

## Devoir n°1 de Sciences Physiques – 3 heures

### Exercice n°1 (5 points)

On étudie un monoalcool A saturé. La combustion complète d'une masse  $m$  de (A) fournit :

- $n(\text{CO}_2) = 0,050 \text{ mol}$
- $n(\text{H}_2\text{O}) = 0,060 \text{ mol}$

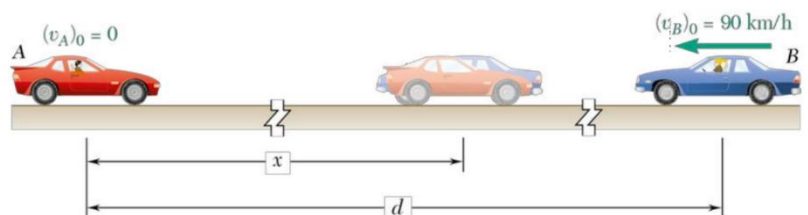
- 1) Montrer que la formule brute de (A) est  $\text{C}_5\text{H}_{12}\text{O}$ .
- 2) Sachant qu'il s'agit d'un monoalcool saturé ramifié, proposer toutes les formules semi-développées possibles de (A). Les nommer.
- 3) On réalise l'oxydation ménagée de (A) par une solution de permanganate de potassium acidifiée, en quantité d'oxydant suffisante pour oxyder complètement la fonction alcool. On obtient un seul produit organique (B), qui réagit avec la 2,4-DNPH (réactif à la 2,4-dinitrophénylhydrazine) et donne un précipité rouge avec la liqueur de Fehling.
  - a) Indiquer la classe de l'alcool (A) et la justifier en utilisant la nature du produit d'oxydation obtenu (B).
  - b) Identifier (A) par son nom sachant que sa molécule présente un carbone asymétrique.
  - c) Écrire l'équation-bilan de l'oxydation ménagée de (A) en (B), en utilisant les formules brutes et en détaillant les demi-équations rédox.
  - d) En déduire la formule semi-développée de (B) et son nom.
- 4) Le composé (B) est transformé en un composé organique (C) par une oxydation poussée. On dispose alors de (C) et de (A) pour réaliser une réaction chimique en présence d'acide sulfurique concentré comme catalyseur.
  - a) Préciser la famille chimique du composé (C) obtenu par oxydation poussée de (B).
  - b) Donner la formule semi-développée et le nom de (C).
  - c) Écrire l'équation de la réaction entre l'acide (C) et l'alcool (A), en milieu acide. Nommer le produit organique (D) obtenu.
- 5) On place dans un tube à essai un volume de l'alcool (A) pur. On y introduit ensuite un petit morceau de sodium métallique. On observe un dégagement gazeux accompagné de la formation d'un composé ionique dissous dans l'alcool.
  - a) Nommer le gaz qui se dégage lors de la réaction entre l'alcool (A) et le sodium et proposer un test expérimental simple pour le mettre en évidence.
  - b) Écrire l'équation-bilan de la réaction entre l'alcool (A) et le sodium métallique
  - c) Donner le nom de l'alcoolate de sodium formé.

### Exercice n°2 : (5 points)

Une voiture A est stationnée le long de la voie nord d'une autoroute et une voiture B roule dans la voie sud à une vitesse constante de 90 km/h. À  $t = 0$ , A démarre et accélère avec une accélération constante  $a_A$ , tandis que, à  $t = 5 \text{ s}$ , B commence à ralentir avec une décélération constante de grandeur algébrique  $a_B = \frac{a_A}{6}$ . Sachant que, à l'instant auquel les voitures se croisent dans la phase

de décélération de B,  $x = 90 \text{ m}$  et  $V_A = V_B$ , calculez :

- a) L'accélération  $a_A$  et l'instant auquel les véhicules se croisent ;
- b) La distance  $d$  entre les véhicules à  $t = 0$ .



### Exercice n°3 : (5 points)

Un mobile M supposé ponctuel se déplace dans un plan muni d'un repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ . À chaque instant le vecteur accélération est  $\vec{a} = 2\vec{j}$ . À la date  $t_1 = 1$  s, le vecteur vitesse est  $\vec{v} = \vec{i} - 3\vec{j}$  et le vecteur position est  $\overrightarrow{OM} = 3\vec{i} - 4\vec{j}$ .

- 1) Donner les coordonnées du vecteur position  $\overrightarrow{OM}$ .
- 2) Déterminer l'équation de la trajectoire.
- 3) À quel instant le vecteur vitesse aura une direction perpendiculaire au vecteur accélération ?
- 4) À l'instant  $t_2 = 4$  s, le mobile passe par le point  $M_2$  avec une vitesse  $\vec{v}_2$ .
  - a) Déterminer les coordonnées du point  $M_2$ .
  - b) Donner les caractéristiques du vecteur  $\vec{v}_2$ .
  - c) Représenter au point  $M_2$  les vecteurs  $\vec{v}_2$  et  $\vec{a}$ .
  - d) Déterminer les valeurs des composantes tangentielle et normale de l'accélération ainsi que le rayon de courbure de la trajectoire au point  $M_2$ .
- 5) Un deuxième mobile N part à  $t = 0$  du point  $B(4 ; 1)$  avec une vitesse  $\vec{v}_B = -8\vec{j}$  et est soumis à une accélération constante  $\vec{a}_B = 4\vec{j}$ .
  - a) Montrer que le mobile N ne peut pas rencontrer le mobile M.
  - b) À quelle(s) date(s) le mobile N devrait-il partir dans les mêmes conditions pour rencontrer le mobile M ?

### Exercice n°4 : (5 points)

On étudie successivement :

- les interférences lumineuses produites par un dispositif à deux fentes.
- l'effet photoélectrique dans une cellule.
- les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène décrits par  $E_n = -13,6/n^2$  (en eV)

#### Partie A – Interférences en lumière mono- et dichromatique

Une source laser monochromatique rouge de longueur d'onde  $\lambda_R = 600$  nm éclaire un dispositif à deux fentes séparées de  $a = 0,30$  mm. Un écran est placé à la distance  $D = 2,5$  m des fentes.

- 1)
  - a) Rappeler la condition d'interférences constructives et destructives en un point M de l'écran (en fonction de la différence de marche  $\delta$ ).
  - b) Montrer que, pour  $D \gg a$ , l'interfrange  $i_R$  des franges d'interférences est donnée par  $i_R = \lambda_R D / a$ . Calculer la valeur numérique de l'interfrange  $i_R$ .
- 2) On éclaire maintenant simultanément le dispositif par les deux lasers rouge et vert de longueur d'onde  $\lambda_V = 540$  nm.
  - a) Déterminer la condition pour qu'une frange brillante rouge coïncide avec une frange brillante verte. On notera  $p$  et  $q$  les ordres des franges rouge et verte correspondantes.
  - b) À l'aide de la condition précédente, trouver le plus petit couple d'ordres  $(p, q)$  non nul pour lequel une frange brillante rouge coïncide avec une frange brillante verte.
  - c) En déduire la distance entre deux franges « blanches » (issues de la superposition d'une frange rouge et d'une frange verte brillantes) sur l'écran.

#### Partie B – Effet photoélectrique

On éclaire une photocathode métallique par une lumière de fréquence  $f$ .

On mesure la tension d'arrêt  $U_s$  qui annule le courant photoélectrique pour différentes fréquences :

- Pour  $f_1 = 7,5 \times 10^{14}$  Hz, on mesure  $U_{s1} = 0,8$  V.
- Pour  $f_2 = 9,0 \times 10^{14}$  Hz, on mesure  $U_{s2} = 1,4$  V.

On prendra la charge élémentaire  $e = 1,60 \times 10^{-19}$  C.



- 1)
  - a) Exprimer l'énergie cinétique maximale  $E_{c,max}$  des électrons éjectés en fonction de  $U_s$ .
  - b) Rappeler l'expression de  $E_{c,max}$  en fonction de la fréquence  $f$ , de la constante de Planck  $h$  et du travail d'extraction  $W$ .
- 2)
  - a) Écrire la relation reliant  $U_s$  et  $f$  sous la forme d'une équation de droite.
  - b) En déduire, à partir des deux mesures, une valeur approchée de  $h$ .
- 3) Déterminer la fréquence seuil  $f_0$  de ce métal, puis le travail d'extraction  $W$  en eV.

### Partie C – Niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  (en eV),  $n = 1, 2, 3, \dots$

- 1) Calculer les énergies des niveaux  $n = 1, 2, 3$ .
- 2) L'atome passe de l'état excité  $n = 3$  à l'état  $n = 2$ .
  - a) Calculer l'énergie du photon émis en eV puis en joules.
  - b) En déduire la fréquence puis la longueur d'onde de ce photon.
- 3) Indiquer, en justifiant, si cette raie peut se situer dans le domaine visible



**Exercice n°2 (2 points)**

On dissout 7,5 g d'une amine aliphatique A dans l'eau pure ; ce qui permet d'obtenir un litre de solution. Un échantillon de cette solution dosée révèle une concentration de 0,1027 mol/L.

- 1) En déduire la masse molaire de l'amine A et sa formule brute.  
On donne les masses molaires en g/mol : C = 12 ; H = 1 ; N = 14 ; O = 16.
- 2) L'action de l'iodométhane sur l'amine A permet d'obtenir une amine secondaire, une amine tertiaire, ainsi qu'un iodure d'ammonium quaternaire. Quelles sont les formules semi-développées possibles de A ?
- 3) L'amine obtenue contient un carbone lié à 4 groupements différents. Donner sa formule semi-développée.
- 4)
  - a) Écrire l'équation-bilan de la réaction de dissolution de cette amine dans l'eau.
  - b) Quelle est le caractère mis ici en évidence
- 5)
  - a) Quelles sont les formules semi-développées et les noms des amines et de l'ion ammonium quaternaire obtenus par l'action de l'iodométhane avec l'amine A.
  - b) Écrire l'équation-bilan de la réaction de l'iodométhane sur l'amine tertiaire.
  - c) Préciser le caractère mis en évidence.

