

NOM :
Prénom :

TS5 DS de sciences physiques

PHYSIQUE

Un groupe d'élèves musiciens souhaite réaliser un diapason électronique capable d'émettre des sons purs, en particulier la note la_3 (note la du troisième octave). Cette note sert de référence aux musiciens pour accorder leurs instruments.

Un son pur est une onde acoustique sinusoïdale de fréquence donnée. Il peut être obtenu par excitation d'un haut-parleur à l'aide d'une tension électrique sinusoïdale de même fréquence.

Le circuit électrique qui permet d'obtenir une tension sinusoïdale est constitué d'une bobine, d'un condensateur et d'une résistance (voir **figure 1**).

Les élèves vont réaliser les différentes étapes du circuit oscillant permettant d'émettre les sons de la gamme tempérée (gamme musicale élaborée par J.S. Bach et couramment utilisée en Occident).

DOCUMENT : octave 3 de la gamme tempérée

Note	do	ré	mi	fa	sol	la	si
Fréquence (en Hz)	262	294	330	349	392	440	494

I. Réalisation d'oscillations électriques

Le condensateur de capacité $C = 1,0 \mu\text{F}$ de la figure 1 est chargé sous la tension $E = 12 \text{ V}$ du générateur ; on bascule l'interrupteur K en position 2. Cet instant est choisi comme origine des temps.

La tension u aux bornes du condensateur évolue en fonction du temps figure 2. Les oscillations électriques observées sont amorties.

- 1.1. Quel est le dipôle responsable de cet amortissement ?
- 1.2. Qualifier ce régime d'oscillations par un terme approprié.
- 1.3. Sur la courbe $u = f(t)$ présentée sont notés deux points C et D. Comment appelle-t-on la durée écoulée entre ces deux points ? Évaluer graphiquement cette valeur.
- 1.4. Les élèves pensent que le circuit ainsi réalisé n'est pas utilisable. Indiquer la raison qui leur permet de faire cette constatation.

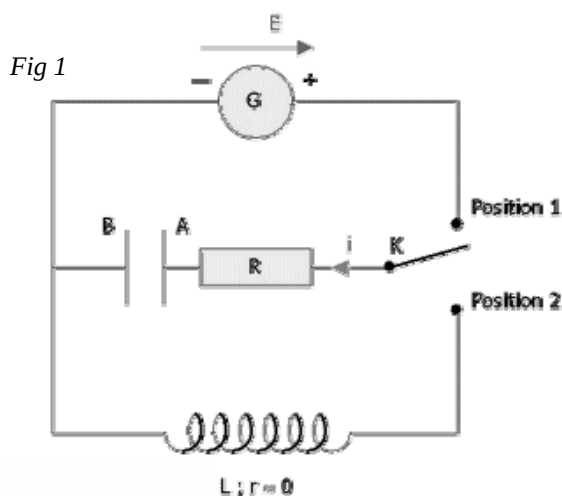
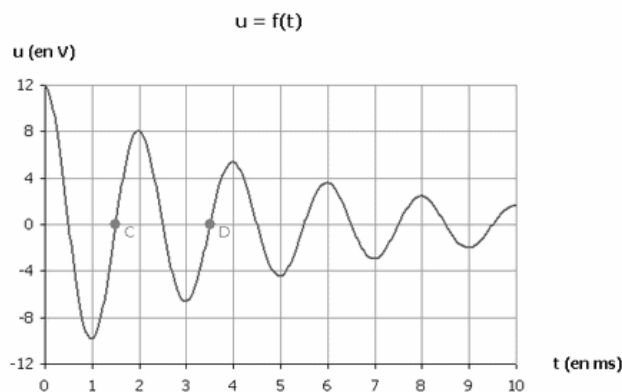


Figure 2



II- Entretien des oscillations

En feuilletant leur manuel de physique, les élèves constatent qu'il est possible de rajouter au circuit précédent, un dispositif qui entretient les oscillations.

- 2.1. Expliquer, en une phrase, le rôle de ce dispositif, d'un point de vue énergétique.
- 2.2. Sachant que les paramètres du circuit précédent n'ont pas été modifiés, représenter la courbe $u = f(t)$ obtenue après entretien des oscillations.
- 2.3. Rappeler l'expression de la période propre T_0 du circuit oscillant. Calculer sa valeur, sachant que le condensateur a une capacité $C = 1,0 \mu\text{F}$ et que l'inductance L de la bobine vaut ici $0,100 \text{ H}$. En déduire la fréquence f_0 de la tension obtenue.

Le circuit oscillant est relié à un haut-parleur convertissant cette onde électrique en onde sonore de fréquence f_0 . Les élèves souhaitent accorder leurs instruments en émettant la note la_3 à l'aide du circuit précédent.

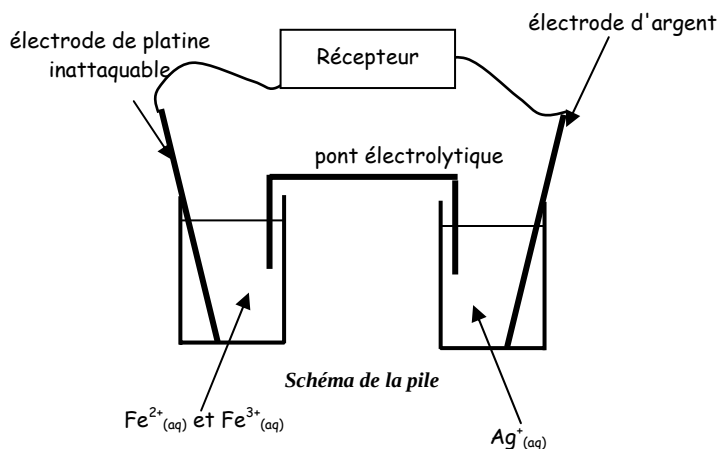
- 2.4. La fréquence précédemment obtenue est-elle un son de l'octave 3 de la gamme ?
 - 2.5. Quels paramètres peut-on changer pour modifier la valeur de la fréquence émise ?
- Sachant que les élèves ne disposent pas d'autre condensateur que celui du circuit initial, calculer la valeur de l'autre paramètre qui permettra d'obtenir la note la_3 .

CHIMIE

On réalise une pile avec les couples Ag^+/Ag et $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$.

La constante d'équilibre associée à la réaction : $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} = \text{Ag}_{(\text{s})} + \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ a pour valeur $K = 3,2$.

1. Donner l'expression du quotient de réaction.
2. Dans la pile, les concentrations molaires initiales des ions dans les solutions aqueuses sont $[\text{Ag}^+]_i = [\text{Fe}^{2+}]_i = [\text{Fe}^{3+}]_i = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$. Les volumes des solutions sont de 100mL.
Calculer le quotient de réaction à l'état initial.
3. En déduire le sens d'évolution spontané de la réaction quand la pile fonctionne.
4. Quelle est la polarité de chaque électrode ? Justifier à partir des demi-équations.
5. Préciser quels sont les porteurs de charges qui se déplacent et leur sens de déplacement dans les différentes parties du circuit.
6. A partir du tableau d'avancement associé à la réaction écrite dans le sens direct, exprimer le quotient réactionnel en fonction de l'avancement x de la réaction.
7. Quelle est la valeur de ce quotient de réaction à l'équilibre ?
8. Montrer que lorsque $x = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$, la pile cesse de fonctionner.



Données : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
 $N = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$

9. Calculer alors les quantités d'ions Ag^+ ; Fe^{2+} ; Fe^{3+} restant en solution lorsque la pile ne fonctionne plus.
10. Cette pile a débité un courant continu d'intensité $I = 70 \text{ mA}$, pendant combien de temps a-t-elle fonctionné ?
11. On réalise une deuxième pile en modifiant les conditions initiales du système. Les concentrations initiales sont désormais :
 $[\text{Ag}^+]_i = [\text{Fe}^{2+}]_i = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$
et $[\text{Fe}^{3+}]_i = 1,0 \times 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.
La polarité de chaque électrode reste-t-elle la même ? Justifier.

Correction du DS

Physique

I-1. Le dipôle responsable de l'amortissement des oscillations est le **conducteur ohmique** (ou **résistance R**). En raison de l'effet Joule, une partie de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur.

2. C'est un régime **pseudo-périodique** (ou oscillations libres amorties). L'amplitude des oscillations diminue au cours du temps.

3. La durée écoulée entre ces deux points est la **pseudo-période**. **T = 2 ms**

4. D'après la figure, on voit qu'au bout d'une durée de 10 ms l'amplitude des oscillations est devenue très faible. Le son émis sera amorti trop rapidement et donc audible pendant une durée extrêmement brève. Ce circuit électronique relié à un haut-parleur émettrait un BIP très bref.

II- 1. Au cours des oscillations les pertes d'énergie sous forme de chaleur (effet Joule) sont, à chaque instant, compensées par un apport d'énergie fournie par le dispositif d'entretien des oscillations.

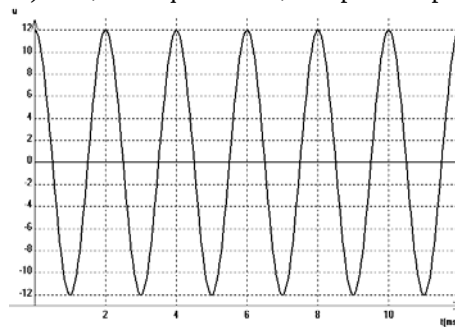
2. Les paramètres du circuit étant inchangés, la période des oscillations est toujours de 2 ms et l'amplitude est de 12 V

$$3. T_0 = 2\pi\sqrt{LC} \quad T_0 = 2\pi\sqrt{0,100 \times 1,0 \cdot 10^{-6}} = 2,0 \text{ ms} \quad f_0 = \frac{1}{T_0} = 5,0 \cdot 10^2 \text{ Hz}$$

4. $f_0 > 494 \text{ Hz}$, ce n'est pas un son de l'octave 3 de la gamme.

5. Pour changer la fréquence du son émis, il suffit de faire varier un des paramètres de la période propre, à savoir la capacité du condensateur ou l'inductance de la bobine. On veut une fréquence de 440 Hz, et seule l'inductance

de la bobine peut varier : $4\pi^2 \times L \times C = T_0^2 = \frac{1}{f_0^2}$ Soit $L = \frac{1}{4\pi^2 \times C \times f_0^2} = \frac{1}{4\pi^2 \times 1,0 \cdot 10^{-6} \times 440^2} = 0,13 \text{ H}$



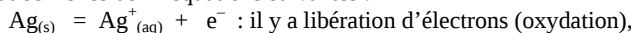
Chimie

1. Le quotient de la réaction $\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} = \text{Ag}_{(\text{s})} + \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$ a pour expression : $Q_r = \frac{[\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}]}{[\text{Ag}^+_{(\text{aq})}] \cdot [\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}]}$

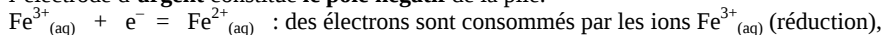
2. À l'état initial, $Q_{r,i} = \frac{[\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}]_i}{[\text{Ag}^+_{(\text{aq})}]_i \cdot [\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}]_i} = \frac{1,0 \times 10^{-1}}{1,0 \times 10^{-1} \times 1,0 \times 10^{-1}} = 10$

3. On a $Q_{r,i} > K$, le système évolue donc dans le sens inverse.

4. On peut écrire les demi-équations suivantes :



l'électrode d'**argent** constitue le **pôle négatif** de la pile.



l'électrode de **platine** constitue le **pôle positif** de la pile.

5. Dans les parties métalliques des électrons se déplacent du pôle - de la pile vers son pôle +. Dans la solution et le pont salin, ce sont des ions qui se déplacent : les ions - dans le même sens que les électrons, les ions + en sens inverse.

6. Pendant le fonctionnement de la pile, la réaction qui se produit est : $\text{Ag}_{(\text{s})} + \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} = \text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$

On note $c = [\text{Ag}^+]_i = [\text{Fe}^{2+}]_i = [\text{Fe}^{3+}]_i = 1,0 \times 10^{-1} \text{ mol.L}^{-1}$

Tableau d'avancement :	$\text{Ag}_{(\text{s})} +$	$\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}$	=	$\text{Ag}^+_{(\text{aq})}$	+ $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}$
Etat initial	bcp	$cV = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$		$cV = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$	$cV = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$
Avancement x	bcp	$cV - x$		$cV + x$	$cV + x$
équilibre	bcp	$cV - x_{\text{éq}}$		$1,0 \cdot 10^{-2} + x_{\text{éq}}$	$1,0 \cdot 10^{-2} + x_{\text{éq}}$
Concentrations à l'équilibre		$c - x_{\text{éq}}/V$		$c + x_{\text{éq}}/V$	$c + x_{\text{éq}}/V$

$$Q = \frac{(c + x/V)^2}{(c - x/V)}$$

7. A l'équilibre $Q = K'$ associé à la réaction écrite dans ce sens. Pour la réaction écrite dans ce sens, $K' = 1/3,2$

8. Si $x_{\text{éq}} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ alors $Q = K = 1/3,2$, la pile s'arrête (équilibre chimique)

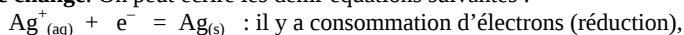
9. On a alors : $[\text{Ag}^+]_{\text{éq}} = 0,139 \text{ mol/L}$ $[\text{Fe}^{2+}]_{\text{éq}} = 0,139 \text{ mol/L}$ $[\text{Fe}^{3+}]_{\text{éq}} = 0,0609 \text{ mol/L}$

10. Pendant le fonctionnement de la pile, $x_{\text{éq}} = 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ électrons ont circulé : $Q = 3,9 \cdot 10^{-3} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \times 6,02 \cdot 10^{23} = 376 \text{ C}$

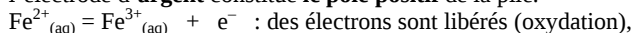
La durée de fonctionnement est : $t = Q/I = 5366 \text{ s} = 1,49 \text{ heures}$

11. On calcule le nouveau quotient de réaction : $Q_{r,i}' = \frac{[\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})}]_i}{[\text{Ag}^+_{(\text{aq})}]_i \cdot [\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})}]_i} = \frac{1,0 \times 10^{-2}}{1,0 \times 10^{-1} \times 1,0 \times 10^{-1}} = 1,0$

$Q_{r,i}' < K$, le système évolue dans le sens direct de la 1^{ère} équation écrite donc les demi-équations sont inversées et la **polarité de chaque électrode change**. On peut écrire les demi-équations suivantes :



l'électrode d'**argent** constitue le **pôle positif** de la pile.



l'électrode de **platine** constitue le **pôle négatif** de la pile.