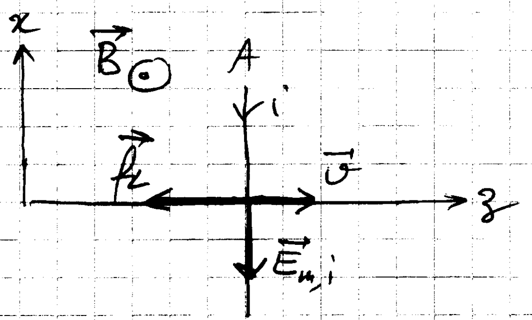
Corrigé de la partie A de l'épreuve Phys II - 2008

Le haut-parleur

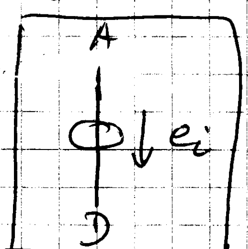
I. Etude préliminaire

1. 

2. $$\boxed{\vec{f_L} = \int_{fil\ AD} i\,\vec{dl}\wedge\vec{B}} = i\left(\int_{fil\ AD}\vec{dl}\right)\wedge\vec{B} = i\,\vec{AD}\wedge\vec{B} = \boxed{-i\,l\,B\,\vec{e_z}}$$

3.1 les électrons de la barre AD sont en mvt dans chp $\vec{B}$ permanent
→ cas d'une induction de Lorentz : $\boxed{\vec{E}_{m,i} = \vec{v}\wedge\vec{B} = -vB\,\vec{e_x}}$

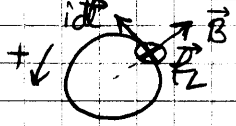
3.2 Ce champ électromoteur induit un courant selon $-\vec{e_x}$
[car les électrons st entraînés par la force de Lorentz $\vec{f} = -e\vec{v}\wedge\vec{B}$
$= -e\vec{E}_{m,i}$ càd selon $+\vec{e_x}$]
⇒ la fem induite est selon $-\vec{e_x}$:



3.3. $$\boxed{e_i = \int_{fil\ AD}\vec{E}_{m,i}\cdot\vec{dl}} = \int_{fil\ AD}(-vB\vec{e_x})\cdot(-dl\,\vec{e_x}) = vB\int_{fil\ AD} dl = \boxed{vBl}$$

[on ne peut utiliser la loi de Faraday ici car on ne connaît pas le reste du circuit !]

II Comportement mécanique de la partie mobile du haut-parleur



1. $$\boxed{\vec{f_L} = N\int_{une\ spire} i(t)\,\vec{dl}\wedge\vec{B}} = N\int_{une\ spire} i(t)\,dl\,\vec{e_\theta}\wedge B\vec{e_r}$$

↳ circuit orienté selon $+\vec{e_\theta}$

$$= -N\,i(t)\,B\int_{une\ spire} dl\,\vec{e_z}$$

$$= \boxed{-2\pi\rho NB\,i(t)\,\vec{e_z}}$$

[$\vec{B}$ étant perpendiculaire à la spire en chaque point de la spire, on aurait pu utiliser le résultat I.1 avec $l = 2\pi\rho N$
= longueur totale du fil]

2. <u>Syst</u> : $\{M, B\}$ de masse m

<u>forces</u> : $\vec{f_L}$, $\vec{f_f} = -\alpha v \vec{e_z}$ = force exercée par l'air sur membrane

$\vec{f_r} = -kz\vec{e_z}$ = force exercée par le baffle sur le système

le poids et la réaction du support se compensent (car elles sont verticales, donc $\perp$ déplacement)

<u>2e loi de Newton</u> : $m\frac{d\vec{v}}{dt} = -kz\vec{e_z} - \alpha v\vec{e_z} - 2\pi\rho NBi(t)\vec{e_z}$

soit $\boxed{m\ddot{z} + \alpha\dot{z} + kz = -2\pi\rho NBi(t)}$ (E_1)

3. que l'on peut écrire : $\ddot{z} + a\dot{z} + bz = ci(t)$ avec $\boxed{a = \frac{\alpha}{m} ;\ b = \frac{k}{m} ;\ c = -\frac{2\pi\rho NB}{m}}$

III <u>Loi des mailles et comportement électrique</u>

1. La bobine se déplace dans un chp $\vec{B}$ permanent $\rightarrow$ induction de Lorentz

$$\Rightarrow \boxed{e_i(t)} = \int_{bobine} \vec{E}_{m,i}\cdot\vec{dl} = N\int_{une\ spire}(\vec{v}\wedge\vec{B})\cdot\vec{dl} = N\int_{une\ spire}(v\vec{e_z}\wedge B\vec{e_r})\cdot(dl\,\vec{e_\theta})$$

circuit orienté selon $+\vec{e_\theta}$

$$= NvB\int_{une\ spire} dl = \boxed{2\pi\rho NBv(t)}$$

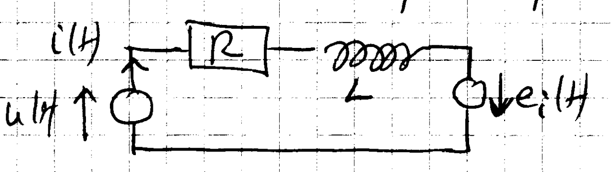
$e_i(t)$ s'exprime bien sous la forme : $e_i(t) = h\dot{z}$ avec $\boxed{h = 2\pi\rho NB}$ $(h>0)$

[on ne peut utiliser la loi de Faraday ici car on ne connaît pas le chp $\vec{B}$ dans le pôle Nord de l'aimant...]

[on aurait pu utiliser le résultat I.3.3 avec $l = 2\pi\rho N$ car la bobine se déplace perpendiculairement au chp $\vec{B}$]

[d'après l'orientation du circuit, $e_i(t) \gtrless 0$ correspond à une fem selon $+\vec{e_\theta}$ / $-\vec{e_\theta}$]

2. Le schéma électrique équivalent est :



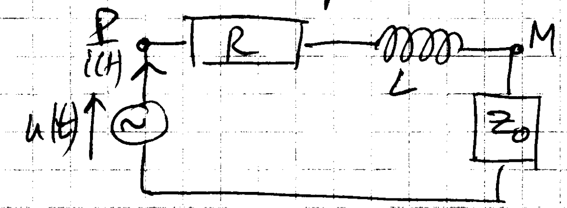
$$\boxed{u(t) = Ri(t) + L\frac{di}{dt} - e_i(t) = Ri(t) + L\frac{di}{dt} - 2\pi\rho NBv(t)}\ (E_2)$$

3. qui se met sous la forme :

$$u(t) = a'\frac{di}{dt} + b'i + c'\frac{dz}{dt} \quad \text{avec} \quad \boxed{\begin{array}{l} a' = L \\ b' = R \\ c' = -2\pi\rho NB \end{array}}$$

IV Tension d'alimentation $u(t)$ alternative sinusoïdale

L'ensemble générateur - haut-parleur peut être représenté par le schéma électrique :



1. $\boxed{\underline{Z}_{PM} = R + jL\omega}$

2. En notation complexe :

(E_1) : $-m\omega^2 \underline{z} + j\alpha\omega \underline{z} + k\underline{z} = -2\pi\ell NB \underline{i}$

(E_2) : $\underline{u} = R\underline{i} + jL\omega \underline{i} - 2\pi\ell NB\, j\omega \underline{z}$

$$\Rightarrow \underline{Z} = \frac{\underline{u}}{\underline{i}} = R + jL\omega - 2\pi\ell NB\, j\omega \frac{\underline{z}}{\underline{i}}$$

avec $\dfrac{\underline{z}}{\underline{i}} = \dfrac{-2\pi\ell NB}{-m\omega^2 + j\alpha\omega + k}$

$$\Rightarrow \underline{Z} = \frac{\underline{u}}{\underline{i}} = R + jL\omega + \frac{(2\pi\ell NB)^2}{(-m\omega^2 + j\alpha\omega + k)/j\omega}$$

$$= \underbrace{R + jL\omega}_{=\underline{Z}_{PM}} + \underbrace{\frac{(2\pi\ell NB)^2}{\alpha + jm\omega - jk/\omega}}_{=\underline{Z}_0} = \underline{Z}_{PM} + \underline{Z}_0$$

impédance purement électrique

impédance caractérisant le couplage électromécanique ($\underline{Z}_0 = 0$ si $B = 0$) appelée impédance motionnelle

donc $\boxed{\underline{Z}_0 = \dfrac{\beta^2}{\alpha - j\gamma}}$ avec $\beta = 2\pi\ell NB$, $\gamma = \dfrac{k}{\omega} - m\omega$

[le mvt de la membrane provoqué par l'alimentation électrique est donc donné par :

$$\underline{z} = \frac{-2\pi\ell NB}{-m\omega^2 + j\alpha\omega + k} \frac{\underline{u}}{\underline{Z}} = \frac{-2\pi\ell NB}{(R + jL\omega)(-m\omega^2 + j\alpha\omega + k) + (2\pi\ell NB)^2 j\omega} \underline{u}$$

$$= \underline{H}(j\omega)\, \underline{u}, \quad \underline{H}(j\omega) = \text{fct de transfert}$$]