

**DEVOIR N°1 DE SCIENCES PHYSIQUES DU PREMIER SEMESTRE DUREE (04 HEURES)**

**Exercice n°1: Détermination de l'alcoolémie sanguine**

Afin de déterminer avec précision le taux d'alcool dans le sang ou alcoolémie d'un conducteur qui a provoqué un accident, on procède au dosage de l'alcool effectivement présent dans son sang ; ce qui peut se faire par alcootest mais, l'alcootest donne une valeur approximative de l'alcoolémie.

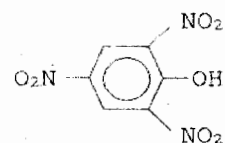
Pour une détermination plus précise de l'alcoolémie, on procède à la distillation puis au dosage d'un échantillon de sang prélevé du conducteur.

**A. Distillation du sang**

Dans un ballon contenant environ  $50 \text{ cm}^3$  d'une solution saturée d'acide picrique, on introduit lentement et en agitant un volume  $V_1 = 10 \text{ cm}^3$  de sang. L'acide picrique permet d'isoler l'éthanol des autres substances réductrices présentes dans le sang. On adapte ensuite au ballon une colonne de distillation dont la paroi interne est hérissée de pointes de verre (colonne de Vigreux). Au sommet de la colonne, un thermomètre permet de suivre l'évolution de la température, au niveau du départ latéral de la colonne, des vapeurs qui sont condensées dans un réfrigérant à eau, puis recueillies dans une fiole jaugée de  $50 \text{ cm}^3$ . Les premières gouttes de distillat apparaissent lorsque la température en haut de colonne atteint environ  $78^\circ\text{C}$ . On poursuit la distillation jusqu'à ce que la température en haut de colonne soit bien stabilisée à  $100^\circ\text{C}$ . On recueille ainsi  $30 \text{ cm}^3$  d'un distillat incolore qui contient tout l'alcool de l'échantillon de sang étudié.

**Questions**

- Nommer le matériel le mieux adapté à la mesure des volumes d'acide picrique et de sang prélevés.
- L'acide picrique est un dérivé du phénol  $\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$ . Sa formule est donnée ci-contre :
  - Quel est le nom de l'acide picrique en nomenclature officielle ?
  - Ecrire les formules des groupes caractéristiques des acides carboxyliques et des alcools. Quel groupement particulier présent dans les acides carboxyliques ou dans les alcools retrouve-t-on dans la formule de l'acide picrique ?
  - Diriez-vous pour autant que l'acide picrique est un acide carboxylique ? Un alcool ? Justifier.
  - Que représente la température  $78^\circ\text{C}$  pour l'éthanol ?



**B. Dosage de l'alcool dans le sang**

On complète les  $30 \text{ cm}^3$  du distillat obtenu précédemment jusqu'au trait de jauge, avec de l'eau distillée. Soit A la solution ainsi obtenue. Le dosage de cette solution se fait en trois étapes :

**1<sup>ère</sup> étape :** Dans un erlenmeyer, on introduit  $V_2 = 20 \text{ cm}^3$  de la solution A et  $V_3 = 20 \text{ ml}$  de solution sulfochromique à  $C_3 = 10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$  (la quantité d'ions dichromate est telle que ceux-ci soient en excès par rapport à l'éthanol).

L'erlenmeyer est bouché et placé pendant trente minutes sur un agitateur magnétique.

**2<sup>e</sup> étape :** Au mélange précédent, on ajoute environ  $20 \text{ cm}^3$  d'une solution d'iodure de potassium à  $0,1 \text{ mol.l}^{-1}$  ; on agite pendant une minute ; le mélange prend une teinte brune.

**3<sup>e</sup> étape :** On dose le diiode formé lors de l'étape précédente à l'aide d'une solution de thiosulfate de sodium de concentration  $C_4 = 5.10^{-2} \text{ mol.l}^{-1}$ . Soit  $V_4 = 16,4 \text{ ml}$  le volume versé à l'équivalence de ce dosage.

**Données :** Masse volumique de l'éthanol :  $0,79 \text{ kg.l}^{-1}$ .  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  ;  $E^\circ (\text{V}) = 1,33$ ;  $\text{I}_2/\text{I}^-$  ;  $E^\circ (\text{V}) = 0,54$  ;  $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}/\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  ;  $E^\circ (\text{V}) = 0,08$ ;  $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$  ;  $E^\circ (\text{V}) = 0,03$

## Questions

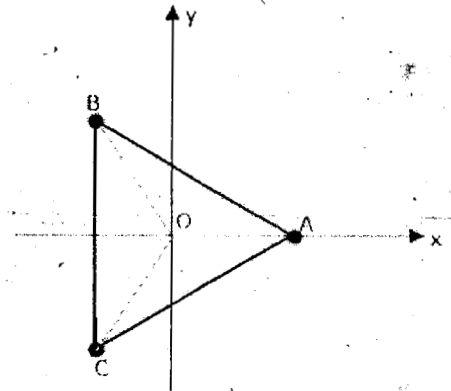
3. Qu'entend-t-on par *solution sulfochromique* ?
4. Lors du mélange de la solution A avec le mélange sulfochromique, la température s'élève. Pourquoi ? Pourquoi faut-il boucher l'èrlenmeyer après le mélange ? Pourquoi faut-il attendre trente minutes dans la première étape ?
5. Ecrire les demi-équations redox puis l'équation bilan de la réaction observée dans la première étape.
6. Quels sont les couples redox mis en jeu dans la deuxième étape ? Ecrire et équilibrer l'équation de la réaction redox observée dans la deuxième étape.
7. Ecrire et équilibrer la réaction de dosage du diiode par les ions thiosulfate dans la troisième étape. Quel indicateur coloré de fin de réaction peut-on utiliser pour déterminer plus aisément le changement de couleur à l'équivalence ?
8. Calculer la quantité de diiode dosée par les ions thiosulfate.
9. Sachant que ce diiode a été formé, dans la deuxième étape, par oxydation des ions iodure par les ions dichromate en excès qui n'ont pas réagi avec l'éthanol dans la première étape, calculer la quantité d'éthanol présente initialement dans le volume  $V_2$  de solution A.
10. Calculer la quantité totale d'éthanol contenue dans le volume  $V_1$  de sang prélevé ; en déduire l'alcoolémie, exprimée en  $g.l^{-1}$ , du conducteur.

### Exercice n°2:

On considère trois chiens (supposés solides ponctuels) non alignés A, B, et C à la même distance  $AB = BC = CA = a$  les uns des autres à l'instant initial (voir figure ci - contre).

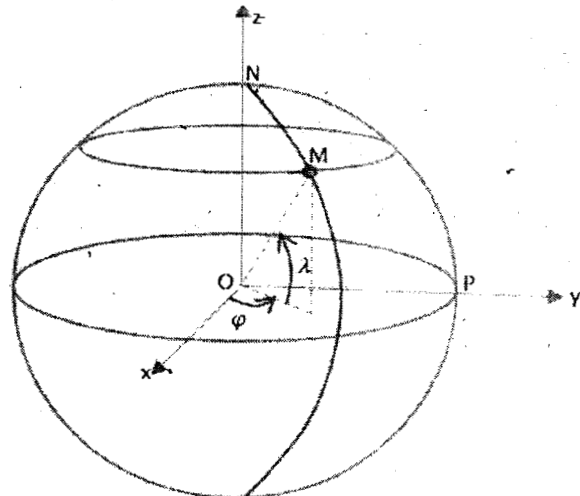
A court constamment vers B, B vers C et C vers A avec la même norme de vitesse  $v$  suivant tous le même trajet triangulaire ABC.

1. Dans l'intervalle de temps  $\left[0; \frac{a}{v}\right]$ , exprimer les équations horaires du mouvement de chaque chien.
2. Déduire de ces équations horaires, les équations cartésiennes des trajectoires des chiens dans cet intervalle.
3. Montrer que cette étude suffit pour déduire les équations horaires des mouvements des chiens à tout instant.
4. Montrer que le mouvement d'un chien est périodique et donner l'expression de cette période  $T$  en fonction de  $a$  et  $v$ .



### Exercice n°3:

La terre peut être assimilée à une sphère de rayon  $r = 6370\text{km}$  dont la période de révolution autour de l'axe Oz passant par les pôles est  $T = 24\text{h}$ .



La position d'un mobile M sur la terre ou à son voisinage peut être repérée dans le référentiel géocentrique par ses coordonnées cartésiennes  $x, y$  et  $z$  mais également par ses coordonnées géographiques en utilisant un

système de trois coordonnées que sont la latitude  $\lambda$ , la longitude  $\varphi$  et l'altitude par rapport à la surface de la terre.

1. Exprimer les coordonnées  $x$ ,  $y$  et  $z$  du point mobile  $M$  en fonction de  $r$ ,  $\lambda$  et  $\varphi$ .
2. Donner l'expression vectorielle de la vitesse du mobile. En déduire sa norme. Calculer sa valeur numérique aux points  $P$  et  $N$  de la surface de la terre. Cette vitesse dépend-elle de la longitude ?
3. Exprimer le vecteur accélération dans la base cartésienne en fonction de  $r$ ,  $\lambda$  et  $\varphi$ . En déduire sa norme.
4. Etablir l'équation de la trajectoire du mobile  $M$ . Donner la nature exacte du mouvement de  $M$ .
5. Le mobile  $M$  se déplace de sa position indiquée sur le schéma ( $58^\circ$  Nord ;  $80^\circ$  Est) en direction du pôle nord en suivant le même méridien.  
Tracer qualitativement la trajectoire du mobile pour un référentiel terrestre puis géocentrique.

**Exercice n°4:** Les fentes d'Young

On réalise des franges d'interférence au moyen d'un dispositif de fentes de Young  $S_1$  et  $S_2$ . Les fentes sont distantes de  $S_1S_2=a=0.5$  mm. L'écran  $E$  est en verre dépoli et l'écran  $U$  est opaque (voir figure 2 ci-dessous). L'ensemble est placé dans l'air d'indice  $n_0=1$ .

1. La source émet une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda=589$  nm.

L'expression de la différence de marche  $\delta = d_2 - d_1$  des rayons optiques issus des sources secondaires  $S_1$  et  $S_2$  et arrivant au même point  $M$  de la zone d'interférence est donnée par la relation suivante :

$$\delta = n_0 D \left[ \sqrt{1 + \left( \frac{a + 2y}{2D} \right)^2} - \sqrt{1 + \left( \frac{a - 2y}{2D} \right)^2} \right]$$

- 1.1. Calculer la différence de marche  $\delta$  aux points  $M_1$  et  $M_2$  d'ordonnées respectives  $y_1 = 4,71$  mm et  $y_2 = 5,3$  mm.
- 1.2. Donner la nature des franges localisées en  $M_1$  ( $y_1 = 4,71$  mm) et en  $M_2$  ( $y_2 = 5,3$  mm).
- 1.3. Calculer l'interfrange  $i$ .
- 1.4. Montrer que dans certaines conditions que l'on précisera  $\delta$  peut se mettre sous la forme :  $\delta = \frac{ay}{D}$ .

On donne  $(1 + \varepsilon)^p \cong 1 + p\varepsilon$  pour  $\varepsilon \ll 1$ .

2. la radiation émise par la source  $S$  est une fonction sinusoïdale que l'on peut exprimer sous la forme  $y_{S1}(t) = y_{S2}(t) = S_0 \sin(\omega t)$  à l'arrivée de la radiation en  $S_1$  et  $S_2$ .

2.1. Montrer qu'au point  $M$  de la zone d'interférence on a :

$$y_M(t) = 2S_0 \cos\left(\frac{\pi d_1}{\lambda} - \frac{\pi d_2}{\lambda}\right) \sin\left(\omega t - \frac{\pi d_1}{\lambda} - \frac{\pi d_2}{\lambda}\right)$$

**On donne :**  $\sin a + \sin b = \cos\left(\frac{a-b}{2}\right) \sin\left(\frac{a+b}{2}\right)$

2.2. En quel point de la zone d'interférence l'amplitude de la radiation est-elle maximale

3. On projette l'image de ces interférences sur l'écran  $U$  à l'aide d'une lentille mince placée en  $J$  sur l'axe du système. L'écran  $U$  est situé à la distance  $IK=2.40$  m de l'écran  $E$ .

- 3.1. Sachant que l'on désire obtenir une image 5 fois agrandie de la figure d'interférence, quelle doit être la position de la lentille.
- 3.2. Déterminer la distance focale de la lentille.

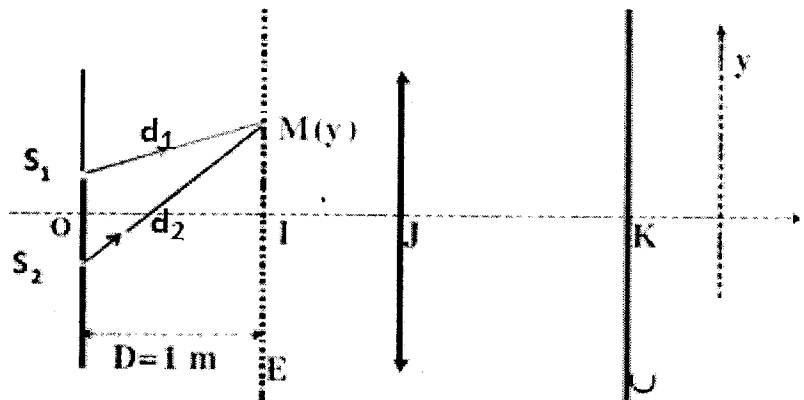


Figure 2