

Correction DS spécialité – modulation et dosages

Correction exercice 1 – modulation

1.1.1. On a : $s(t) = k.u_1(t).u_2(t)$.

$s(t)$, $u_1(t)$ et $u_2(t)$ sont des tensions donc k est homogène à l'inverse d'une tension et s'exprime en V^{-1} .

1.1.2. Expression de $s(t)$:

$$s(t) = k.V_m \cos(2\pi.F.t) \times [U_m \cos(2\pi.f.t) + U_0]$$

$$s(t) = k.V_m.U_0 \cos(2\pi.F.t) \times \left[\frac{U_m}{U_0} \cos(2\pi.f.t) + 1 \right]$$

$$s(t) = A.\cos(2\pi.F.t) \times [m.\cos(2\pi.f.t) + 1]$$

Donc : On peut écrire $s(t)$ sous la forme : $s(t) = A[1 + m \times \cos(2\pi f t)] \cos(2\pi F t)$ avec $A = kU_0V_m$ et $m = U_m/U_0$

1.1.3. La condition de bonne modulation est : $m < 1$, c'est à dire $U_m < U_0$. Cette condition est bien réalisée ici puisque l'enveloppe du signal est tout le temps positive.

1.2.1. Lecture graphique : $S_m = 0,8 \text{ V}$ et $S_M = 2,5 \text{ V}$

D'où $m = (S_M - S_m) / (S_M + S_m) = (2,5 - 0,8) / (2,5 + 0,8) = 0,5$ d'où $m = 0,5$

1.2.2. Valeur S_M et S_m : On prend les valeur positive max et min de l'enveloppe $S(t) = A(m.\cos(2\pi f t) + 1)$.

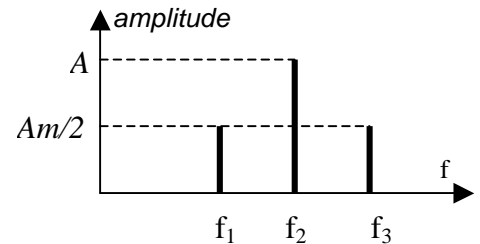
Valeur max : ici $\cos(2\pi f t) = 1$ d'où : $S_M = A(1+m)$; valeur min : $\cos(2\pi f t) = -1$ d'où : $S_m = A(1-m)$

1.2.3. On a alors :
$$\frac{S_M - S_m}{S_M + S_m} = \frac{A(1+m) - A(1-m)}{A(1+m) + A(1-m)} = \frac{2Am}{2A} = m$$

1.3.1. On a : $5T_p$ sur une graduation valant $0,25 \text{ ms}$, d'où $T_p = 0,25 \times 10^{-3} / 5 = 5,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}$
donc $f_p = 1 / T_p = 2,0 \times 10^4 \text{ Hz}$ d'où $F = 20 \text{ kHz}$.

De même pour le signal modulant : $T = 1,25 \text{ ms}$ d'où $f = 1/T = 1/1,25 \cdot 10^{-3}$ soit : $f = 800 \text{ Hz}$

1.3.2. : allure du spectre : $f_1 = F-f = 19,2 \text{ kHz}$; $f_2 = F = 20 \text{ kHz}$
et $f_3 = F+f = 20,8 \text{ kHz}$



2.1.1. Le module a) est un **filtre d'accord** ou **filtre passe-bande**. Il ne laisse passer que les signaux centrés autour de sa fréquence propre f_0 . Il permet ainsi de sélectionner le signal radio recherché en réglant f_0 sur la porteuse F du signal modulé, dont le spectre est centré autour de sa porteuse (voir question précédente).

2.1.2. On a : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$ donc $f_0^2 = \frac{1}{4\pi^2 LC}$ finalement : $C = \frac{1}{4\pi^2 L.f_0^2}$, avec $f_0 = F = 10 \text{ kHz}$

A.N. : $C = 1,0 \times 10^{-7} \text{ F}$ soit $C = 0,10 \mu\text{F}$

2.2.1. Le module b) est un **détecteur d'enveloppe**. Il permet de restituer l'enveloppe positive du signal modulé.

2.2.2. La constante de temps du dipôle RC doit être très supérieure à la période T_p de la porteuse et inférieure à la période T du signal modulant :

$$T_p \ll \tau < T$$

Avec : $\tau = R.C = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$; $T_p = 1/10 \cdot 10^3 = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ s}$; et $T = 1/500 = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$.

D'où : $1,0 \cdot 10^{-4} \text{ s} \ll 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ s} \ll 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ s}$. La condition est donc bien respectée, le détecteur remplit bien son rôle

2.2.3. Lors de la décharge du condensateur C dans la résistance R , la tension à ses bornes décroît, ce qui n'est pas le cas sur le schéma proposé.

2.3. Le module c) est un **filtre RC « passe haut »**, il laisse passer les hautes fréquences et filtre les basses, donc les tensions continues. Il a pour rôle de supprimer la tension de décalage U_0 (offset).

Correction exercice 2 : Titrage d'un lait par conductimétrie

1. Pour fabriquer la solution s on a effectué une dilution :

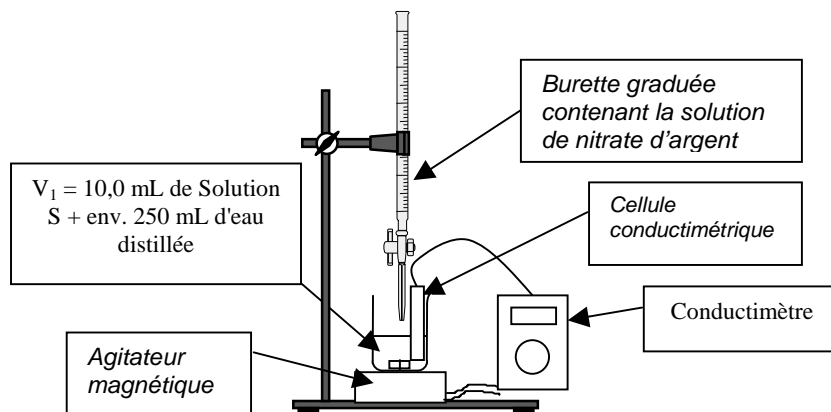
Solution mère S_0 : C_0 ; $V_0 = 20,0$ mL Solution fille S: C_S ; $V_S = 100,0$ mL

Au cours de la dilution la quantité de matière de soluté se conserve, donc $C_0 \cdot V_0 = C_S \cdot V_S$

$$\frac{C_0}{C_S} = \frac{V_S}{V_0}$$

$$\frac{C_0}{C_S} = \frac{100,0}{20,0} = 5,00 \quad \text{La solution fille S est cinq fois moins concentrée que la solution mère } S_0$$

2.



3. La conductivité initiale est due aux ions présents dans la solution S, c'est-à-dire les **ions chlorure** et des cations qui eux ne réagiront pas lors du titrage.

4. Interprétation de la courbe de dosage

Première partie, diminution de la conductivité du milieu réactionnel :

On ajoute des ions Ag^+ et NO_3^- dans le milieu. Les cations argent réagissent avec les anions chlorure. Ils forment un solide qui ne participe pas à la conductivité de la solution. La concentration en ions Cl^- diminue au fur et à mesure. La concentration en anions nitrate augmente au fur et à mesure. Tout se passe comme si les anions Cl^- étaient remplacés par des anions NO_3^- .

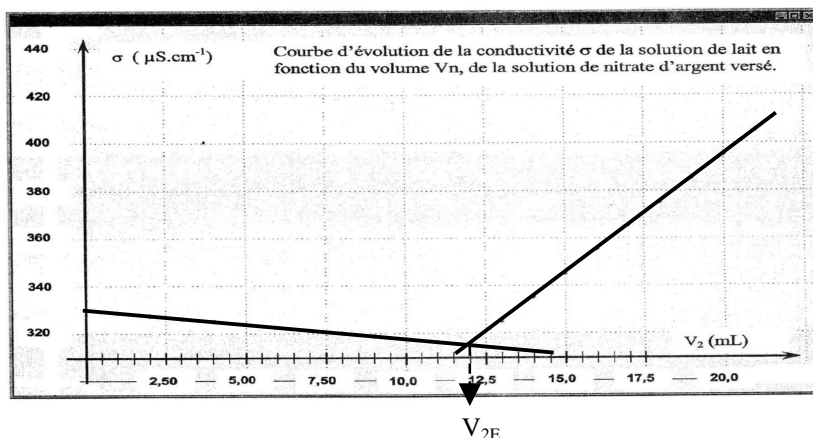
Comme $\lambda(\text{NO}_3^-_{\text{(aq)}})$ est légèrement inférieure à $\lambda(\text{Cl}^-_{\text{(aq)}})$, la conductivité diminue mais faiblement.

Deuxième partie, augmentation de la conductivité :

Quand tous les ions chlorure sont consommés, les ions Ag^+ et $\text{NO}_3^-_{\text{(aq)}}$ ne réagissant plus, ils s'accumulent en solution. Leur concentration augmente, la conductivité va augmenter.

5. La conductivité passe par un minimum, ce qui correspond à l'**équivalence** : tous les ions chlorure ont été consommés.

6. Le volume équivalent correspond à l'abscisse du point d'intersection des deux segments suivant l'évolution de la conductivité. On lit $V_{2E} = 12,0$ mL.



7. A l'équivalence, tous les ions chlorure initialement présents ont été consommés par les ions argent, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques,

$$\text{soit : } n(\text{Ag}^+_{\text{(aq)}})_{\text{versé}} = n(\text{Cl}^-_{\text{(aq)}})_{\text{initial}}$$

$$8. C_2 \cdot V_{2E} = n(\text{Cl}^-_{(\text{aq})})_{\text{initial}}$$

ATTENTION, cette quantité de matière est celle présente dans le volume V_1 de solution S utilisée, donc $n(\text{Cl}^-_{(\text{aq})})_{\text{initial}} = C_S \cdot V_1$.

$$\text{Ainsi } C_2 \cdot V_{2E} = C_S \cdot V_1 \text{ donc } C_S = \frac{C_2 \cdot V_{2E}}{V_1}$$

$$C_S = \frac{5,00 \times 10^{-3} \times 12,0}{10,0} = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1} : \text{concentration molaire en } \text{Cl}^- \text{ de la solution S initialement}$$

Et d'après la question 1.1. on a $C_0 = 5C_S = 3,00 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$: concentration molaire en Cl^- dans le lait

9. Calculons la concentration massique t en ions chlorure du lait :

$$t = C_0 \cdot M(\text{Cl}^-)$$

$$t = 1,07 \text{ g.L}^{-1}$$

La masse obtenue est bien comprise entre 1,0 g et 2,0 g par litre de lait.

Correction exercice 3 : dosage des ions cuivre II

- Le dosage est indirect puisque l'espèce titrée : les ions chlorure ne sont pas dosés directement.
- L'ion iodure est le réducteur et le diiode l'oxydant
réduction : $\text{I}_2(\text{aq}) + 2\text{e}^- = 2\text{I}^-(\text{aq})$ Couple $\text{I}_2(\text{aq}) / \text{I}^-(\text{aq})$
L'ion thiosulfate est le réducteur et l'ion tétrathionate est l'oxydant
oxydation : $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq}) = \text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$ Couple $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq}) / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$
- L'empois d'amidon joue le rôle d'indicateur coloré, il donne, en présence de diiode, une coloration bleue à la solution. Celle-ci disparaît quand tout le diiode est consommé, ainsi on repère l'équivalence.
- On considère un état initial fictif où l'on aurait versé n_T mol de thiosulfate.

	$\text{I}_2(\text{aq})$	+ $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})$	= $2\text{I}^-(\text{aq})$	+ $\text{S}_4\text{O}_6^{2-}(\text{aq})$
Initialement	$n(\text{I}_2)$	n_T	beaucoup	0
En cours de transformation	$n(\text{I}_2) - x \neq 0$	$n_T - 2x \neq 0$	beaucoup	x
à l'équivalence	$n(\text{I}_2) - x_E = 0$	$n_T - 2x_E = 0$	beaucoup	x_E

$$n(\text{I}_2) = x_E \quad \text{et} \quad x_E = \frac{n_T}{2} \quad \text{on a donc } n(\text{I}_2) = \frac{n_T}{2}$$

$$5. \quad n(\text{I}_2) = \frac{n_T}{2} = \frac{[\text{S}_2\text{O}_3^{2-}(\text{aq})] \cdot V_E}{2}$$

$$n(\text{I}_2) = \frac{1,00 \times 10^{-2} \times 12,0 \times 10^{-3}}{2} = 6,00 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$6. \quad \text{D'après la réaction 1, } \frac{n_{\text{Cu}^{2+}}}{2} = n(\text{I}_2) \text{ soit } \frac{n_0}{2} = n(\text{I}_2) \quad \text{donc} \quad n_0 = 2 n(\text{I}_2)$$

$$n_0 = 12,0 \times 10^{-5} \text{ mol}$$

$$7. \quad [\text{Cu}^{2+}(\text{aq})] = \frac{n_0}{V}$$

$$[\text{Cu}^{2+}(\text{aq})] = \frac{12,0 \times 10^{-5}}{20 \times 10^{-3}} = 6,00 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$$