

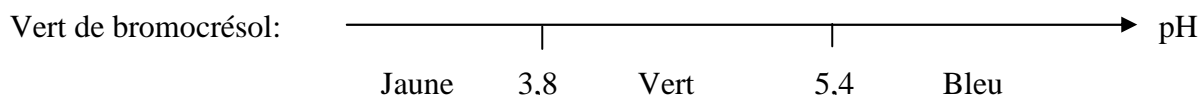
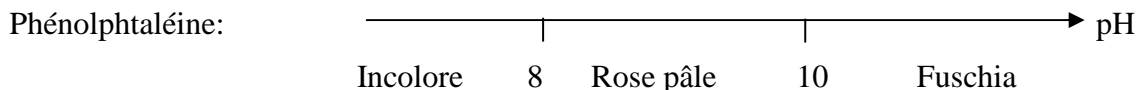
D.S. n°3

Exercice 1 : Le titre alcalimétrique d'une eau minérale

Les eaux minérales contiennent de nombreuses espèces chimiques dissoutes. Ces eaux minérales sont particulièrement riches en ions « bicarbonate ». Ce nom désigne en fait les ions hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq).

Données :

- Zone de virage de quelques indicateurs colorés :



- Valeurs de quelques pKa de couples acido-basiques :

- Pour le couple ($\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$) : $\text{pKa}_1 = 0$
- Pour le couple ($\text{H}_2\text{O} / \text{HO}^-$) : $\text{pKa}_2 = 14$
- Pour le couple ($\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$) : $\text{pKa}_3 = 6,3$
- Pour le couple ($\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$) : $\text{pKa}_4 = 10,3$

- Masses molaires atomiques : $M(\text{H}) = 1 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{O}) = 16 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(\text{C}) = 12 \text{ g.mol}^{-1}$.

Pour effectuer le dosage alcalimétrique, on prélève $V_1 = 50,0 \text{ mL}$ d'eau minérale que l'on titre par une solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$. Un système d'acquisition permet de mesurer le pH au cours du dosage.

On obtient ainsi la courbe donnant le pH en fonction de V_a , volume d'acide versé, et celle de sa dérivée $\frac{dpH}{dV_a} = f(V_a)$. Ces courbes sont données en **annexe (à rendre avec la copie)**.

1. Le titre alcalimétrique TA

La mesure du titre alcalimétrique TA permet de déterminer la concentration en ions carbonate CO_3^{2-} (aq).

On donne la définition du TA : c'est le volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ en ions H_3O^+ (aq) nécessaires pour doser les ions carbonate CO_3^{2-} (aq) dans 100 mL d'eau minérale en présence de phénolphthaléine.

1.1 En vous servant du diagramme donné en annexe, donner le pH de l'eau minérale.

1.2 Établir le diagramme de prédominance des espèces carbonatées. En déduire la forme prédominante de ces espèces dans cette eau minérale.

1.3 Quelle teinte prend la phénolphthaléine dans cette eau ?

1.4 Par ajout d'acide chlorhydrique, la phénolphthaléine changera-t-elle de couleur ? Peut-on déterminer par l'observation un volume équivalent ?

1.5 Justifier la valeur nulle du TA de cette eau minérale.

2. Le titre alcalimétrique complet TAC

Le titre alcalimétrique complet TAC est lié à la concentration totale en ions hydrogénocarbonate HCO_3^- (aq) et carbonate CO_3^{2-} (aq).

On donne la définition du TAC : c'est le volume, exprimé en millilitres, de solution d'acide chlorhydrique de concentration $C_a = 2,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ nécessaires pour doser 100 mL d'eau minérale en présence de vert de bromocrésol.

2.1. Ecrire l'équation de la réaction utilisée pour le titrage.

2.2. Calculer n_a la quantité d'ions H_3O^+ (aq) introduite lorsque $V_a = 14,0 \text{ mL}$. Evaluer n'_a la quantité d'ions H_3O^+ (aq) restant dans le volume total du mélange réactionnel. Justifier l'utilisation de cette réaction pour réaliser un dosage.

2.3. Déterminer les coordonnées du point d'équivalence.

2.4. Justifier le choix du vert de bromocrésol comme indicateur coloré.

2.5. Déterminer la concentration molaire C des ions hydrogénocarbonate dans cette eau minérale.

2.6. Déterminer la concentration massique T des ions hydrogénocarbonate dans cette eau minérale.

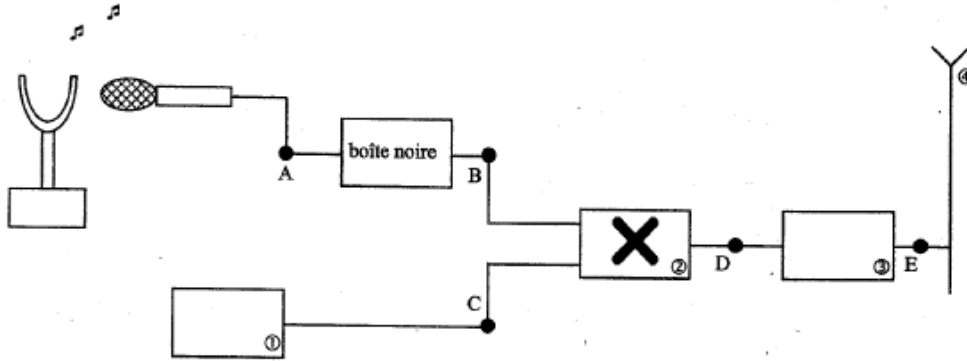
2.7. Déterminer le TAC de cette eau minérale.

Exercice 2 : La modulation d'amplitude

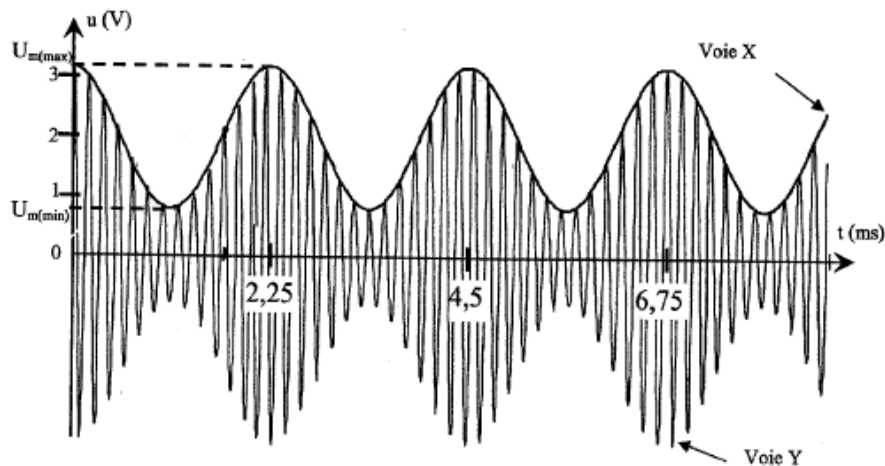
Les ondes électromagnétiques ne peuvent se propager dans l'air sur de grandes distances que dans un domaine de fréquences élevées. Les signaux sonores audibles de faibles fréquences sont convertis en signaux électriques de même fréquence puis associés à une onde porteuse de haute fréquence afin d'assurer une bonne transmission.

1. LA CHAÎNE DE TRANSMISSION

Le schéma 1 suivant représente la chaîne simplifiée de transmission d'un son par modulation d'amplitude. Elle est constituée de plusieurs dispositifs électroniques.



- 1.1. Parmi les cinq propositions ci-dessous, retrouver le nom des quatre dispositifs électroniques numérotés.
Dispositifs électroniques : Antenne, amplificateur HF (Haute Fréquence), générateur HF (Haute Fréquence), multiplieur, voltmètre.
- 1.2. Quels sont les signaux obtenus en B, C et D parmi ceux cités ci-dessous ?
- Porteuse notée $u_p(t) = U_{P(\max)} \cos(2\pi Ft)$
 - Signal modulant BF noté $u_s(t) + U_0$
 - Signal modulé noté $u_m(t)$
- 1.3. Le dispositif électronique ② effectue une opération mathématique simple qui peut être :
- $(u_s(t) + U_0) + u_p(t)$
 - $(u_s(t) + U_0) \times u_p(t)$
- Choisir la bonne réponse sachant que l'expression mathématique du signal obtenu est :
 $u_m(t) = k(U_0 + u_s(t))U_{P(\max)} \cos(2\pi Ft)$

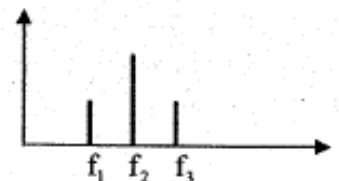


2. LA MODULATION D'AMPLITUDE

La voie X d'un oscilloscope bicourbe est reliée en B et la voie Y est reliée en D. L'oscillogramme obtenu est le suivant :

- 2.1. Estimer les valeurs des périodes T_s et T_p du signal modulant et de la porteuse.
- 2.2. Rappeler l'expression théorique de la fréquence f en fonction de la période T avec les unités, puis calculer les fréquences f du signal modulant et F de la porteuse.
- 2.3. L'amplitude de la tension du signal modulé $u_m(t)$ varie entre deux valeurs extrêmes, notées respectivement $U_{m(\max)}$ et $U_{m(\min)}$. Le taux de modulation m s'exprime par : $m = \frac{U_{m(\max)} - U_{m(\min)}}{U_{m(\max)} + U_{m(\min)}}$
- 2.3.1. Calculer les valeurs des tensions maximale $U_{m(\max)}$ et minimale $U_{m(\min)}$ du signal modulé.
- 2.3.2. En déduire la valeur de m
- 2.3.3. À quoi correspondrait un taux de modulation m supérieur à 1 ?
- 2.4. Le taux de modulation m s'exprime aussi en fonction de la tension maximale du signal modulant $U_{s(\max)}$ et la tension U_0 selon l'expression suivante : $m = \frac{U_{s(\max)}}{U_0}$

- 2.4.1. Quelle condition doit-on satisfaire pour obtenir un taux de modulation $m < 1$?
- 2.4.2. L'analyse en fréquence du signal montre que celui-ci est composé de trois fréquences : la fréquence du signal modulant f et de la fréquence de la porteuse F , exprimer les fréquences ci-dessous.



ANNEXE

Titration des ions hydrogencarbonate contenus dans 50 mL d'eau minérale
par l'acide chlorhydrique

