IA RUFISQUE **EXAMEN BLANC 2016** **Prof :M-Diagne**

LYCEE DE KOUNOUNE **Durée : 4heures** **Série : S2 – Coef.6**

Epreuve du 1er groupe

SCIENCES PHYSIQUES

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

EXERCICE 1: (4pts)

A- Etude du pH d'un mélange

Le pH d'une aqueuse d'acide nitreux HNO_2, de concentration en soluté apporté C_1=0,20mol.L^{-1}, a pour valeur pH_1=2,0.

Le pH d'une aqueuse de méthanoate de sodium, (HCO_2^-+Na^+), de concentration en soluté apporté C_2=0,40mol.L^{-1}, a pour valeur pH_2=8,7.

Données à 25°C : $pk_{A1}(HNO_2/NO_2^-)$=3,3 $pk_{A2}(HCO_2H/HCO_2^-)$=3,8

Etude des deux solutions

1. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'eau. **(0,25pts)**
2. Donner l'expression de la constante d'acidité associée au couple de l'acide nitreux en fonction des concentrations effectives. En déduire une relation entre le pH de la solution et le pk_{A1} du couple. **(0,25pts)**
3. Sur un axe horizontal de pH, placer les domaines de prédominance des deux couples acide/base mis en jeu. **(0,25pts)**
4. Préciser l'espèce prédominante dans chacune des deux solutions étudiées. **(0,25ptsx2)**

B- Etude du mélange des deux solutions

On mélange un même volume V=200mL de chacune des deux solutions précédentes. On note n_1 et n_2 respectivement les quantités d'acide nitreux et de méthanoate de sodium introduite dans le mélange réactionnel. Le système chimique atteint rapidement un état d'équilibre caractérisé par l'avancement final x_f=3,3.10^{-2}mol. On cherche la valeur du pH du mélange des deux solutions.

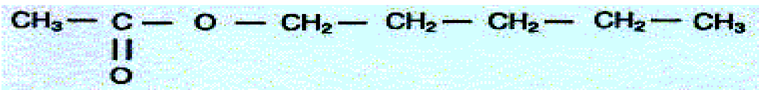
5. Ecrire l'équation bilan entre l'acide nitreux et l'ion méthanoate **(0,25pts)**
6. Calculer les quantités n_1 et n_2 des réactifs. **(0,25x2pts)**
7. Compléter le tableau d'avancement de la réaction : **(0,25pts)**

	$\rightleftharpoons$			
État initial (x = 0)				
En cours de transformation (x)				
État final (x_f)				

8. Calculer les concentrations des différentes espèces chimiques de l'équation à l'équilibre **(0,25pts4x)**
9. Vérifier que la valeur du pH du mélange est proche de pH_3=4,0. **(0,25pts)**

Exercice 2 : Le parfum de poire (4 points)

Léthanoate de pentyle ou parfum de poire est plus connu sous le nom d'acétate d'amyle. Sa formule semi-développée est :



Etude théorique :

1. Nommer la fonction chimique présente dans cette molécule.
2. L'éthanoate de pentyle peut être obtenu à partir de deux réactifs A et B.
   2.1 A est un acide carboxylique. Quelle est la fonction organique que contient le réactif B ? Ecrire sa formule semi-développée.
   2.2 Ecrire l'équation de la réaction chimique conduisant à la formation de l'éthanoate de pentyle.
   2.3 Nommer A et B dans la nomenclature officielle ainsi que l'autre produit formé au cours de cette synthèse.
   2.4 Quel est le nom de cette synthèse ?

Etude cinétique :

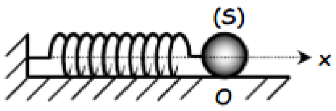
1. Décrire une méthode opératoire permettant de suivre l'évolution de la quantité de matière du réactif A au cours du temps.
2. A la date t=0 on mélange 0,50 mol de A et 0,50 mol de B. On ajoute une petite quantité d'acide sulfurique. Le milieu réactionnel est maintenu à une température constante de 25 °C. Le volume total du mélange réactionnel est V= 83 mL.
   - Quel est le rôle de l'acide sulfurique .
   - L'acide sulfurique intervient-il dans l'équation de la réaction ?

3. On détermine toutes les 5 min, la quantité n de matière d'éthanoate de pentyle formée.

t(min)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
n(mol)	0,00	0,14	0,21	0,25	0,275	0,295	0,31	0,321	0,325	0,33	0,33	0,33	0,33

4. 4.1- Etablir un tableau descriptif d'évolution du système.
4.2- Donner la relation entre n et l'avancement x.
4.3- Définir la vitesse volumique de la réaction de formation de l'éthanoate de pentyle.
4.4- Comment évolue cette vitesse au cours du temps ? Quel facteur cinétique permet de justifier cette évolution ?
4.5- Quel est l'état du système à partir de t = 50 min ?
4.6- Définir le temps de demi-réaction. Le déterminer graphiquement.
5. - On considère maintenant le cas où la synthèse se fait sans acide sulfurique.
5.1 Que devient le temps de demi-réaction ?
5.2 Tracer la courbe donnant l'évolution au cours du temps de la quantité n de matière d'éthanoate de pentyle. (
5.3 sans ajout d'acide sulfurique). On précisera l'état final du système.

EXERCICE 3: (4 points)



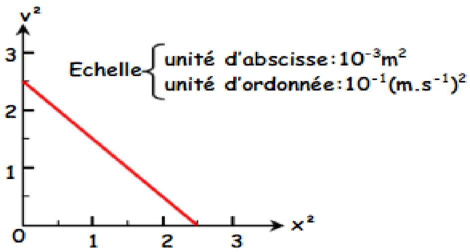
L'extrémité d'un ressort (R), est liée à un solide ponctuel de masse m, l'autre extrémité étant fixe. Ce solide peut glisser sans frottement sur un plan horizontal. Le ressort est à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur k. On allonge le solide(S) de sa position d'équilibre x_0 à un instant qu'on prend comme origine des dates puis on l'abandonne sans vitesse.

1.a) A une date t quelconque le centre d'inertie G de (S) a une élongation x et sa vitesse instantanée v. Donner l'expression de l'énergie mécanique E du système {solide(S), ressort, Terre} en fonction x, v, k et m

b) Sachant que cette énergie est constante, exprimer sa valeur en fonction de k et x_0 et déduire que le mouvement de (S) est rectiligne sinusoïdal

2) A l'aide d'un dispositif approprié, on mesure la vitesse instantanée v du solide (S) pour différentes élongations y du centre d'inertie G de (S).

Les résultats des mesures ont permis de tracer la courbe $v^2 = f(x^2)$

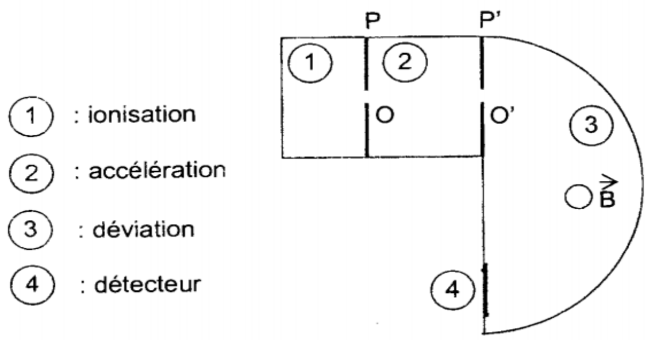


a) Justifier théoriquement l'allure de la courbe en établissant l'expression de v^2
b) En déduire les valeurs de la pulsation $\omega_0$et l'amplitude x_0 du mouvement de (S)
c) Etablir l'équation horaire du mouvement
d) Sachant que l'énergie mécanique E du système est égale à 0,125j. calculer les valeurs de la constante de raideur k du ressort et la masse m du solide (S)

EXERCICE 4: (4 points)

A l'occasion des Jeux Olympiques de l'été 1996, une revue scientifique faisait état des dernières méthodes de dépistage du dopage. On y décrivait une nouvelle méthode en voie d'homologation, mettant en jeu la spectrométrie de masse, dont le principe est donné ci-après.

Le dopage par les stéroïdes anabolisants administrés aux sportifs pour que leurs muscles se développent serait assez facile à dépister. Pourtant des stéroïdes anabolisants, notamment la testostérone, l'hormone mâle, sont naturellement présents dans l'organisme : comment faire la différence entre l'hormone naturelle et l'anabolisant interdit ?



On propose une méthode fondée sur la spectrométrie de masse isotopique, où l'on détermine le rapport des concentrations en carbone 13 (^{13}C) et en un de ses isotopes le carbone 12 (^{12}C). En effet, les rapports qui caractérisent les matières premières utilisées pour la préparation de la testostérone de synthèse et les molécules bio synthétisées par l'homme à partir de son alimentation, sont différents.

On propose dans cette méthode de mesurer le rapport des concentrations en carbone ^{13}C et en carbone ^{12}C du dioxyde de carbone provenant de la combustion de l'hormone extraite d'un prélèvement d'urine de l'athlète contrôlé, par la technique de la spectrométrie de masse. Le déplacement des particules dans les chambres d'accélération et de déviation s'effectue dans le vide

1. **Accélération.**

1.1 La chambre d'ionisation (1) produit des ions $^{12}CO_2^+$ de masse m_1 et des ions $^{13}CO_2^+$ de masse m_2. On néglige les forces de pesanteur dans la suite du problème ; le mouvement des ions est rapporté au référentiel du laboratoire considéré galiléen. Les ions $^{12}CO_2^+$ et $^{13}CO_2^+$ pénètrent dans le chambre d'accélération en O avec une vitesse initiale considérée comme nulle ; ils sont soumis à un champ électrique $\vec{E}$, supposé uniforme, de vecteur entre les plaques P et P' et sortent de la chambre en O' avec respectivement des vitesses de valeurs v_1 et v_2 . Représenter sur un schéma le vecteur champ électrique et justifier la réponse.

1.2 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à l'ion $^{12}CO_2^+$, exprimer v_1 en fonction de sa masse m_1, de la charge élémentaire e et de la tension $U_0 = V_p - V_{p'}$.

1.3 En O', quelle relation vérifient v_1 et v_2

1.4 Calculer les valeurs numériques de v_1 et v_2 .

Données : $|U_0|=4000V$; $m_1=7{,}31\ 10^{-26}$ kg; $m_2 = 7{,}47\ 10^{-26}$ kg ; $e=1{,}6\ 10^{-19}$ C

2. **Déviation.**

Les ions $^{12}CO_2^+$ et $^{13}CO_2^+$ pénètrent en O' dans une zone où règne un champ magnétique uniforme, de vecteur perpendiculaire au plan de la figure, permettant d'atteindre la plaque détectrice (4).

2.1 Représenter sur un schéma le vecteur champ magnétique permettant le mouvement circulaire uniforme des ions dans la direction attendue. Justifier la réponse.

2.2 Exprimer le rayon r en fonction de m, e, U_0 et B.

2.3 En déduire le rapport des rayons des trajectoires des ions $^{12}CO_2^+$ et $^{13}CO_2^+$ en fonction de leurs masses m_1 et m_2 et les positions I_1 et I_2 des points d'impact des ions de masse m_1 et m_2. Les placer sur un schéma.

2.4 Exprimer la distance I_1I_2 en fonction de m_1, m_2, e, U_0 et B.

2.5 Calculer la distance sachant que B = 0,25 T.

3. **Résultat d'un contrôle.**

L'analyse des impacts a permis de dénombrer les atomes ^{12}C et ^{13}C contenus dans les ions arrivés sur le détecteur pendant une certaine durée.

Les résultats des comptages effectuées à partir des échantillons d'urine de deux athlètes A et B sont rassemblés dans le tableau suivant et à compléter.

	$N_1(^{12}C)$	$N_2(^{13}C)$	R=$\frac{N_2}{N_1}$	δ
Athlète A	2231	24		
Athlète B	2575	27		
Etalon standard	2307	25		

On y fait figurer également les comptages réalisés à partir d'un étalon standard international.

Les résultats des équipes de recherche sur cette méthode font référence à un coefficient défini par la relation :

$\delta = \frac{1000(R-R_{Standart})}{R_{Standart}}$ avec $R=\frac{N_2}{N_1}$

Les nombres d'atomes de carbone 12 et 13, respectivement N_1 et N_2, donnés dans le tableau, tiennent compte de corrections dues, en particulier, à la présence d'isotopes de l'oxygène. On considère que l'athlète s'est dopé si la valeur du coefficient δ est notablement inférieure à -27.

3.1 Recopier et compléter le tableau

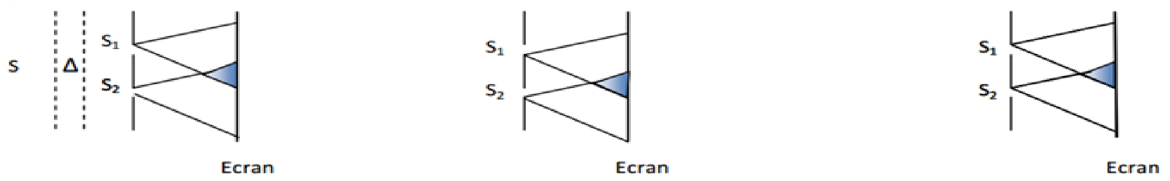
3.2 A partir des données du tableau, déterminer s'il y a eu dopage pour les athlètes A et B.

EXERCICE 5: (4 points)

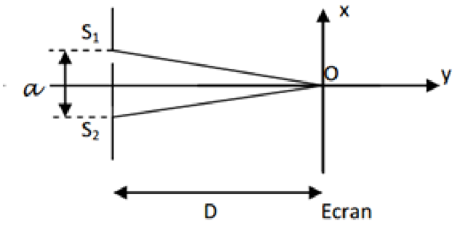
1. On souhaite obtenir sur l'écran des franges d'interférences lumineuses en supposant 2 faisceaux issus de deux sources S_1 et S_2.

Parmi les 3 figures proposées ci-dessous, quelles sont celles qui permettent d'obtenir ce phénomène ?

Fig.(a) : dispositif optique Δ à partir d'une source principale S
Fig.(b) : 2 sources S_1 et S_2 indépendantes de même fréquence
Fig.(c) : deux sources S_1 et S_2 éclairées par un laser

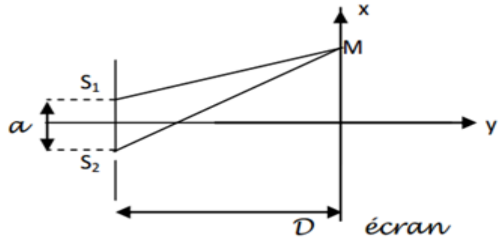


2. Soit S_1 et S_2 offrant sur l'écran des interférences. On observe alternativement des franges sombres et des franges brillantes. Quel type de frange obtient-on au point O sur l'écran (voir le schéma ci-dessous) ?



$S_1O=d_1$

$S_2O=d_2$ $d_1=d_2$



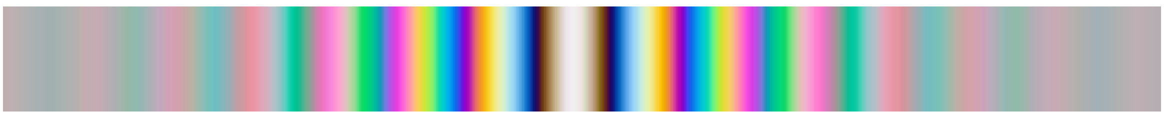
$S_1M=d_1$

$S_2M=d_2$

3. Au point M(x,y) (voir schéma ci-dessous), il existe une différence de marche notée δ entre les deux rayons issus de S_1 et de S_2. Donner les coordonnées des points S_1 et S_2 en fonction de a et D.
4. A l'aide de la relation de Pythagore et de la figure ci-dessus, montrer que la différence de marche $\delta=\frac{ax}{D}$ (on considèrera $d_1 + d_2 \approx 2D$)
5. Interférences constructives
   a. Quelle est la relation entre δ et la longueur d'onde λ pour que le point M se trouve sur une frange brillante ?
   b. Les interférences sont donc constructives. Les sources S1 et S2 arrivent-elles en phase ou en opposition de phase au point M ?
   c. En déduire x en fonction de a D et λ.
6. Interférences destructives
   a. Quelle est la relation entre δ et la longueur d'onde λ pour que le point M se trouve sur une frange sombre ?
   b. Les interférences sont donc destructives. Les sources S1 et S2 arrivent-elles en phase ou en opposition de phase au point M ?
   c. En déduire x en fonction de a, D et λ.
7. Les franges sombres (ou brillantes) sont régulièrement espacées d'une distance $i = \frac{\lambda x D}{a}$. Représenter sur le schéma ci-dessous l'interfrange i pour les franges sombres et pour les franges brillantes.

8. Que vaut l'interfrange i si la distance entre les deux sources S_1 et S_2 est a=0,50mm, la distance entre l'écran et les sources D=1,0m et la longueur d'onde des faisceaux est λ =634nm ? (en écriture scientifique et avec le bon nombre de chiffre significatifs.
9. Si la source S est une source de lumière blanche, nous observons sur l'écran une frange centrale blanche et de part et d'autre des franges brillantes irisées. Donner une explication à ce phénomène à l'aide des relations de l'exercice (sans faire de calcul).

Données ; lumière du visible : longueurs d'onde comprises entre 400nm et 800nm



SCIENCES PHYSIQUES

Exercice1 : (4points)

A. ÉTUDE DU PH D'UN MÉLANGE

1. $HNO_{2\,(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + H_3O^+{}_{(aq)}$ **(0,25pts)**

2. $\boxed{K_{A1} = \dfrac{[NO_2^-].[H_3O^+]}{[HNO_2]}}$ d'où : $\underbrace{-\log(K_{A1})}_{pK_{A1}} = -\log\left(\dfrac{[NO_2^-]}{[HNO_2]}\right)\underbrace{-\log([H_3O^+])}_{pH} \Leftrightarrow \boxed{pH = pK_{A1} + \log\left(\dfrac{[NO_2^-]}{[HNO_2]}\right)}$ **(0,25pts)**

3. Diagramme de prédominance du couple HNO_2/NO_2^- :

(0,25pts)

Diagramme de prédominance du couple HCO_2H/HCO_2^- :

(0,25pts)

4. Pour la solution d'acide nitreux : $pH_1 < pK_{A1} \Rightarrow$ l'acide nitreux HNO_2 prédomine. **(0,25pts)**
Pour la solution de méthanoate de sodium : $pH_2 > pK_{A2} \Rightarrow$ l'ion méthanoate HCO_2^- prédomine. **(0,25pts)**

5. $HNO_{2\,(aq)} + HCO_2^-{}_{(aq)} \rightleftharpoons NO_2^-{}_{(aq)} + HCO_2H_{(aq)}$ **(0,25pts)**

6. $n_1 = C_1.V = 0{,}20\times0{,}200 = \underline{4{,}0.10^{-2}mol}$ $n_2 = C_2.V = 0{,}40\times0{,}200 = \underline{8{,}0.10^{-2}mol}$ **(0,25ptsx2)**

7. Tableau d'avancement de la réaction : **(0,25pts)**

	$HNO_{2\,(aq)}$ +	$HCO_2^-{}_{(aq)}$ $\rightleftharpoons$	$NO_2^-{}_{(aq)}$ +	$HCO_2H_{(aq)}$
E.I. (x = 0)	n_1	n_2	0	0
E.C.T. (x)	$n_1 - x$	$n_2 - x$	x	x
E.F. (x_f)	$n_1 - x_f$	$n_2 - x_f$	x_f	x_f

8. $[NO_2^-]_f = [HCO_2H]_f = \dfrac{x_f}{V_{total}} = \dfrac{3{,}3.10^{-2}}{0{,}400} = \underline{8{,}3.10^{-2}\,mol.L^{-1}}$ $[HNO_2]_f = \dfrac{n_1 - x_f}{V_{total}} = \dfrac{4{,}0.10^{-2} - 3{,}3.10^{-2}}{0{,}400} = \underline{1{,}8.10^{-2}\,mol.L^{-1}}$

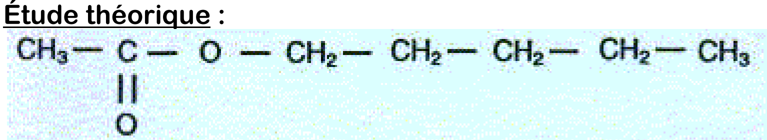
$[HCO_2^-]_f = \dfrac{n_2 - x_f}{V_{total}} = \dfrac{8{,}0.10^{-2} - 3{,}3.10^{-2}}{0{,}400} = \underline{1{,}2.10^{-1}\,mol.L^{-1}}$ **(0,25pts x4)**

9. $[H_3O^+]_f = \dfrac{K_{A1}.[HNO_2]_f}{[NO_2^-]_f} = \dfrac{10^{-pK_{A1}}\times1{,}8.10^{-2}}{8{,}3.10^{-2}} = \underline{1{,}1.10^{-4}\,mol.L^{-1}} \Rightarrow pH = -\log[H_3O^+] = -\log(1{,}1.10^{-4}) = \underline{4{,}0}$

Ou : $pH = pK_{A1} + \log\left(\dfrac{[NO_2^-]}{[HNO_2]}\right) = 3{,}3 + \log\left(\dfrac{8{,}3.10^{-2}}{1{,}8.10^{-2}}\right) = \underline{4{,}0}$ **(0,25ptsx2)**

Exercice 2 : Le parfum de poire (4 points)

Étude théorique :



1. Dans cette molécule la fonction ester est présente. **(0,25pts)**
2. **2.1** le réactif B est un alcool **(0,25pts)**
Sa formule semi-développée : CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH **(0,25pts)**
2.2 Equation de la réaction conduisant à l'ester :
CH_3-$COOH$ + CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH → CH_3-COO-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 + H_2O (eau) **(0,25pts)**
2.3 l'acide éthanoïque CH_3-$COOH$ (noté A) et d'un alcool primaire, le pentan-1-ol (noté B) **(0,25ptsx2)**
2.4 Cette réaction porte le nom d'estérification. **(0,25pts)**

Etude cinétique :

1.) Mode opératoire permettant de suivre l'évolution de la quantité de matière du réactif A :
A l'instant initial, mélanger les réactifs, fractionner le milieu réactionnel en 10 parties identiques, placées dans un bain thermostaté.
à intervalle de temps régulier, prélever l'une des parties ; plonger l'erlenmeyer dans un bain d'eau glacée (blocage cinétique) puis effectuer un dosage de l'acide restant par une solution titrante d'hydroxyde de sodium. **(0,25pts)**
2.1 rôle de l'acide sulfurique : catalyseur ; **(0,25pts)**

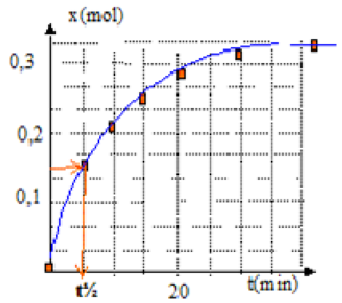
2.2 ce catalyseur accélère la réaction ; il est régénéré à la fin de celle-ci et en conséquence n'intervient pas dans l'équation de la réaction. **(0,25pts)**

3.1 tableau d'évolution : **(0,25pts)**

	avancement (mol)	acide A	+ alcool B	= ester	+ eau
initial	0	0,50	0,50	0	0
en cours	x	0,50-x	0,50-x	x	x
fin (t = 60 min)	x_{fin} = 0,33 mol	0,050-x_{fin} = 0,17 mol	0,050-x_{fin} = 0,17 mol	x_{fin} = 0,33 mol	x_{fin} = 0,33 mol

3.2 relation entre la quantité n d'éthanoate de pentyle et l'avancement x : n=x. **(0,25pts)**

3.3 vitesse volumique : c'est le coefficient directeur de la tangente à la courbe à l'instant considéré. v = 1/V dx/dt avec V = volume constant du milieu réactionnel (V=83 mL) **(0,25pts)**



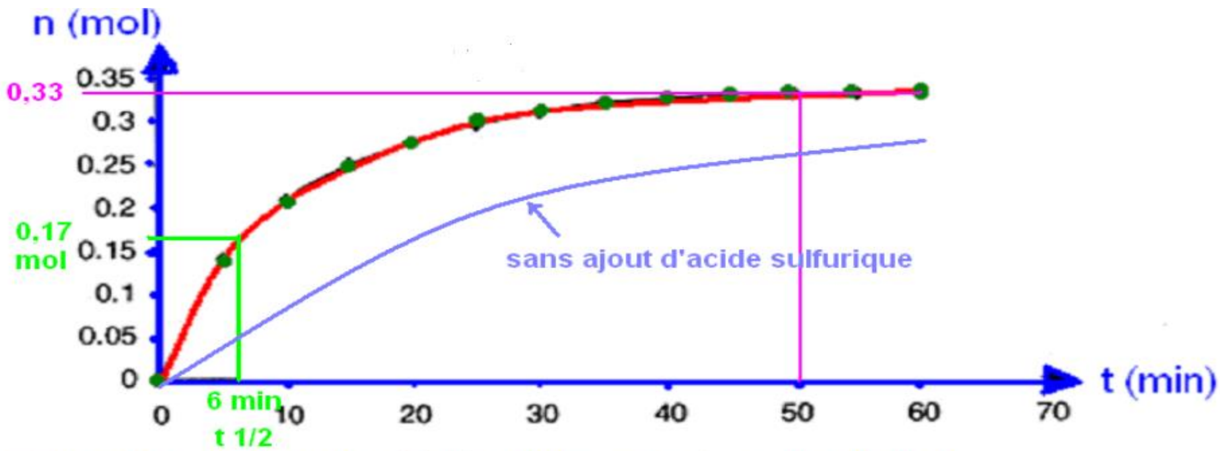
(0,25pts)

3.4 La vitesse diminue au cours du temps car les concentrations (facteur cinétique) des réactifs diminuent. **(0,25pts)**

3.5 A partir de t= 50 min, n=0,33mol (asymptote horizontal), l'avancement est constant : en conséquence la composition du milieu réactionnel n'évolue plus ; on atteint un état d'équilibre chimique. **(0,25pts)**

3.6 temps de demi-réaction $t_{½}$: durée au bout de laquelle l'avancement est égal à la moitié de l'avancement final ; $t_{½} \cong 6$ min **(0,25pts)**

3.7 Si la synthèse se fait sans ajout d'acide sulfurique, la vitesse de la réaction est plus faible : l'état d'équilibre sera plus long à atteindre, mais la composition de cet état ne changera pas ; dans ce cas le temps de demi réaction $t'_{½}$ sera supérieur à la valeur précédente. **(0,25pts)**



Le nombre de mole d'ester formé à l'état final sera le même mais plus tard.

Exercice3 (4pts)

1.a) Donnons l'expression de l'énergie mécanique E du système {solide(S), ressort, Terre} en fonction x, v, k et m

E= $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$ **(0,5pts)**

1.b) Exprimons E en fonction de k et x_0 et déduire que le mouvement de (S) est rectiligne sinusoïdal

On a **E=Ec + Ep=** $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}kx^2$

E = $\frac{1}{2}m(x_0\omega_0\cos(\omega_0 t + \varphi))^2 + \frac{1}{2}k(x_0\sin(\omega_0 t + \varphi))^2$ **or** $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ **donc**

E = $\frac{1}{2}kx_0^2((\cos(\omega_0 t + \varphi)^2 + (\sin(\omega_0 t + \varphi)^2) = \frac{1}{2}kx_0^2$; **(0,5pts)**

Déduisons que le mouvement de (S) est rectiligne sinusoïdal

E =constante $\Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0 \Rightarrow$ **k**$\dot{x}x$**+m** $\dot{x}\ddot{x}$**=0** $\Rightarrow$ **k**x**+ m** $\ddot{x}$**=0** **donc le mouvement est rectiligne sinusoïdal (0,5pts)**

a) Justifions théoriquement l'allure de la courbe en établissant l'expression de v^2

E= $\frac{1}{2}$**m**v^2 **+** $\frac{1}{2}kx^2 \frac{1}{2}$ **k**x_0^2 $\Rightarrow$ $\frac{1}{2}$**m**v^2 **=**$\frac{1}{2}$ **k**x_0^2**-** $\frac{1}{2}kx^2$ $\Rightarrow v^2$**=**$\frac{k}{m}\mathrm{x}_0^2 - \frac{k}{m}x^2 = \omega_0^2\mathrm{x}_0^2 - \omega_0^2 x^2$ **qui est de la forme** v^2**=b+a**x^2 **c'est une droite affine décroissante car le coefficient directeur est négatif (0,5pts)**

b) Déduction des valeurs de la pulsation ω_0**et l'amplitude** x_0 **du mouvement de (S)**

Par identification le coefficient directeur b=$-\omega_0^2$=$\frac{2{,}5.10^{-1}-0}{0-2{,}5.10^{-3}}$=$-.10^2 \Rightarrow \omega_0^2$=$10^2$ donc $\boldsymbol{\omega_0} = \boldsymbol{10rad/s}$ **(0,5pts)**

D'autre part b est l'ordonné à l'origine, par identification $\omega_0^2\mathrm{x}_0^2 = b \Rightarrow \omega_0^2\mathrm{x}_0^2 = 2{,}5.10^{-1}$ donc $\mathrm{x}_0^2 = \frac{2{,}5.10^{-1}}{.10^3}$

Il en résulte que si on prend la racine carrée $\underline{\mathbf{x_0}\mathbf{=5.10^{-2}m}}$ **(0,5pts)**

c) Etablissons l'équation horaire du mouvement

X(t)= $\mathrm{x}_0 \sin(\omega_0 \mathrm{t} + \varphi)$

A t=0 x=x_0 donc sinφ=1 $\Rightarrow \varphi$=$\frac{\pi}{2}$ d'où x(t)= $5.10^{-2} \sin\left(10\,\mathrm{t} + \frac{\pi}{2}\right)$

d) La valeur de la constante de raideur k

E=$\frac{1}{2}$ **k**x_0^2 $\Rightarrow$ **k=**$\frac{2E}{\mathrm{x}_0^2}$ **AN : k=**$\frac{2x0{,}125}{(\mathbf{5.10^{-2}})_0^2}$ **k=100N/m** **(0,5pts)**

La valeur de la masse m

$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ $\Rightarrow$ **m=**$\frac{k}{\omega_0^2}$ **AN: m=**$\frac{100}{10^2}$ **donc m=1kg** **(0,5pts)**

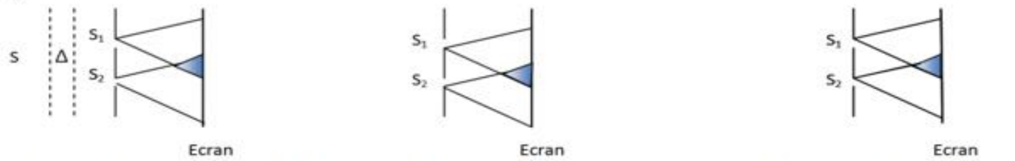
Exercice5 (0,5pts)

1 - des franges d'interférences lumineuses **(0,5pts)**

Fig.(a) : dispositif optique Δ à partir d'une source principale S

Fig.(b) : 2 sources S_1 et S_2 indépendantes de même fréquence

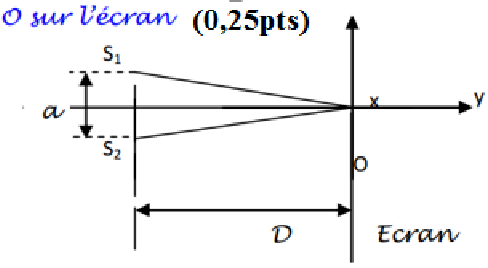
Fig.(c) : deux sources S_1 et S_2 éclairées par un laser



La condition pour obtenir des interférences lumineuses est que les sources S_1 et S_2 soient des sources issues d'une même source principale S. En effet, les sources S_1 et S_2 doivent être cohérentes (exemple fig (a) sources S_1 et S_2 obtenues par une source principale S tel que le montage avec les miroirs de Fresnel et la fig (c) dont les sources S_1 et S_2 sont obtenues par un laser).

La fig (b) ne permet pas l'obtention d'interférences car les sources S_1 et S_2 sont indépendantes.

2- *type de frange au point O sur l'écran* **(0,25pts)**

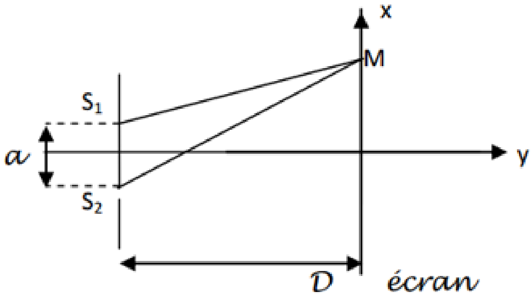


$S_1O=d_1$

$S_2O=d_2$ $d_1=d_2$

Au point O, les faisceaux issus de S_1 et S_2 ont parcouru la même distance d= $d_1 = d_2$. La différence de marche est donc nulle. Si cette différence est nulle alors l'interférence est constructive donc la frange est brillante.

3- *coordonnées des points S_1 et S_2 en fonction de a et D.* **(0,25pts)**



$S_1M=d_1$

$S_2M=d_2$

$S_1\ (\frac{a}{2};-D)$ et $S_2\ (-\frac{a}{2};-D)$ **(0,25ptsx2)**

4- *la différence de marche* $\delta= \frac{a.x}{D}$. **(0,25pts)**

D'après la relation de Pythagore :

$S_1M^2 = D^2 + (x-\frac{a}{2})^2$ et $S_2M^2 = D^2 + (x+\frac{a}{2})^2$

Il vient: $S_2M^2 - S_1M^2 = \cancel{D^2} + (x+\frac{a}{2})^2 - \cancel{D^2} - (x-\frac{a}{2})^2 = (x+\frac{a}{2})^2 - (x-\frac{a}{2})^2$ l'expression est

de la forme : $A^2 - B^2 = (A+B)\times(A-B)$ avec $A= (x+\frac{a}{2})$ et $B=(x-\frac{a}{2})$

D'où : $S_2M^2 - S_1M^2 = (x+\frac{a}{2}+x-\frac{a}{2})\times(x+\frac{a}{2}-x+\frac{a}{2}) = 2x\times a$ or $S_2M= d_2$ et $S_1M=d_1$

Alors $d_2^2-d_1^2 = 2xa$

$(d_2-d_1)\times(d_2+d_1) = 2xa$ or $d_1+d_2\approx 2D$ et $d_2-d_1=\delta$ donc $\delta \times 2D=2xa$ d'où : $\boxed{\delta=\frac{xa}{D}}$

5- *Interférences constructives*

a. *point M sur une frange brillante* **(0,25pts)**

Pour que le point M se trouve sur une frange brillante, il faut que $\delta = k.\lambda$ $(k \in \mathbb{Z})$

b. *Les interférences sont constructives.* **(0,25pts)**

Les sources S_1 et S_2 arrivent en phase au point M.

c. *x en fonction de a, D et λ.* **(0,25pts)**

On sait que $\delta = k.\lambda$ et $\delta=\frac{xa}{D}$ donc $k.\lambda = \frac{xa}{D}$ alors $x=\frac{\lambda.D}{a}$

6- *Interférences destructives*

a. *point M sur une frange sombre* **(0,25pts)**

Pour que le point M se trouve sur une frange sombre, il faut que $\delta = (k + \frac{1}{2}).\lambda \quad (k \in \mathbb{Z})$

b. *Les interférences sont donc destructives.* **(0,25pts)**

Les sources S_1 *et* S_2 *arrivent-elles en opposition de phase au point M.*

c. *x en fonction de a, D et* λ *.* **(0,25pts)**

On sait que $\delta = (k + \frac{1}{2}).\lambda$ *et* $\delta = \frac{xa}{D}$ *donc* $(k + \frac{1}{2}).\lambda = \frac{xa}{D}$ *alors* $x = \left(k + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda.D}{a}$

7- *L'interfrange i pour les franges sombres et pour les franges brillantes.* **(0,25pts)**

8- *valeur de l'interfrange i si a = 0,50 mm, D = 1,0m et t* λ *=634 nm* **(O,25pts)**

Pour éviter toute erreur sur le calcul mettons toutes les grandeurs en mètre :

$a = 0{,}50.10^{-3} m \quad D = 1{,}0 m \quad et\ \lambda = 634.10^{-9} m$

on sait que $i = \frac{\lambda.D}{a}$ *donc* $i = \frac{634.10^{-9} \times 1{,}0}{0{,}5010^{-3}}$ *d'où* $\boxed{i = 1{,}3.10^{-3} m}$

9- *Si la source S est une source de lumière blanche* **(0,5pts)**

Chaque radiation à une longueur d'onde λ *donne son propre système de frange.*
Au centre (point O), la différence de marche δ *est nulle. C'est une frange brillante qui résulte de la superposition de toutes les couleurs ; ce qui donne du blanc.*
En s'éloignant du centre, la couleur en un point M dépend de la radiation reçue. Or les systèmes d'interférences sont décalés les uns des autres. En effet, l'interfrange dépend de la longueur d'onde λ *donc de la couleur.*
Les interfranges seront différentes selon la couleur émise d'où le phénomène d'irisation.
Plus on s'éloigne et plus les interfranges vont se superposer d'où cette couleur blanchâtre aux extrémités du spectre.

<u>Exercice 4 :(4pts)</u>

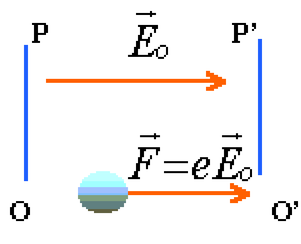
<u>1 ; Accélération</u>.

1.1 Représentons sur un schéma le vecteur champ électrique et justifions la réponse **(0,25ptsx2)**

Le travail de la force électrique doit être positif, car la particule chargée doit être accélérée entre O et O' ; $W(\vec{F}) = eU_{OO'}$

La charge étant positive, le potentiel de O' doit être plus petit que celui de O. ($U_{OO'}$ positive)

Le champ électrique est dirigé vers les plus petits potentiels. **(0,25pts)**



1.2. Exprimons v_1 en fonction de sa masse m_1, de la charge élémentaire e et de la tension $U_0 = V_p - V_{p'}$.

La variation d'énergie cinétique entre O et O' est égale au travail de la force électrique : : $\Delta E_c = W(\vec{F})$.

L'énergie cinétique initiale est voisine de zéro donc on a : $\frac{1}{2} m_1 v_1^2 = eU_{OO'} = eU_0$. D'où $v_1 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$ **(0,25pt)**

1.3 En O', trouvons la relation vérifient v_1 et v_2

De même pour l'ion de masse m_2 : $\frac{1}{2}m_2v_2^2 = eU_{OO'} = eU_0$.

$\frac{1}{2}m_1v_1^2 = \frac{1}{2}m_2v_2^2 = eU_0$.   Donc $m_1v_1^2 = m_2v_2^2$ **(0,5pt)**

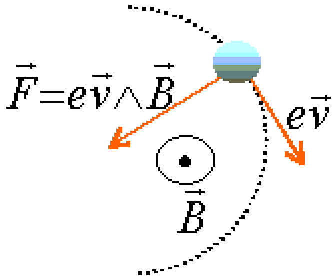
1.4 Calculons les valeurs numériques de v_1 et v_2

$v_1 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_1}}$ AN : $v_1 = \sqrt{\frac{2x7x1{,}6.10^{-19}x4.10^3}{7{,}31.10^{-26}}}$ $v_1 = 1{,}32\ 10^5$ m s^{-1}.   **(0,25pt)**

De façon analogue $v_2 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_2}}$: AN $v_2 = 1{,}309\ 10^5$ m s^{-1}.   **(0,25pt)**

2. **Déviation**

2.1 Représentons sur un schéma le vecteur champ magnétique permettant le mouvement circulaire uniforme des ions dans la direction attendue.   **(0,25pt)**
Justifions la réponse : la règle de la main droite   **(0,25pt)**

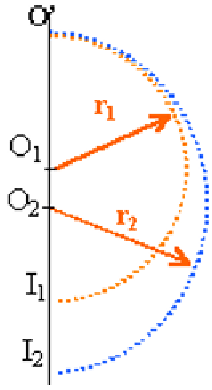


2.2 Exprimons le rayon r en fonction de m, e, U_0 et B rayon = mv/(eB)

D'après le théorème du centre d'inertie $\vec{F}$=m$\vec{a}$; en projetant suivant Freinet

F=ma_n qvB=m$\frac{v^2}{R}$ donc R=$\frac{mv}{qB}$=$\frac{m}{eB}\sqrt{\frac{2eU_0}{m}}$=$\frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_0}{e}}$ **(0,25pt)**

2.3 En déduire le rapport des rayons des trajectoires des ions $^{12}CO_2^+$ et $^{13}CO_2^+$ en fonction de leurs masses m_1 et m_2 et les positions I_1 et I_2 des points d'impact des ions de masse m_1 et m_2. Les placer sur un schéma.



$r_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m_1U_0}{e}}$ $r_2 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m_2U_0}{e}}$ si on fait le rapport on a $\frac{r_1}{r_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$ **(0,25pt)**

2.4 Exprimons la distance I_1I_2 en fonction de m_1, m_2, e, U_0 et B.

$I_1I_2 = 2(r_1 - r_2) = \frac{2}{B}\left(\sqrt{\frac{2m_1U_0}{e}} - \sqrt{\frac{2m_2U_0}{e}}\right)$ **(0,25pt)**

2.5 Calculer la distance I_1I_2

$I_1I_2 = \frac{2}{0{,}25}\left(\sqrt{\frac{2x7{,}47.10^{-26}x8000}{1{,}6.10^{-19}}} - \sqrt{\frac{2x7{,}31.10^{-26}x8000}{1{,}6.10^{-19}}}\right)$ I_1I_2= 5,2 mm.   **(0,25pt)**

3.1 Recopions et complétons le tableau   **(0,25pt)**

	$N_1(^{12}C)$	$N_2(^{13}C)$	$R=N_2 / N_1$	δ	dopage	
athlète A	2231	24	$1{,}0757\ 10^{-2}$	-7,3		non
athlète B	2575	27	$1{,}0485\ 10^{-2}$	-32,4	oui	
étalon standart	2307	25	$1{,}0836\ 10^{-2}$			

3.2 A partir des données du tableau, déterminons s'il y a eu dopage pour les athlètes A et B.

Athlète A= pas de dopage   athlète B=   il y a dopage   **(0,25pt)**