

Physique et Chimie D.S

Exercice 1 : Téléphone portable et ondes radio

20 points

1. Les ondes électromagnétiques pour communiquer

1.1. D'après le texte $F_p \approx 900$ MHz (0,5).

1.2. La longueur d'onde $\lambda = c \cdot T_p = \frac{c}{F_p}$ (0,5) $= \frac{3 \cdot 10^8}{900 \cdot 10^6} = \frac{3 \cdot 10^8}{9 \cdot 10^8} = \frac{1}{3} = 0,3$ m (0,5).

2. L'émission d'une onde électromagnétique par un portable.

2.1. En quel point, A, B, ou C de la figure 1 trouve-t-on :

2.1.1. L'onde porteuse se trouve en B : c'est l'onde de haute fréquence (0,5).

2.1.2. Le signal modulant se trouve en A : c'est l'onde dont on souhaite transporter l'information (0,5).

2.2.

2.2.1. Pour obtenir une modulation de bonne qualité il faut que la fréquence de la porteuse f_p soit très supérieure à celle du signal modulant f_m : $f_p \gg f_m$ (1).

2.2.2. Lorsque la fréquence de la porteuse augmente, on diminue la taille des antennes d'émission (1).

Un autre intérêt à choisir une fréquence très élevée pour la porteuse est que l'on améliore la distance sur laquelle l'onde peut se propager car lorsque la fréquence est plus élevée, l'atténuation est plus faible.

2.2.3. $s(t) = k \cdot u_1(t) \cdot u_2(t) = k \cdot (u(t) + U_0) \cdot v(t) = k \cdot (U_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) + U_0) \cdot V_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_p \cdot t)$

On a donc $s(t) = S_m \cos(2\pi f_p t)$ avec $S_m = k \cdot (U_m \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) + U_0) \cdot V_m$ (1,5).

2.2.4. L'amplitude S_m de la tension modulée $s(t)$ est une fonction affine du signal $u(t)$ à transmettre (0,5).

2.2.5. Mettons dans l'expression de S_m , U_0 en facteur :

$$S_m = k \cdot V_m \cdot U_0 \cdot \left(\frac{U_m}{U_0} \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) + 1 \right) = A \cdot (m \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) + 1) \text{ avec } A = k \cdot V_m \cdot U_0 \text{ et } m = \frac{U_m}{U_0} \text{ (1)}.$$

2.2.6. Pour que la modulation soit de bonne qualité, il faut que $S_m > 0$ quel que soit t . Par conséquent

$$A \cdot (m \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) + 1) > 0 \Leftrightarrow m \cdot \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) + 1 > 0 \text{ car } A > 0, \text{ or } -1 \leq \cos(2\pi \cdot f_m \cdot t) \leq 1$$

Donc la condition la plus restrictive est $m \cdot (-1) + 1 > 0$ soit $-m > -1$ et finalement $m < 1$ (1 sans démonstr).

2.3.

2.3.1. Sur le graphique on note que $10 \times T_p = 5,0$ ms, donc $T_p = 0,50$ ms soit $f_p = 1/T_p = 2,0$ kHz (1).

2.3.2. Sur le graphique on note que $T_m = 5,0$ ms soit $f_m = 1/T_m = 200$ Hz ($2,0 \cdot 10^2$ Hz) (1).

2.3.3. $S_{m \max} = 9,0$ V et $S_{m \min} = 6,0$ V. Ainsi $m = \frac{S_{m \max} - S_{m \min}}{S_{m \max} + S_{m \min}} = \frac{9,0 - 6,0}{9,0 + 6,0} = \frac{3,0}{15,0} = 0,20$ (1).

2.3.4. On peut utiliser la méthode des trapèzes (0,5). Pour cela on se place en mode XY, on envoie en voie 2, ou voie Y, le signal modulé et en voie 1, ou voie X, le signal de l'entrée E1 du multiplieur. Si la modulation est de bonne qualité, la courbe observée est un trapèze. Si la modulation est de mauvaise qualité (surmodulation), la courbe observée correspond à deux triangles accolés par un sommet (1).

3. La réception d'une onde électromagnétique et sa démodulation.

3.1. pour le détecteur d'enveloppe, on utilisera le circuit b (1).

3.2. pour le filtre passe-haut, on utilisera le circuit c avec un condensateur et une résistance en série (1).

3.3. Le rôle du circuit d'accord est de sélectionner la fréquence de la porteuse que l'on souhaite démoduler (0,5). Il s'appelle également circuit sélectif (0,5). Il est constitué d'une bobine d'inductance L et d'un condensateur de capacité C (0,5) montés en dérivation (0,5). Il s'agit d'un filtre passe-bande (0,5).

3.4. Le rôle du détecteur d'enveloppe ou détecteur de crête est d'éliminer la porteuse (0,5). Pour cela il est muni d'une diode dont le rôle est de conserver uniquement les alternances positives, suivi d'une résistance et d'un condensateur montés en dérivation permettant d'éliminer la tension de haute fréquence (1).

Rem. pour être plus complet : lorsque la diode est passante le condensateur se charge instantanément car il n'est pas en série avec une résistance. Lorsque la diode est bloquante le condensateur se décharge lentement dans la résistance.

3.5. le rôle du filtre passe-haut est d'obtenir une tension alternative, c'est-à-dire de supprimer la composante continue ou tension de décalage U_0 introduite pour éviter la surmodulation (1).

Exercice n°2 : dosage de la caféine

(17 points)

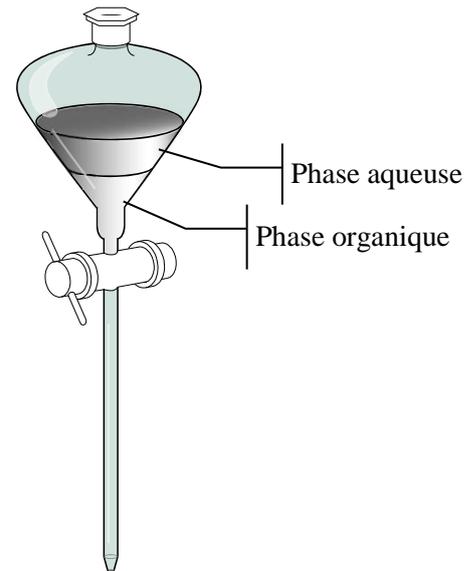
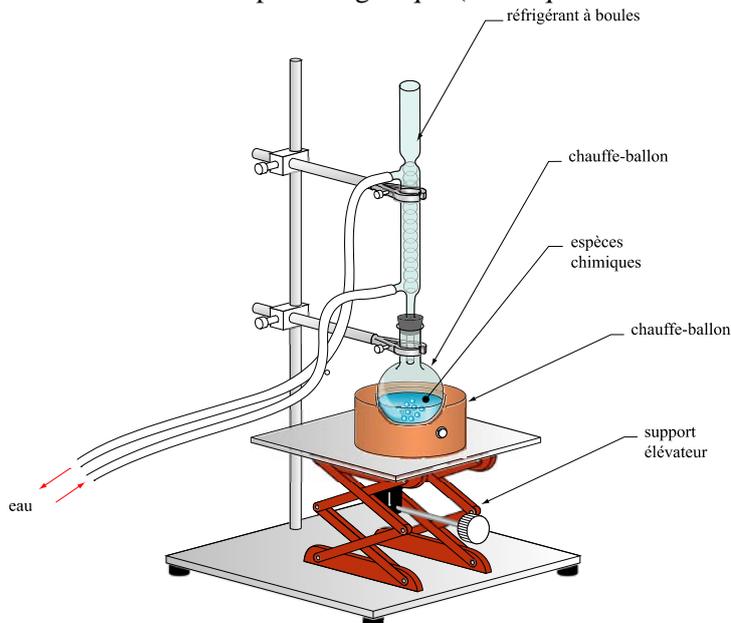
1. Extraction de la caféine

1.1. Le rôle du réfrigérant est de condenser les vapeurs produites lors du chauffage (technique de décoction) (1).

1.2. La caféine est peu soluble dans l'eau à froid (25°C), mais est très soluble à chaud (65°C). Il est donc nécessaire de chauffer pour dissoudre la caféine dans la phase aqueuse et l'extraire de la feuille de thé (1).

1.3. Pour recueillir la phase organique, on utilise une ampoule à décanter, la densité du dichlorométhane étant grande (1,30 fois plus importante que l'eau), le dichlorométhane sera situé en dessous de la phase aqueuse. La caféine étant

peu soluble à froid dans la phase aqueuse et très soluble dans le dichlorométhane, la quasi-totalité de la caféine sera dissoute dans la phase organique (technique d'extraction par solvant) (1). Schéma : (1).



(2) Arrivée d'eau en bas du réfrigérant.

- 1.4. La technique mise en œuvre est une extraction par solvant (ou extraction liquide-liquide) (1).
 1.5. Le sulfate de magnésium anhydre joue le rôle de déshydratant : il absorbe les traces d'eau restante en phase organique (1).
 1.6. Il s'agit d'une purification par **recristallisation** (1).

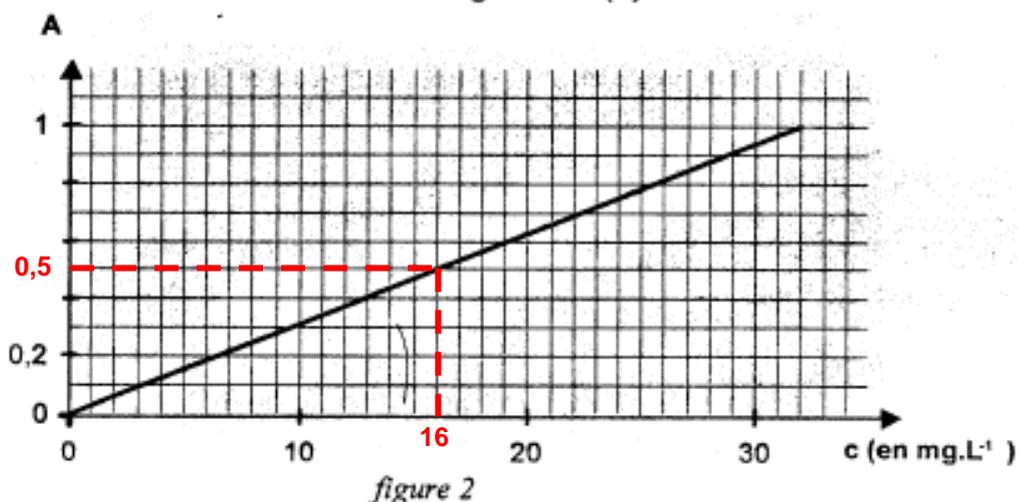
2. Préparation de solutions de caféine de différentes concentrations

On souhaite obtenir une solution à 16 mg.L^{-1} , à partir d'une solution mère deux fois plus concentrée, à 32 mg.L^{-1} . Il faut donc diluer d'un facteur deux ($F = 2$) : le volume de solution mère à prélever sera deux fois plus faible que le volume de solution fille à préparer. La verrerie utilisée doit être la plus précise possible, soit pour le prélèvement : une pipette **jaugée** et pour la préparation de la solution fille une fiole **jaugée**. Le couple permettant de réaliser, en un minimum d'opération, la dilution voulue est donc la pipette jaugée de 5,0 mL pour le prélèvement et la fiole jaugée de 10,0 mL (2).

3. Mesure d'absorbance

- 3.1. Ces longueurs d'onde appartiennent au domaine des ultraviolets ($\lambda < 400 \text{ nm}$) (1).
 3.2. L'absorbance est proportionnelle à la concentration de la caféine. Le café le plus excitant pour le consommateur est celui qui possède la plus grande concentration en caféine, donc la plus grande absorbance : c'est la café n°2 (1)
 3.3. La solution de la figure 1 possède une absorbance $A = 0,5$ à 271 nm. La droite d'étalonnage a été obtenue à la même longueur d'onde. Pour une absorbance $A = 0,5$, la concentration de la solution est : 16 mg.L^{-1} (2).

Droite d'étalonnage : $A = f(c)$



- 3.4. D'après la figure 1, pour une même concentration en caféine, l'absorbance à 228 nm est plus faible qu'à 271 nm. Le coefficient k de proportionnalité de la loi de Beer-Lambert entre la concentration de l'espèce absorbante et l'absorbance est donc plus faible, et par conséquent la droite $A = f(c)$ possède une pente plus petite à 228 nm : c'est la droite (3) (2).

Exercice n°3 : Rendement d'une synthèse **d'après exercice 10 p158 livre spécialité Hachette (3 points)**

1. Le rôle du relargage est de diminuer la solubilité d'une espèce organique en phase aqueuse afin d'en améliorer la séparation (1).
2. Les réactifs réagissent mol à mol d'après l'équation de la réaction, ainsi l'espèce ayant la quantité de matière introduire la plus faible est le réactif limitant et détermine l'avancement maximal : $x_{\max} = n = 0,200$ mol.

Le rendement de la synthèse est donc $\eta = \frac{n_{\text{exp}}}{n_{\text{max}}}$ avec $n_{\text{max}} = n_{\text{max}}(\text{E}) = x_{\text{max}}$.

A.N. : $\eta = \frac{0,128}{0,200} = 0,640$ soit 64,0 % (2).