 \Rightarrow U_m = I_m \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2} = Z_{lm} I_m$

$\Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$  (0,25pt)

**4.1.3** L'étude expérimentale

**4.1.3.1** la valeur minimale  $Z_0$  de l'impédance et la fréquence  $f_0$  correspondante

Graphiquement on trouve :  $Z_0 = 100 \Omega$  et  $f_0 = 250 \text{ Hz}$ . (2 X 0,25pt)

**4.1.3.2**  $Z_0$  : impédance du circuit à la résonance en intensité ; (0,25pt)

$f_0$  : fréquence à la résonance en intensité : fréquence propre du circuit RLC. (0,25pt)

**4.2.1.** D'après les courbes de la figure 6 on a :  $\varphi_{u/i} \neq 0$  on a :  $Z > R \Rightarrow U_m > U_R \Rightarrow Y_m > Y_{Rm}$  ;

➤ La courbe (1) correspond à  $u_{NM(t)}$ . (0,25pt)

➤ La courbe (2) correspond à  $u_{R(t)}$ . (0,25pt)

**4.2.2 Détermination des grandeurs**

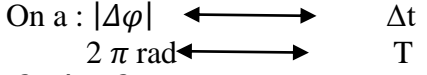
a) Calcul de la pulsation  $\omega$ .

$T = s_H \quad x = 6,0 \cdot 10^{-3} \text{ s} \Rightarrow f = 166,667 \text{ Hz} \Rightarrow \omega = 2\pi f = 1047 \text{ rad.s}^{-1}$ . (0,25pt)

b) Calcul du décalage temporel  $\Delta t = T$

$\Delta t = S_H \cdot x = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s} = 10^{-3} \text{ s}$  (0,25pt)

Calcul du déphasage  $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_i$



$|\Delta\varphi| = \frac{2\pi \Delta t}{T} = \frac{2\pi}{6} = \frac{\pi}{3} \text{ rad}$

D'après la figure 6 ;  $u_{R(t)}$  est en avance sur  $u_{(t)}$ .  $\Rightarrow \Delta\varphi = -\frac{\pi}{3} \text{ rad}$ . (0,25pt)

c) Calcul de l'impédance  $Z$  du dipôle NM.

$Z = \frac{U_m}{I_m} = \frac{4}{\sqrt{2} \cdot 14 \cdot 10^{-3}} = 202 \Omega$ . (0,25pt)

$R = \frac{U_{Rm}}{I/\sqrt{2}} = \frac{2}{\sqrt{2} \cdot 14 \cdot 10^{-3}} = 101 \Omega$ . (0,25pt)

d) la puissance moyenne dissipée par effet Joule dans le conducteur

$P_m = R I_m^2 = 101 (14 \cdot 10^{-3})^2 = 19,8 \text{ mW}$ . (0,25pt)

**4.2.3.** A la résonance en intensité on a :  $L_1 \omega_0 = \frac{1}{C \omega_0} \Rightarrow L_1 = \frac{1}{C \omega_0^2} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-6} (1571)^2} = 0,10 \text{ H}$

$L_1 = 0,10 \text{ H}$ . (0,5pt)

On a :  $Z(\omega_0) = R = 101 \Omega$ .

**4.3.** On remplace la bobine  $B_1$  par une bobine  $B_2$  d'inductance  $L_2$  et de résistance  $r_2$ .

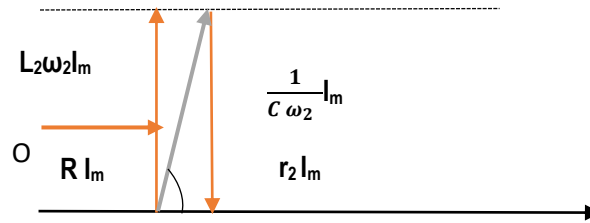
**4.3.1.** Calculer les valeurs de  $L_2$  et de  $r_2$ .

$I_{2max} = 25 \text{ mA}$ . A la résonance en intensité on a :  $Z_r = R + r_2$  et  $L_2 = \frac{1}{C\omega^2_2}$

$$L_2 = \frac{1}{4.10^{-6}(1500)^2} = 0,11 \text{ H}; \quad L_2 = \mathbf{0,11 \text{ H}}. \quad (0,25\text{pt})$$

$$r_2 = \frac{U_m}{I_{2R}\sqrt{2}} - R = \frac{4,0}{25.10^{-3}\sqrt{2}} - 101 = 113 - 101 = 12 \Omega. \quad r_2 = \mathbf{12 \Omega}. \quad (0,25\text{pt})$$

**4.3.2.** Expression de  $u_{B2(t)}$ .



On a :  $Z_{B2} = \sqrt{r_2^2 + L_2 \omega_2^2} = \sqrt{(12^2) + (0,11.1500)^2} = 165,4 \Omega$  ;  $Z_{B2} = \mathbf{165,4 \Omega}$ .

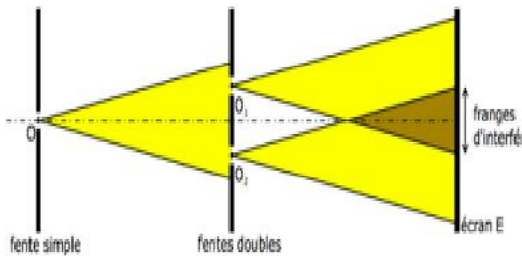
$$\tan \varphi_{u/i} = \frac{L_2 \omega_2}{r_2} \Rightarrow \varphi_{u/i} = \tan^{-1}\left(\frac{0,11.1500}{12}\right) = 1,5 \text{ rad}; \quad \varphi_{u/i} = \mathbf{1,5 \text{ rad}}.$$

$$u_{B2(t)} = Z_B I_{2R}\sqrt{2} \sin(1500 t + 1,5) = \mathbf{5,85 \sin(1500 t + 1,5 \text{ rad})} \quad (0,25\text{pt})$$

**EXERCICE 5 (04 points)**

**5.1.1** On utilise une seule lampe car les sources lumineuses doivent être synchrones et cohérentes. **(0,25pt)**

**5.1.2** Schéma du dispositif



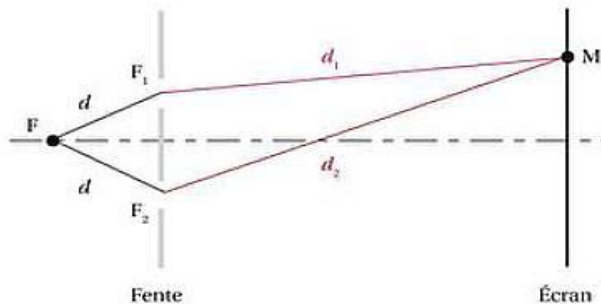
On observe sur l'écran des franges alternativement brillantes et sombres. **(0,25pt)**

Les franges brillantes résultent de la superposition de deux lumières qui arrivent en phase. **(0,25pt)**

Les interférences sont constructives. Les franges sombres correspondent à des interférences destructives. **(0,25pt)**

Les lumières arrivent en opposition de phase. **(0,25pt)**

**5.1.3** La différence de marche



La différence de marche  $\delta = d_2 - d_1$  ;  $d_1^2 = D^2 + (x_M - a/2)^2$  et  $d_2^2 = D^2 + (x_M + a/2)^2$  ;

$$d_2^2 - d_1^2 = (x_M + a/2)^2 - (x_M - a/2)^2 ; 2 * \delta * D = 2 a x_M \quad \text{alors} \quad \delta = \frac{a*x}{D} ; \quad \delta = \frac{a*x}{D} \quad (0,5\text{pt})$$

**5.1.4** Les positions des différentes franges

$$\text{Franges claires : } \delta = k\lambda_1 ; x_M = k \frac{\lambda_1 D}{a} \quad (0,25\text{pt})$$

$$\text{Franges sombres : } \delta = (k+1/2) \lambda_1 ; x_M = \left(k + \frac{1}{2}\right) \frac{\lambda_1 D}{a} \quad (0,25\text{pt})$$

Distance entre deux franges consécutives de même nature :  $i = [(k + 1) - k] \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{\lambda_1 D}{a}$  (0,25pt)

**5.1.5** Valeur de  $\lambda_1$

$$L = x_6 - x_{-3} = 6i + 2,5i = 8,5i ; L = 8,5 \frac{\lambda_1 D}{a} \text{ donc } \lambda_1 = \frac{L * a}{8,5 * D} ; \text{AN } \lambda_1 = \frac{0,0255 * 200.10^{-6}}{8,5 * 1} = 6.10^{-7} \text{ m}$$
$$\lambda_1 = 600 \text{ nm} \quad (0,25 \text{ pt})$$

**5.1.6** Nature de la frange au point d'ordonnée  $x_N = -18 \text{ mm}$ .

$$i = \frac{\lambda_1 D}{a} = \frac{600.10^{-9} * 1}{200.10^{-6}} = 3 \text{ mm} ; \frac{x_M}{i} = -6 ; \text{ La frange est brillante. (0,25pt)}$$

**5.2.1** Emission d'un électron

Il y a émission d'un électron si l'énergie du photon est supérieure ou égale à l'énergie d'extraction.

$$\text{Énergie du photon } W = \frac{h * C}{\lambda_2} \text{ or } \lambda_2 = CT ; W = \frac{h * C}{C * T} = \frac{6,62.10^{-34}}{15,9.10^{-16} * 1,610^{-19}} = 2,6 \text{ eV} \quad (0,25 \text{ pt})$$

le travail d'extraction est  $E_0 = 2,1 \text{ eV}$  ;  $W > E_0$  donc il ya émission d'électrons (0,25pt)

**5.2.2** La vitesse maximale de l'électron

$$E_C = W - E_0 \text{ or } E_C = \frac{1}{2} m v^2 ; v = \sqrt{\frac{2E_C}{m}} = \sqrt{\frac{2(W - E_0)}{m}} ; \text{AN } v = \sqrt{\frac{2(2,6 - 2,1) * 1,6.10^{-19}}{9,1.10^{-31}}} = v = 4,2.10^5 \text{ m.s}^{-1} \quad (0,25 \text{ pt})$$

**5.2.3** Ces expériences mettent en évidence les phénomènes de **diffraction, d'interférences et d'effet photoélectrique.** (0,25pt)

- La diffraction et le phénomène d'interférences confirment le caractère ondulatoire de la lumière.
- L'effet photoélectrique montre l'aspect corpusculaire de la lumière. (0,25pt)