Devoir n°1 de Sciences Physiques – 4 heures

Exercice n°1 (3 points)

1) On possède cinq flacons contenant les produits notés A, B, C et D, tous différents. On ne connait pas le nom des cinq produits, mais on sait que :
   - Chaque produit est un corps pur et sa molécule ne contient que trois atomes de carbone, des atomes d'hydrogène, des atomes d'oxygène.
   - La chaîne carbonée ne comporte pas de liaison multiple ;
   - Parmi ces cinq produits, il y'a deux alcools.

On réalise une oxydation ménagée des produits A et B par le dichromate de potassium en milieu acide et on obtient les résultats suivants : A conduit à C ou D, alors que B conduit uniquement à E.

Cette expérience est – elle suffisante pour reconnaître les cinq produits ? Justifier votre réponse (un seul argument suffit).

2) Pour préciser les résultats précédents, on utilise le réactif de Tollens (nitrate d'argent ammoniacal). On constate que seul C a réagi.
   a) Identifier les cinq produits, donner leur nom et leur formule semi – développée.
   b) Ecrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction par le dichromate de potassium en milieu acide qui fait passer du produit A au produit D. Le couple oxydant réducteur mis en jeu dans le dichromate de potassium est : $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$.
3) On fait réagir ensuite le produit A avec le produit D.
   a) Ecrire l'équation de la réaction en utilisant les formules semi – développées. Donner le nom du produit organique obtenu.
   b) Donner rapidement les principales caractéristiques de cette réaction.

Exercice n°2 (3 points)

On cherche à identifier une amine A.

1) Une solution aqueuse de 0,100 g de A neutralisent 13,698 mL de solution d'acide chlorhydrique à 0,100 $mol.L^{-1}$.
   a) Déterminer la masse molaire de A.
   b) En déduire sa formule brute et les formules semi – développées et les noms des isomères possibles.
2) Chauffée avec un excès de CH_3I (iodométhane), A conduit à un sel d'ammonium quaternaire. L'analyse élémentaire de ce sel donne (en masse) : %C = 31,44 ; %H = 7 ; %N = 6,11 ; %I = 55,45.
   a) Quelle est la formule brute de ce sel d'ammonium quaternaire ?
   b) Quelle est la classe de l'amine A ?
   c) Identifier A en donnant sa formule semi – développée sachant que sa molécule est symétrique.

On donne : M(C)= 12 $g.mol^{-1}$; M(H) = 1 $g.mol^{-1}$; M(I) =127 $g.mol^{-1}$

Exercice n°3 (5 points)

Les parties 1 et 2 sont indépendantes

Partie 1

Un cycliste roulant à vitesse constante $V > 0$ sur une route en ligne droite observe, à un instant donné, une voiture distante de d qui démarre devant lui avec une accélération constante $a > 0$.

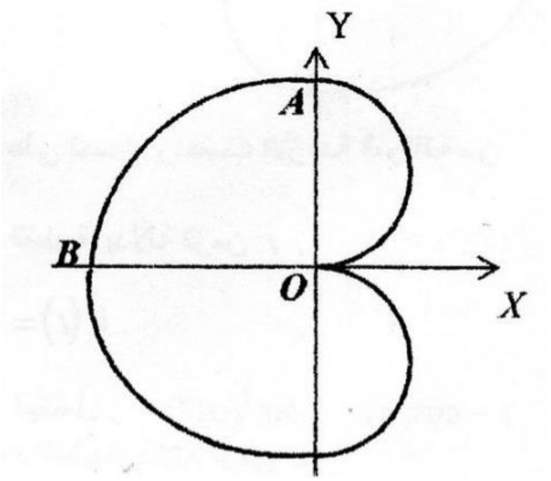
1) Ecrire l'équation horaire du cycliste et de la voiture ; donner la nature de chacun des mouvements (on prend comme origine des temps *t* = 0 l'instant où la voiture démarre, et comme origine des espaces la position du cycliste à cet instant).
2) Si *a* et *V* sont fixées, montrez que le cycliste rattrape la voiture seulement si : $d \leqslant \frac{V^2}{2a}$
3) Déterminer le temps t_1 de la course poursuite (le temps où le cycliste rattrape la voiture) en fonction de *a, V,* et *d.*
4) Tracer les allures des diagrammes des espaces du cycliste et de la voiture (sur le même graphe). Discuter graphiquement les divers scénarios de la course poursuite.
5) A.N. Calculer les temps de croisement pour *d* = 10m, *a*= 2m/s^2, V = 36 km/h.

Partie 2

Un piroguier qui remonte le courant d'une rivière laisse tomber son chapeau à l'eau en un point A. Il poursuit cependant sa route et ne fait demi-tour qu'au bout de 5 minutes, alors qu'il se trouve en un point B. Il redescend la rivière en pagayant à la même cadence qu'à la montée et rejoint son chapeau en un point C. sachant que le chapeau a parcouru 700 mètres entre les points A et C, quelle est la vitesse *u* du courant ?

Exercice n°4 (4 points)

Le mouvement décrit par la trajectoire de la figure est appelé cardioïde. Il est donné par l'équation suivante : $r(\theta) = R(1-\cos\theta)$ où *R* est une constante positive.
Dans ce problème, nous poserons $\theta(t) = \omega t$ où ω est une constante positive.

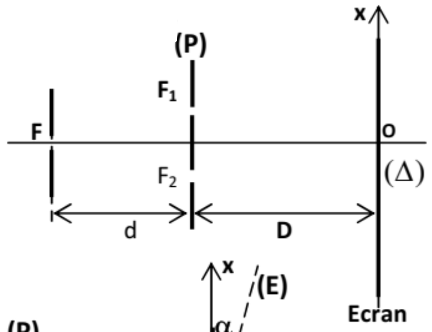


1) Donner les équations horaires du mouvement en coordonnées polaires $r(t)$ et $\theta(t)$
2) Donner les coordonnées polaires θ et *r* des points *O, A* et *B* représentés sur la trajectoire, et calculez leurs dates pour $0 \leqslant t \leqslant T$ ($T = \frac{2\pi}{\omega}$).
3) Exprimer les composantes radiale $V_r(t)$ et transversale $V_\theta(t)$ du vecteur vitesse (coordonnées polaires) en fonction de *t.*
4) En déduire que le module de la vitesse est donné par : $V(t) = 2R\omega\sin\left(\frac{\omega}{2}t\right)$
5) Exprimer les composantes radiale $a_r(t)$ et transversale $a_\theta(t)$ du vecteur accélération (coordonnées polaires) en fonction de t.
6) Exprimer la composante tangentielle a_T du vecteur accélération en fonction de *t.*
7) En déduire le rayon de courbure ρ à $t = \frac{\pi}{\omega}$.

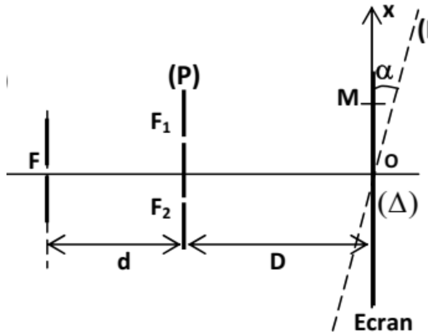
Exercice n°5 (5 points)

Deux fentes fines F_1 et F_2 réalisées dans une plaque opaque (P), sont séparées d'une distance a. Elles sont éclairées par une fente fine F située dans le médiateur des fentes F_1 et F_2. La fente F est éclairée par une lumière monochromatique de longueur d'onde λ.

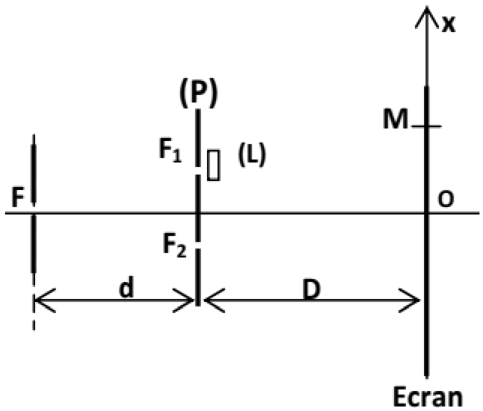
1) Décrire l'aspect du phénomène qui se produit sur l'écran, puis représenter l'aspect de l'écran vu de F.
   On donne : D = 2m, a = 0,9mm et d=1m



2) Déterminer (en μm) la valeur de la longueur d'onde λ sachant que la frange brillante centrale et la frange brillante d'ordre 9 est 12mm.
3) On rote l'écran d'un angle $\alpha = 9°$ autour d'un axe (Δ) passant par O. Il se passe une modification de la largeur des franges sur l'écran si le système reste éclairé par la même radiation Calculer la valeur de la nouvelle interfrange i' du nouveau système de franges obtenues.



4) On remet l'écran dans la position verticale initiale, puis on place devant la fente F_1 une lame à faces parallèles (L) d'épaisseur e = 2mm et d'indice de réfraction n = 1,33, parallèlement au plan de fentes. Le fait d'interposer la lame à faces parallèles (L) sur le faisceau issu de F_1, a pour conséquence de le ralentir. On démontre que le trajet F_1M croît (s'allonge) de $e(n-1)$.
   a) Etablir l'expression de la nouvelle différence de marche δ' entre les rayons lumineux passant par F_1 et F_2 en fonction de a, x, D, e et n.
   b) En déduire la position de la frange brillante centrale sachant que sa position correspond à une différence de marche nulle
   c) Déterminer la nature de la frange qui occupe le centre O de l'écran.



5) On enlève la lame à faces parallèles (L) et on déplace la fente F de y_0 comme indique la figure sur un axe (O',y).
   a) Montrer que la différence de marche δ'' est donnée par la relation $\delta'' = \dfrac{ax}{D} + \dfrac{ay_0}{d}$. On supposera $y_0 \ll d$ donc $d_1' \approx d_2' \approx d$;
   b) Montrer que la translation de la fente F entraîne une translation du système de franges entier dans un sens opposé à celui de la translation de F.
   c) Quelle est la valeur de y_0 pour que le centre O de l'écran soit occupé par la frange obscure d'ordre 4 ?