Questions de cours

① - oscillateur harmonique $\ddot{X} + \omega_0^2 X = 0$

ω_0 pulsation propre en rad.s^{-1}

$X(t) = A\cos(\omega_0 t) + B\sin(\omega_0 t)$

ex : pendule pesant, syst masse-ressort, résonateur de Helmholtz, circuit LC

② Loi d'Ohm locale et intégrale

densité vol de courant $\vec{j} = \sigma \vec{E}$ ← chp électrique ; σ : conductivité

puissance $P = RI^2$

différence de potentiel $U = RI$ ← courant ; R : résistance électrique

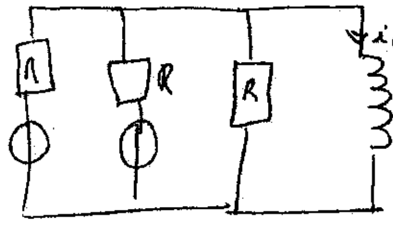
③ - onde acoustique : onde mécanique ; succession de compression / dépression du milieu SANS déplacement macroscopique de matière, relaxation du milieu à l'issue.

polarisation longitudinale / transversale
// à la dir propag ⊥ à la dir propag.

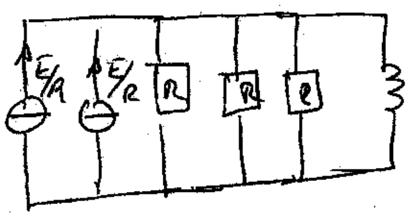
eq de d'Alembert $\dfrac{\partial^2 y(x,t)}{\partial x^2} = \dfrac{1}{c^2}\dfrac{\partial^2 y(x,t)}{\partial t^2}$ ← perturbation

c : célérité de l'onde

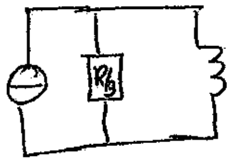
à $t<0$ $\qquad i_L = \dfrac{E}{R} = \text{cte}$



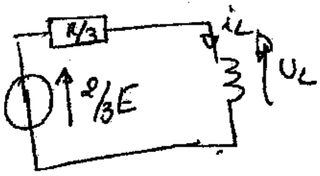
$\Longleftrightarrow$



$\Longleftrightarrow \quad \dfrac{2E}{R}$



$\Longleftrightarrow$



à $t>0$

$$\frac{di_L(t)}{dt} + \frac{R/3}{L}\, i_L(t) = \frac{2}{3}\frac{E}{L}$$

$$i_P = \frac{2E}{R} \qquad i_{LH} = A e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad \text{avec } \tau = \frac{3L}{R} = 10\,\text{ms}$$

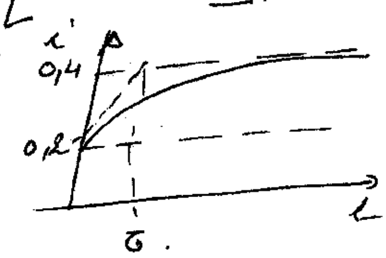
$$i_L(t) = \frac{2E}{R} + A e^{-\frac{t}{\tau}} \qquad \text{à } t=0 \;\; i_L = \frac{E}{R} = \frac{2E}{R} + A$$

$$A = -\frac{E}{R} \quad \Leftrightarrow \quad i_L(t) = \frac{E}{R}\left[2 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$$

valeur finale $i_L = \dfrac{2E}{R} = 0{,}4\,A$

valeur initiale $i_L = \dfrac{E}{R} = 0{,}2\,A$

$\frac{3}{4}\, i_L = 0{,}3\,A$



$$0{,}3 = 0{,}2\left[2 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right]$$

$$0{,}3 = 0{,}4 - 0{,}2\, e^{-\frac{t}{\tau}} \Leftrightarrow e^{-\frac{t}{\tau}} = 0{,}5$$

$$t = \ln 2 \cdot \tau = 6{,}93\,\text{ms}$$

$$u_L = L\frac{di}{dt} = \frac{LE}{\tau R}\, e^{-\frac{t}{R}} = \frac{E}{3}\, e^{-\frac{t}{\tau}}$$

IV. Célérité d'une onde sonore

On dispose d'un générateur basse fréquence délivrant une tension sinusoïdale $u_1=U_m \cos(2\pi.f.t + \varphi)$ *de fréquence* f = 25 kHz et d'un oscillographe bicourbe utilisé en mode « balayage ». La tension u_1, appliquée sur la voie 1, donne l' oscillogramme de la figure 1.

1. a) La sensibilité de la voie 1 est de 2 V.div^{-1} ; calculer l'amplitude et la valeur efficace de la tension u_1 *(<u>Rép.</u> :5V; 3,5V)*

U_{1M} = 2,5 div x 2V.div^{-1} = 5 V ; $U_1 = U_{1M}/\sqrt{2}$ = <u>3,5 V</u>

b) L'origine des temps coïncide avec le passage du spot au centre de l'écran ; exprimer la tension $u_1(t)$

$u_1(t) = - U_{1M}\sin(2\pi.f.t)$

2. Le générateur est relié à un haut-parleur qui émet des ondes ultrasonores de fréquence f = 25 kHz.
On étudie ces ondes sur l'axe du haut-parleur à l'aide d'un capteur C qui transforme les vibrations reçues en une tension u_2 de même fréquence et de même phase que les vibrations. Cette tension u_2 est appliquée sur la voie 2 de l'oscillographe. Pour une position C_1 du capteur les courbes observées sont confondues et reproduites sur la figure 1.

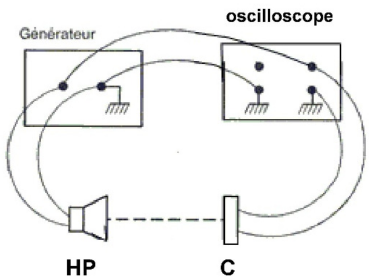
a) On éloigne alors progressivement le capteur du haut-parleur. Comment est modifiée la courbe représentant $u_2(t)$, celle représentant $u_1(t)$ restant fixe ?

$u_2(t)$ se déplace vers la droite de l'écran lorsqu'on éloigne le capteur du haut-parleur car les vibrations enregistrées par le capteur vont être en retard de phase par rapport à celles du haut-parleur.

b) On continue d'éloigner le capteur jusqu'à ce que l'on obtienne à nouveau, à la position C_2, les courbes représentées sur la figure 2. La distance C_1C_2 mesure 1,4 cm.

- Pourquoi les courbes ont-elles des amplitudes différentes ? **Absorption des ondes sonores par le milieu**
- Déterminer la célérité des vibrations ultrasonores de la source dans l'air. *(<u>Rép.</u> : 350 m.s^{-1})*

La figure 2 montre que la vibration enregistrée par le capteur à la position C_2 est en phase (pour la 1ère fois) avec celle enregistrée à la position C_1 donc $C_2C_1 = \lambda = c \times T = c / f$; $\boxed{c = C_2C_1 \times}$
$c = 1,4.\ 10^{-2} \times 25.\ 10^{3}$ = <u>350 m.s^{-1}</u>



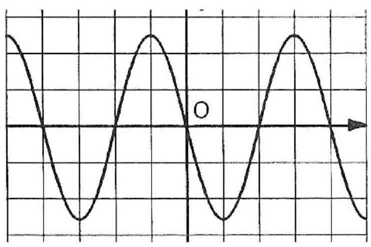


figure 1

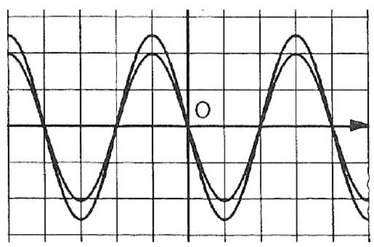


figure 2