

Activité : Conversion d'un son en signal électrique et visualisation

Afin de pouvoir être analysé, un son doit être converti à l'aide d'un micro en un signal électrique, lequel peut ensuite être visualisé de deux façons :

- Avec un oscilloscope, de façon analogique sous forme d'une courbe
- Sur un écran d'ordinateur, de façon numérique, comme une succession de points. Il suffit pour cela d'intercaler entre la sortie du micro et une entrée de l'ordinateur (port USB par exemple) un dispositif appelé convertisseur analogique numérique dont l'acronyme est CAN

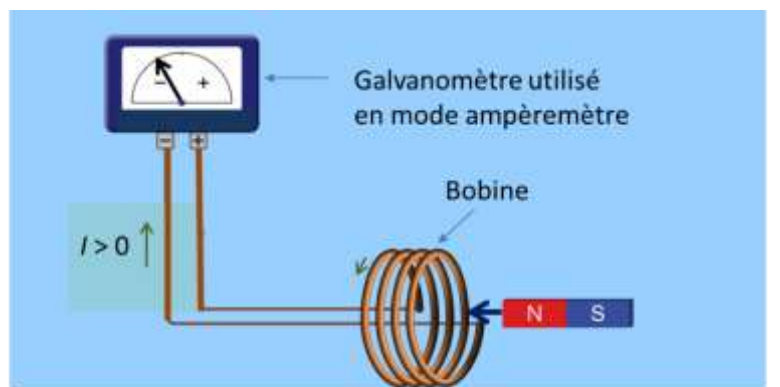
Nous allons voir le principe de fonctionnement d'un micro, puis celui de l'analyse d'un son

I Schéma de principe du micro utilisé au labo de Passy pour l'analyse d'un son

Le micro se compose d'un long tube au bout duquel se trouve une membrane souple à laquelle est fixée un aimant permanent, lequel est placé devant une bobine de cuivre gainé.

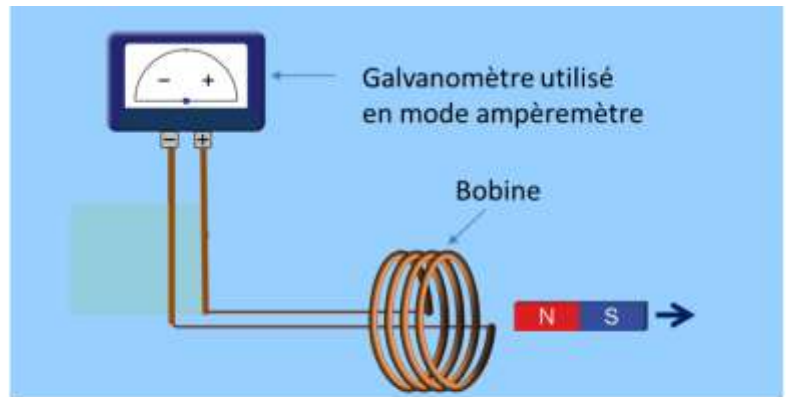


Le phénomène physique employé est celui de l'induction magnétique. En déplaçant un aimant permanent devant ou à l'intérieur d'une bobine faite d'un enroulement de fil de cuivre (plusieurs centaines de tours) autour d'un support creux, la bobine étant connectée en circuit fermé à un ampèremètre, on observe le passage d'un courant qui change de sens si on change le sens du déplacement (voir vidéo envoyée)



Question 1 :

En reprenant la logique du circuit précédent, compléter le schéma suivant en y faisant apparaître comment l'aiguille est déviée sur le galvanomètre et préciser le sens positif de l'intensité observée.



Question 2 :

En utilisant le fait que l'ensemble formé par la bobine et l'aimant est un dispositif qui produit un courant électrique, faire un schéma du circuit précédent en utilisant des symboles normalisés.

Le fil de cuivre de la bobine est entouré d'une gaine isolante.



Question 3 : rôle de la gaine isolante

S'il n'y avait pas cette gaine isolante et qu'un courant d'intensité I positive traversait la bobine, comment ce dernier circulerait-il dans cette dernière ? Faire apparaître le mode de circulation du courant sur la figure précédente avec un feutre jaune en justifiant.

2) signal électrique donné par le micro recevant le son d'un diapason

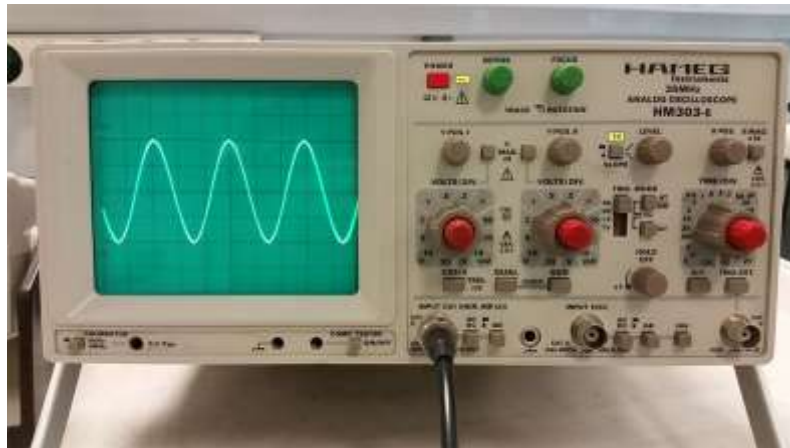
Un diapason est fixé sur une caisse creuse et l'ouverture de la caisse est placée à un mètre environ de l'entrée du tube du micro servant à canaliser le son jusqu'à la membrane.



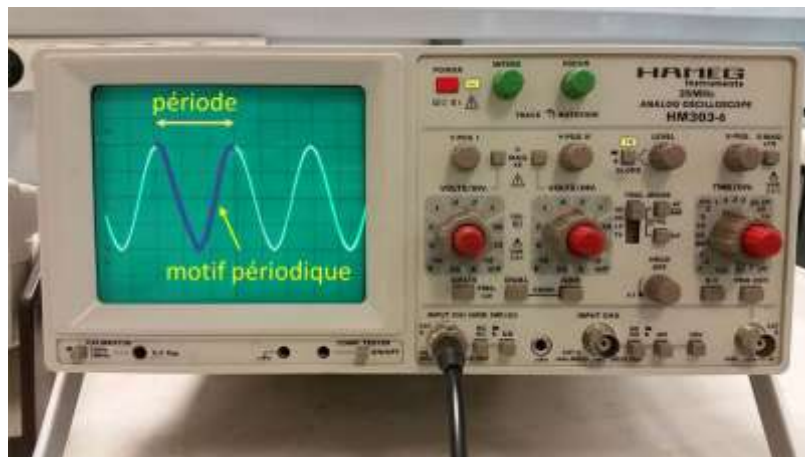
Question 4 :

Quel est le rôle de la caisse sur laquelle est fixé le diapason ? Donner un exemple d'instrument de musique utilisant ce même effet.

L'intensité algébrique (c'est-à-dire pouvant être positive ou négative) circulant, dans un sens donné, dans la bobine du micro, est analysée avec un oscilloscope. Ce dernier fait apparaître une courbe ressemblant à une vague et qu'on appelle sinusoïde. L'axe horizontal de l'écran de l'oscilloscope représente le temps, selon une échelle réglable appelée base temps. L'axe vertical représente une tension dont les variations dans le temps sont analogues à celles de l'intensité, dont les variations sont elles-mêmes analogues à celles du mouvement de l'aimant, dont les variations sont elles-mêmes analogues à celles de l'écart de pression par rapport à la pression régnant en l'absence de son. Au final donc, ce qui apparaît à l'écran de l'oscilloscope est donc bien une courbe dont l'allure traduit l'évolution de la perturbation (écart de pression) produite par le passage de l'onde sonore au niveau de la membrane.



Cette courbe présente un motif qui se répète et qu'on appelle motif périodique. La durée sur laquelle se produit un motif est appelée période.

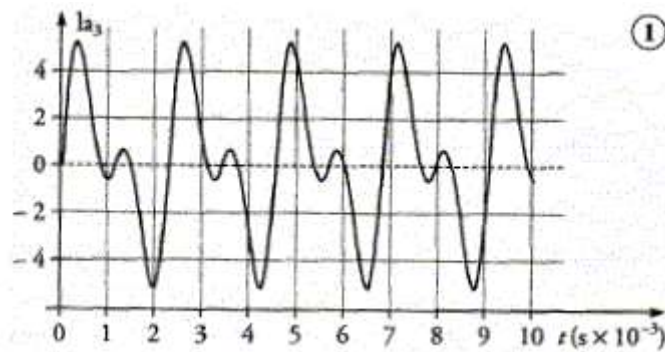


On appelle, fréquence d'un tel signal périodique, le nombre de motifs périodiques que l'on observe en une seconde. La fréquence est mesurée en Hertz (symbole Hz). Le réglage de l'oscilloscope permet d'évaluer la période à 2,27 ms.

Question 5 :

Quelle est la fréquence du son émis par le diapason (Détailer le raisonnement et le calcul)

L'analyse d'un son produit par une flûte avec un oscilloscope fait encore apparaître une courbe (figure suivante) périodique mais pas sinusoïdale comme dans le cas d'un diapason. On peut encore cependant le caractériser par une période et une fréquence dites fondamentales.



Analyse d'un son (la_3) émis par une flûte

Question 6 :

Quelle est la fréquence fondamentale du son émis par la flûte de la figure précédente ?

La flûte émet elle un son pur ou un son complexe ?

Question 7 :

On souhaite visualiser le son émis par la flûte précédente avec un ordinateur. Quel dispositif doit-on intercaler entre la sortie du micro et l'ordinateur ? Faire un schéma.

Le dispositif acquiert à intervalles réguliers la valeur d'une tension analogue à l'intensité circulant dans la bobine du micro (en prenant par exemple la tension aux bornes d'un résistor mis en série avec la bobine)

Question 8 :

Quel est la relation et le nom de la relation existant entre l'intensité I traversant un résistor d'une de ses bornes A à l'autre borne B et la tension U mesurée entre ces mêmes bornes ?

La durée entre deux acquisitions de valeur de tension est appelée période d'échantillonnage T_e .

Question 9 :

Expliquer sur une courbe sinusoïdale, pourquoi on perd l'information du signal si cette période T_e est égale à la période de la tension à numériser.

Afin de conserver l'allure de la courbe que donnerait un oscilloscope, la période d'échantillonnage doit être, pour un son comme celui émis par une flûte ou tout autre instrument de musique, bien inférieure à la période fondamentale.

Question 10 :

Dessiner sur la figure ci-dessous, l'allure de la suite de points que l'on observerait sur un écran d'ordinateur recevant après traitement le signal numérisé du son émis par la flûte précédente en supposant la période d'échantillonnage égale à 0,1 ms (On pourra se contenter de le faire sur une période seulement et noter que les graduations du schéma sont en millisecondes).

