

Donner l'expression littérale avant toute application numérique

**Exercice 1:**

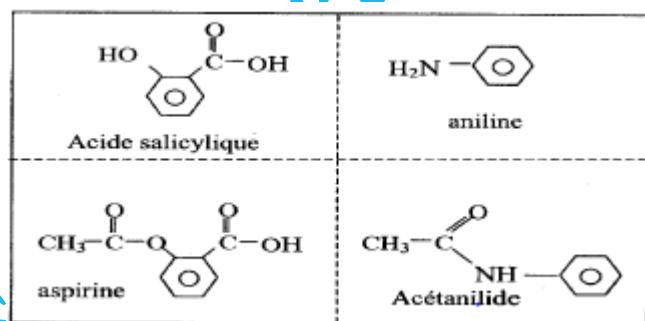
C'est d'abord dans les organes végétaux et animaux que des molécules d'anesthésiants et d'antalgiques ont été isolées. Depuis, pour adoucir les douleurs chroniques, divers composés ont été synthétisés par les chimistes pharmaciens.

L'acétanilide, fébrifuge formulé sous la marque « antifébrine », est préparé à partir d'une amine aromatique, l'aniline et du vinaigre (acide éthanoïque).

L'essence de wintergreen, extraite de la gaulthérie, arbrisseau d'Amérique du nord, remède traditionnel contre la fièvre, contient comme principe actif un ester méthylique de l'acide salicylique, le salicylate de méthyle. L'acide acétylsalicylique ou aspirine, connu pour ses vertus thérapeutiques diverses, est préparé par action de l'anhydride acétique sur l'acide salicylique.

Les formules de quelques molécules évoquées sont données ci-dessous :

1. On s'intéresse d'abord à l'antifébrine.
  - a. Donner le nom de la fonction chimique rencontrée dans la molécule d'acétanilide.
  - b. La synthèse actuelle de l'acétanilide utilise l'anhydride éthanoïque plutôt que le vinaigre cité dans le texte, donner une explication à cette préférence.
2. La molécule qui est à la base de l'activité de l'essence de wintergreen peut être synthétisée à partir de l'acide salicylique et du méthanol en présence d'acide sulfurique qui joue le rôle de catalyseur.
  - a. En déduire la fonction chimique présentée par le principe actif de ce médicament.
  - b. Ecrire l'équation-bilan de la réaction conduisant à ce principe actif.
3. La molécule d'aspirine (acide acétylsalicylique) contient des groupes fonctionnels oxygénés différents. Lors de la synthèse de l'aspirine  $m_1 = 3$  g d'acide salicylique et  $V_2 = 6$  mL d'anhydride acétique ont été utilisés. Après réaction une masse  $m_3 = 3,08$  g d'aspirine pure a été obtenue.
  - a. Entourer et nommer ses groupes.
  - b. Ecrire l'équation-bilan de la synthèse de l'aspirine.
  - c. Montrer que l'un des réactifs est en excès.
  - d. Déterminer le rendement de la réaction.



**Données : densité de l'anhydride éthanoïque :  $d = 1,08$  ; masse molaire de l'aspirine  $M_3 = 180 \text{ g.mol}^{-1}$  ; masse molaire de l'acide salicylique :  $M_1 = 138 \text{ g.mol}^{-1}$ .**

**Exercice 2:**

Un composé organique A de formule générale  $C_xH_yO_z$  possède la composition centésimal massique suivante : %C = 47,06 ; %H = 5,9.

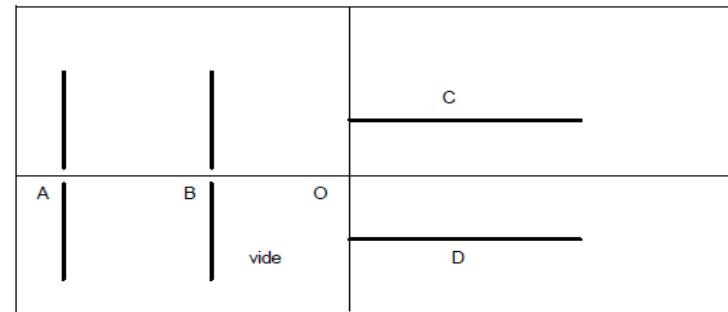
1. Trouver la formule brute de A sachant que sa masse molaire est égale à 102 g/mol.
2. L'hydrolyse de A donne deux composés organiques A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> par une méthode appropriée. Afin d'identifier A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub> on réalise les expériences ci-après :
  - ❖ On fait réagir sur A<sub>1</sub> du pentachlorure de phosphore (PCl<sub>5</sub>) et on obtient un composé organique B de masse molaire M<sub>B</sub> = 64,5 g/mol.
  - ❖ On fait réagir sur A<sub>2</sub> une solution concentrée d'ammoniac et on chauffe ; on obtient un composé organique C. Quelques gouttes de BBT ajoutées à A<sub>2</sub> donnent une couleur jaune.
  - a. Quelles sont les fonctions chimiques des composés A, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, B et C ?
  - b. Déterminer les formules semi-développées de A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A et C.

- c. Ecrire les équations des réactions et nommer les produits formés.
3. On fait réagir  $\text{A}_2$  sur le 3-méthylbutan-1-ol et on obtient un composé D dont la saveur et l'odeur sont celle de la banane.
- Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui se produit.
  - Donner la fonction chimique et le nom de D.
  - Sur le plan industriel, cette réaction présente des inconvénients. Lesquels ?
4. Afin d'éviter ces inconvénients, il est possible de synthétiser le composé D en remplaçant l'un des réactifs un dérivé chloré plus efficace.
- Quel est le réactif qu'on a remplacé ? préciser la formule semi-développée et le nom de ce dérivé chloré.
  - Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
5. On fait agir sur D une solution de soude. Ecrire l'équation-bilan de la réaction. Donner ces caractéristiques.

### Exercice 3:

Une particule  $\alpha$  ( ${}^4\text{H}_e^{2+}$ ) de poids négligeable et de charge  $+2e$  parcourt le trajet suivant :

- En A, elle entre avec une vitesse nulle par un trou entre deux armatures verticales aux bornes des quelles règne une tension  $U_{AB}$ . Déterminez la polarité des plaques pour que la particule soit accélérée. Ajoutez sur la figure le champ électrostatique  $\vec{E}_1$  et la force électrostatique  $\vec{F}_1$  que subit la particule.
- Déterminer  $U_{AB}$  pour que la particule sorte en B avec une vitesse de  $v_B = 5 \cdot 10^5 \text{ m/s}$ .
- La particule continue avec la même vitesse jusqu'en O, où elle entre au milieu de deux armatures C et D. Indiquer, en la justifiant, la polarité des plaques pour que la particule soit déviée vers le haut. Ajoutez sur la figure les vecteurs  $\vec{E}_2$  et  $\vec{F}_2$ .
- Etablir les équations horaires et l'équation cartésienne de la trajectoire de la particule.
- Déterminez  $U_{CD}$  pour que la particule sorte au point S d'ordonnée  $y_S = 1 \text{ cm}$ , sachant que les armatures sont longues de  $L = 5 \text{ cm}$  et distantes de  $d = 4 \text{ cm}$ .



**Données :  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  et  $m_\alpha = A.u$  (avec  $u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ )**

### Exercice 4:

La nuit tombée, Roméo se tient à une distance  $d$  de la maison de Juliette. Il lance un caillou de masse  $m$  vers sa fenêtre de hauteur  $l$  et qui est située à la hauteur  $H$  du sol. La pierre quitte la main de Roméo avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$ , faisant un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. À cet instant, elle se trouve à  $h = 2 \text{ m}$  du sol. L'origine du repère d'espace est prise au sol, à l'endroit où se trouve Roméo. L'axe vertical est orienté vers le haut. Le référentiel est supposé galiléen.

Le champ de pesanteur  $g$  est uniforme et vaut  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

**Données :  $d = 2 \text{ m}$  ;  $l = 1 \text{ m}$  ;  $H = 4,5 \text{ m}$  ;  $\alpha = 60^\circ$**

- Schématisez la situation. Préciser les conditions initiales.
- Dans l'hypothèse où la pierre est en chute libre, déterminer son vecteur-accelération dans le référentiel terrestre. Précisez la loi appliquée.
- Montrer que les équations horaires sont :  $x = v_0 \cos \alpha \cdot t$  et  $y = -\frac{1}{2} g \cdot t^2 + v_0 \sin \alpha \cdot t + h$
- En déduire l'équation de la trajectoire de la pierre.
- Samane lance la pierre avec une vitesse initiale  $v_0 = 10 \text{ m.s}^{-1}$ . La pierre atteindra-t-elle la fenêtre de Mariam ? Conseil : on pourra appeler F le point où le caillou atteint éventuellement la fenêtre.

### Exercice 5 :

En Juillet 2004, la sonde européenne Cassini-Huygens nous a livré ses premiers clichés des anneaux de Saturne. Elle a également photographié Titan, le plus gros satellite de Saturne, situé à une distance  $R_T$  de Saturne. L'excentricité orbitale des satellites étant très faible, on supposera leurs trajectoires circulaires.

Dans tout l'exercice, on se place dans le référentiel saturno-centrique, centré sur Saturne et dont les trois axes sont dirigés vers trois étoiles lointaines supposées fixes.

On considère que la planète Saturne et ses satellites sont des corps dont la répartition des masses est à symétrie sphérique. Les rayons des orbites des satellites sont supposés grands devant leur taille.

**Données :**  $G = 6,67 \times 10^{-11}$  S.I. : constante de gravitation universelle.

Concernant Titan :  $R_T = 1,22 \times 10^6$  km (rayon de l'orbite de Titan).

Concernant Saturne :  $R_S = 6,0 \times 10^4$  km (rayon de la planète Saturne).

$T_S = 10 \text{ h } 39 \text{ min}$  (période de rotation de Saturne sur elle-même).

$M_S = 5,69 \times 10^{26}$  kg (masse de Saturne).

### **Quelques caractéristiques de Titan :**

1. On considère que la seule force gravitationnelle exercée sur Titan provient de Saturne.
  - a. Nommer la (les) force(s) extérieure(s) appliquée(s) au satellite Titan, de masse  $M_T$ .
  - b. Représenter qualitativement sur un schéma, Saturne, Titan, et la (les) force(s) extérieure(s) appliquée(s) sur Titan.
  - c. Donner l'expression vectorielle de cette (ces) force(s).
2. On étudie le mouvement du centre d'inertie T de Titan. S est le centre d'inertie de Saturne. Soit  $\vec{u}$  le vecteur unitaire porté par la droite ST dirigé de S vers T.
  - a. Exprimer son accélération vectorielle  $\vec{a}$  en précisant la loi utilisée.
  - b. On se place dans la base orthonormée  $(\vec{t}, \vec{n})$  centrée en T dans laquelle  $\vec{t}$  est un vecteur unitaire porté par la tangente à la trajectoire et orienté dans le sens du mouvement et  $\vec{n}$  un vecteur unitaire perpendiculaire à  $\vec{t}$  et dirigé vers l'intérieur de la trajectoire ( $\vec{n} = -\vec{u}$ ).  
Donner les expressions littérales de  $a_t$  et de  $a_n$  en fonction de la vitesse  $v$  du satellite.  
À quelle composante se réduit l'accélération vectorielle  $\vec{a}$  de Titan dans la base orthonormée  $(\vec{t}, \vec{n})$ ?  
Compléter alors le schéma précédent, avec la base orthonormée  $(\vec{t}, \vec{n})$  et l'accélération  $\vec{a}$  de Titan.
  - c. Montrer que le mouvement de Titan est uniforme.
  - d. Retrouver l'expression de la vitesse de Titan sur son orbite autour de Saturne.

### **D'autres satellites de Saturne :**

Après le survol de Titan, la sonde Cassini a survolé le satellite Encelade en février 2005.

On peut considérer que dans le référentiel saturno-centrique, Encelade à un mouvement de révolution circulaire uniforme, dont la période (en jour terrestre), est  $T_E = 1,37$  et le rayon est  $R_E$ .

3. Retrouver la troisième loi de Kepler.
4. Utiliser la troisième loi de Kepler pour déterminer la valeur du rayon  $R_E$  de l'orbite d'Encelade.

### **Sonde saturno-stationnaire :**

On cherche dans cette partie à déterminer l'altitude  $h$  à laquelle devrait se trouver la sonde Cassini pour être saturno-stationnaire.

5. Quelle condition doit-on avoir sur les périodes  $T_S$  (rotation de Saturne sur elle-même) et  $T_C$  (révolution de Cassini autour de Saturne) pour que la sonde soit « saturno-stationnaire »?

6. Altitude de la sonde :
  - a. En utilisant la troisième loi de Kepler, montrer que l'altitude  $h$  de la sonde peut se calculer avec la relation: 
$$h = \sqrt[3]{\frac{T_C^2 G M_S}{4\pi^2}} - R_S$$
.

6. Altitude de la sonde :
  - b. Calculer la valeur de  $h$ .