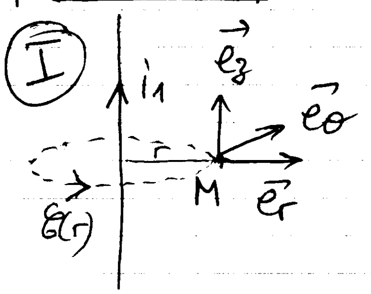
Corrigé concours L2-Deug 2007

Physique I : partie B

Magnétisme

Partie B

I



1°) Symétries de $\vec{B}_1(M)$:

le plan $(M, \vec{e_r}, \vec{e_z})$ = plan de symétrie passant par M

$\to \vec{B}_1(M) = B_1(r,\theta,z)\,\vec{e_\theta}$

distribution de courant invariante par rotation autour (zz') et par translation $/\!/^{t}$ à (zz')

$\to B_1(r,\theta,z) = B_1(r)$

$\to \vec{B}_1(M) = B_1(r)\,\vec{e_\theta}$

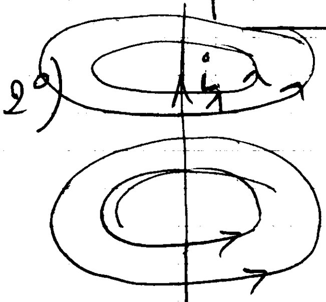
Th d'Ampère sur cercle d'axe (zz') et de rayon r $\mathcal{C}(r)$ orienté

$$\oint \vec{B}_1(M)\cdot\vec{dl} = \int_{\mathcal{C}(r)} B_1(r)\,\vec{e_\theta}\cdot dl\,\vec{e_\theta} = B_1(r)\int_{\mathcal{C}(r)} dl = B_1(r)\,2\pi r$$

$\to B_1(r)\,2\pi r = \mu_0 i_1$

$$\to \boxed{\vec{B}_1(M) = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi r}\,\vec{e_\theta}}$$

2°)

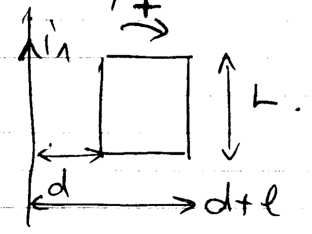


lignes de champ $\vec{B}$ = cercles d'axe zz'

3°) $$\phi_1 = \iint_{cadre} \vec{B_1}(M)\cdot\vec{dS} = \iint_{ABCDA} B_1(r)\,dr\,dz = \frac{\mu_0 i_1 L}{2\pi}\int_d^{d+l}\frac{dr}{r}$$

$$\to \boxed{\phi_1 = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi}L\ln\left(\frac{d+l}{d}\right)}$$

où orientation + t.q. $\vec{B_1}$ et $\vec{dS_1}$ de même sens :



II 1°) Cadre immobile → $d = c^{te}$ → $\phi_1 = c^{te}$

Courant $i_1 = I_1 = c^{te}$ → $\boxed{e_1 = -\frac{d\phi_1}{dt} = 0}$

→ <u>pas d'induction</u>

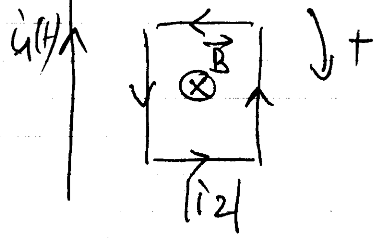
2°) Cadre immobile → $d = c^{te}$

$i_1(t) = at + b$

2.1.1) → $\phi_1(t) = \frac{\mu_0 L}{2\pi} \ln\left(\frac{d+l}{d}\right) i_1(t) \nearrow$

→ $e_2 = -\frac{d\phi_2}{dt} = -\frac{\mu_0 L}{2\pi} \ln\left(\frac{d+l}{d}\right) a < 0$

→ courant induit <u>ds sens opposé</u> au sens + du I.3°).

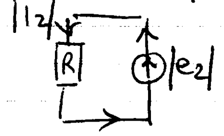


2.1.2) voir 2.1.1)

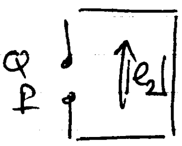
loi de Lenz : l'induction s'oppose à ses causes.

le chp magn induit st ds le sens opposé à $\vec{B_1}$ de façon à ce que son flux s'oppose à l'augmentation de $\phi_1(t)$.

2.1.3) $e_2 = Ri_2$ → $\boxed{i_2 = -\frac{\mu_0 a L}{2\pi R} \ln\left(\frac{d+l}{d}\right)} < 0$



2.2) Lorsque l'interrupteur st ouvert, les électrons vont s'accumuler sur borne P, créant un déficit de charge négative sur borne Q, et ainsi une différence de potentiel :



$|e_2| = V_Q - V_P$

→ $\boxed{V_P - V_Q = -\frac{\mu_0 a L}{2\pi} \ln\left(\frac{d+l}{d}\right) = e_2}$

3°) Cadre immobile → $d = c^{te}$

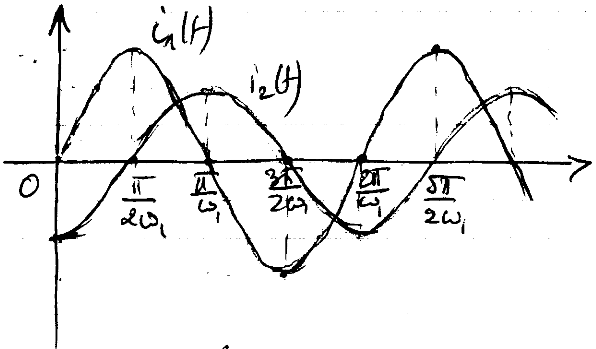
$i_1(t) = I_m \sin(\omega_1 t)$

3.1) $\phi_1(t) = \frac{\mu_0 I_m L}{2\pi} \ln\left(\frac{d+l}{d}\right) \sin(\omega_1 t)$ oscillant

→ $e_2(t) = -\frac{d\phi_1}{dt} = -\frac{\mu_0 I_m \omega_1 L}{2\pi} \ln\left(\frac{d+l}{d}\right) \cos\omega_1 t$

$$\rightarrow \boxed{i_2(t) = \frac{e_2(t)}{R} = -\frac{\mu_0 I_m \omega_1 L}{2\pi R} \ln\left(\frac{d+\ell}{d}\right)\cos(\omega_1 t)}$$ oscillant 6.

3.2



<u>Rq : loi de Lenz</u>

- si $|i_1(t)| \uparrow$, $|\phi_1(t)| \uparrow$ alors $i_2(t)$ opposé à $i_1(t)$ de façon à ce que flux induit s'oppose à l'augmentation de $|\phi_1|$
- inversement, si $|i_1(t)| \downarrow$, $|\phi_1(t)| \downarrow$ et $i_2(t)$ ds m̂ sens que $i_1(t)$.

4°) $i_1 = I_1 = \text{cste} > 0$

cadre en mvt $\rightarrow d(t)$ avec $(AB) // (zz')$

4.1) cadre en rotation uniforme à vit angulaire ω_2 autour zz'

$\rightarrow d = \text{cste} \rightarrow \phi_1 = \text{cste} \rightarrow \boxed{e = 0}$ pas <u>d'induction</u>

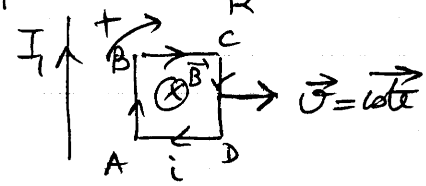
4.2) $d(t) = d_0 + vt$

$$\rightarrow \phi_1(t) = \frac{\mu_0 I_1 L}{2\pi} \ln\left(\frac{d_0+\ell+vt}{d_0+vt}\right) \downarrow$$

$$\rightarrow \boxed{e(t) = -\frac{d\phi_1}{dt}} = -\frac{\mu_0 I_1 L}{2\pi}\left(\frac{v}{d(t)+\ell} - \frac{v}{d(t)}\right)$$

$$= \boxed{\frac{\mu_0 I_1 L \ell}{2\pi} \frac{v}{d(t)(d(t)+\ell)}} > 0$$

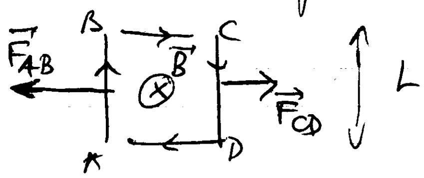
<u>Rq</u>: $i(t) = \frac{e(t)}{R} > 0 \rightarrow$ courant induit ds <u>le sens +</u>



<u>loi de Lenz</u> :

$\vec{B}$ induit est ds le m̂ sens que $\vec{B_1}$ de façon à ce que son flux s'oppose à la diminution de $\phi_1(t)$

ou en calculant force de Laplace : $\vec{F} = \vec{F_{AB}} + \vec{F_{CD}}$



$\|\vec{F_{CD}}\| = iLB(d+\ell) < \|\vec{F_{AB}}\| = iLB(d)$ car $B(r) \downarrow$

$\rightarrow$ force de Laplace $\vec{F}$ tend à ramener le cadre vers le fil ∞

$\rightarrow$ s'oppose à la cause = cadre s'écarte du fil ...