



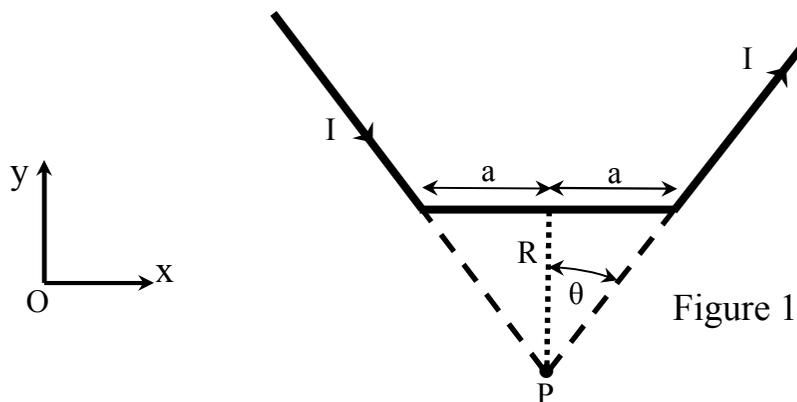
Contrôle n°1 Physique 3: Electricité II (S3, Durée : 1h)

Question de cours:

Dans quels cas la force de Laplace est-elle nulle ?

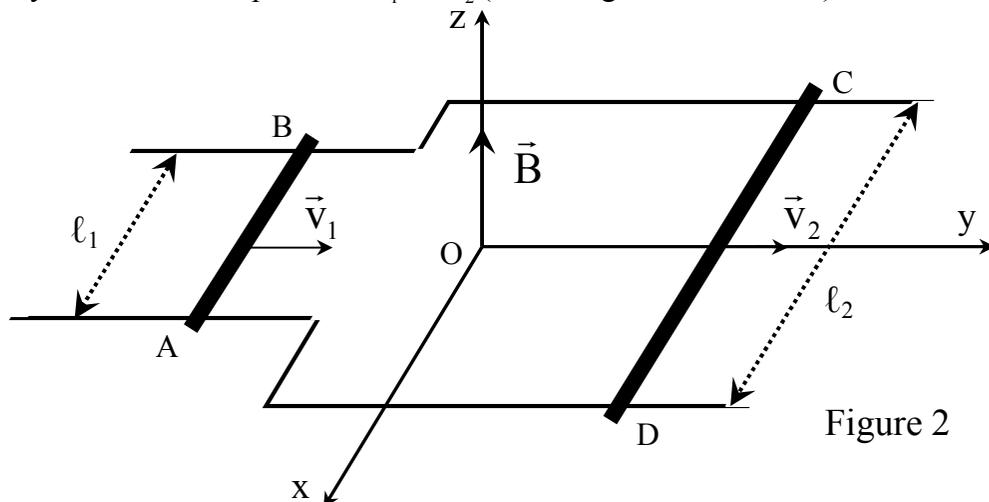
Exercice 1:

Une structure conductrice formée par un segment de fil et de deux fils de longueurs infinies (voir la figure 1 ci-dessous). La structure est placée dans le plan xOy et est parcourue par un courant d'intensité I . Déterminer le champ magnétique créé par le courant I au point P de la figure 1.



Exercice 2 :

On considère le trièdre $Oxyz$. Dans le plan horizontal xOy on a placé deux paires de rails conducteurs, parallèles à l'axe Oy et respectivement distants de ℓ_1 et ℓ_2 . Sur ces rails deux barreaux métalliques parallèles à l'axe Ox peuvent se déplacer sans frottement dans la direction Oy aux vitesses respectives \vec{V}_1 et \vec{V}_2 (voir la figure 2 ci-dessous).



Pour simplifier on supposera que l'ensemble des rails et des barreaux forme un circuit de résistance R constante quel que soit la position des barreaux. Ce circuit est placé dans un champ magnétique \vec{B} , uniforme, vertical et dirigé vers le haut selon la direction Oz .

- 1- Calculer la variation algébrique du flux à travers le circuit pendant un intervalle de temps dt .
- 2- En déduire pendant dt :
 - a- La grandeur et le sens de l'intensité du courant induit qui circule dans le circuit.
 - b- La grandeur et le sens des forces magnétique qui s'exercent sur les barreaux.

Application numérique :

$$V_1 = 1.5\text{m/s} ; V_2 = 0.02\text{m/s} ; B = 2 \text{ T} ; R = 0.01\Omega ; \ell_1 = 0.03\text{m} ; \ell_2 = 0.1\text{m} ; dt = 0.1\text{s}.$$

- 3- Quelle doit être la relation entre ℓ_1 , V_1 , ℓ_2 et V_2 pour que la surface ABCD soit constante ?
- 4- Les barreaux AB et CD sont laissés maintenant en position fixe par rapport aux rails; le circuit indéformable, formé par les deux barreaux et les quatre rails, est déplacé dans son plan horizontal, en restant toujours à l'intérieur de la zone où règne le champ magnétique uniforme \vec{B} . Y a-t-il apparition de courant induit dans le circuit, et, si oui, dans quel sens ?

correction du

contrôle n°1

Physique 3. Elect II

20/10/2011

625 nov 2010

Question de cours :

Dans quels cas la force de Laplace est-elle nulle ?

* une particule de charge q qui traverse avec une vitesse v , un domaine où règne un champ mag \vec{B} est soumise à la force de Laplace :

$$\vec{F} = q \vec{v} \wedge \vec{B}$$

$\vec{F}_B = \vec{0}$ si $q=0$, si $\vec{v} = \vec{0}$, si $\vec{B} = \vec{0}$ ou $\vec{B} \parallel \vec{v}$

* La force subit par un élément de courant $I d\vec{\ell}$ placé dans un champ mag \vec{B} est :

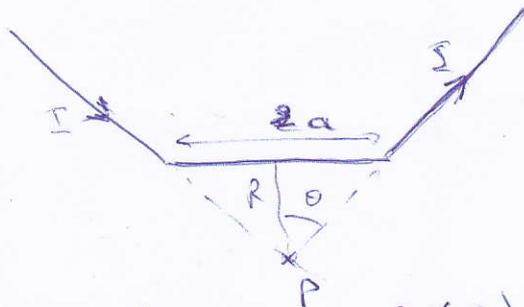
$$d\vec{F} = I d\vec{\ell} \wedge \vec{B}$$



cette force est nulle si le courant I est nul, si le champ mag \vec{B} est nul, si $d\vec{\ell} \parallel \vec{B}$ (qu'ils soient de même sens ou de sens contraire)

EX 1

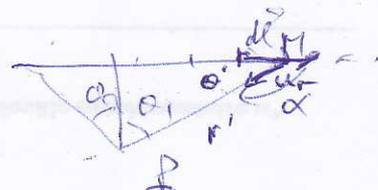
champ mag $\vec{B}(P)$?

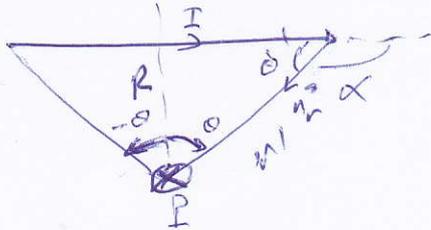


* Pour les deux fils $\vec{B}_1(P) = \vec{B}_2(P) = 0$

$$\vec{B}_1(P) = \vec{B}_2(P) = 0$$

* Avec le segment de fil un élément $d\vec{\ell}$ au point M est soumise à un champ mag $d\vec{B}$:





$$\vec{dB} = \frac{\mu_0 I dl \vec{r} \times \vec{r}}{4\pi r^2}$$

(la loi de Biot et Savart)

$\vec{dB} \perp$ au plan de la figure et est dirigé vers l'extérieur $\otimes \Rightarrow \vec{B}_{tot}$ a le même sens et même direction que \vec{dB} .

Module de \vec{B} $\vec{B} = \int \vec{dB}$ et $B = \int |dB|$
 car $\vec{B} \parallel$ and \vec{dB}

$$dB = \frac{\mu_0 I dl}{4\pi} \frac{r' \alpha}{r^2}$$

$$= \frac{\mu_0 I dl}{4\pi} \frac{\cos \theta}{r^2}$$

$$r' \alpha = r' (\pi - \theta')$$

$$= r' (\pi - (\frac{\pi}{2} - \theta))$$

$$= r' (\frac{\pi}{2} + \theta)$$

$$= \cos \theta$$

$$\text{or } \tan \theta = \frac{a}{R} \Rightarrow da = dl = \frac{R d\theta}{\cos^2 \theta}$$

$$\text{et } \cos \theta = \frac{R}{r}$$

$$\Rightarrow dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \left(\frac{R d\theta}{\cos^2 \theta} \right) \cos \theta \cdot \frac{\cos \theta}{R^2}$$

$$= \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \cos \theta \cdot d\theta$$

$$B = \int d\theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi R} \left[\sin \theta \right]_{-\theta}^{\theta}$$

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \sin \theta$$

c'est le dip tot crée par la structure de la figure 1, au pt P.

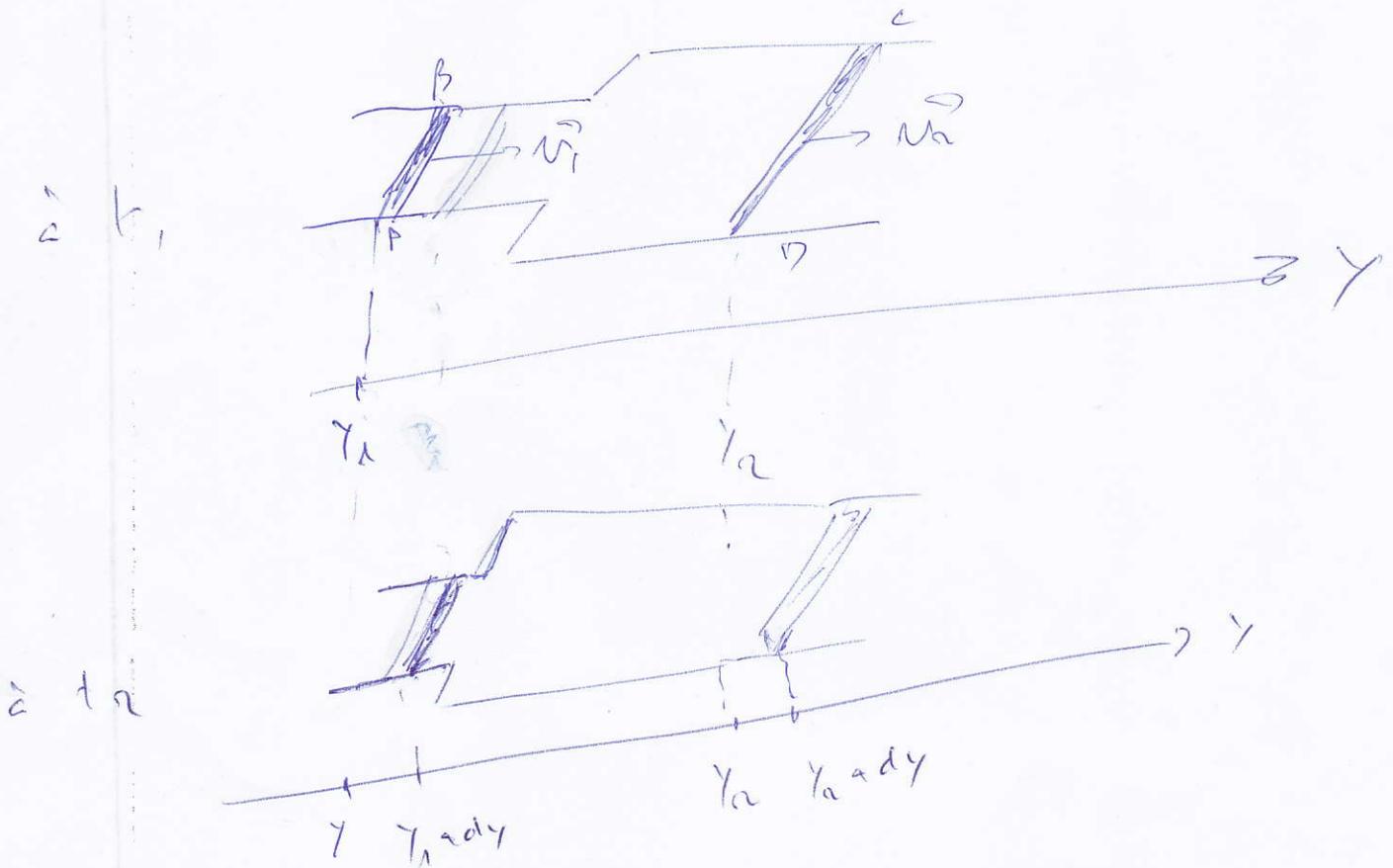
EX 2

à l'instant t_1 $\phi_1 = \int \vec{B} d\vec{S}_1 + \int \vec{B} d\vec{S}_2 = \phi'_1 = \phi''_1$

$\phi_1 = B l_1 y_1 + B l_2 y_2$

à l'instant t_2 $\phi_2 = \int \vec{B} d\vec{S}'_1 + \int \vec{B} d\vec{S}''_2 = \phi'_2 + \phi''_2$

$\phi_2 = B l_1 (y_1 + dy_1) + B l_2 (y_2 + dy_2)$



pendant le temps $dt = t_2 - t_1$

$d\phi_m = \phi_2 - \phi_1 = B l_1 dy_1 + B l_2 dy_2$

$\Rightarrow \frac{d\phi_m}{dt} = B l_1 \frac{dy_1}{dt} + B l_2 \frac{dy_2}{dt}$

$\frac{d\phi_m}{dt} = B l_1 v_1 + B l_2 v_2$

pendant dt la variation $d\phi_m$ est égale à $B l_1 v_1 + B l_2 v_2$

$v_1 = 1,5 \text{ m/s}$, $v_2 = 0,5 \text{ m/s}$, $dt = 0,1 \text{ s}$, $B = 2 \text{ T}$, $l_1 = 0,03 \text{ m}$, $l_2 = 0,04 \text{ m}$
 $\Rightarrow d\phi_m = 9,4 \cdot 10^{-3} \text{ wb}$ (3)

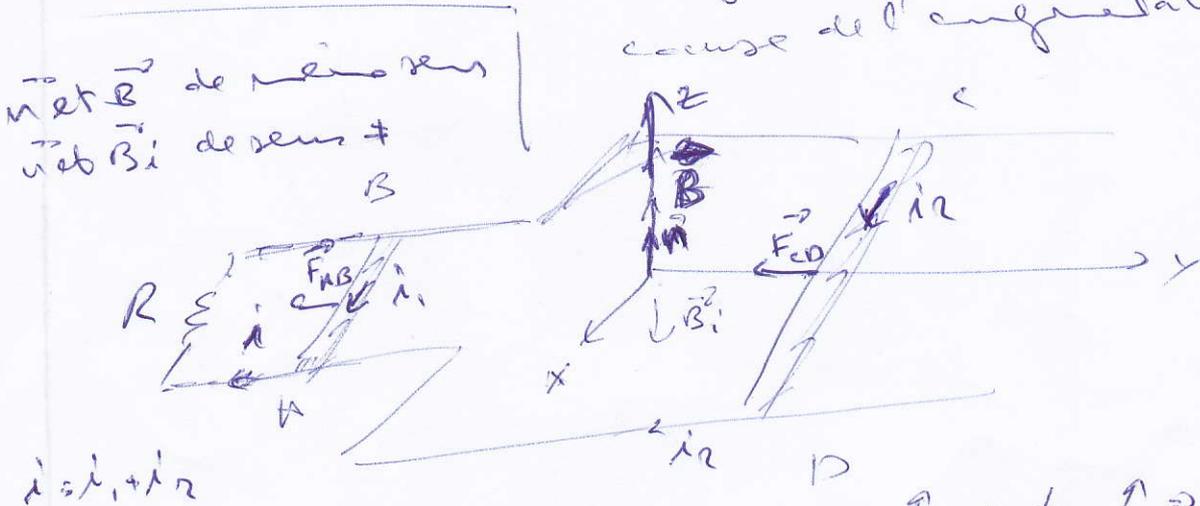
2) a) la f.o.m $\mathcal{E} = - \frac{d\Phi_m}{dt}$

$= - (Bl_1 v_1 + Bl_2 v_2)$

* caractéristiques du courant induit i .

intensité de i : $i = \frac{\mathcal{E}}{R} = \frac{Bl_1 v_1 + Bl_2 v_2}{R} = 0,94 \text{ A}$

Sens de i : le sens de i est tel que par son effet, il s'oppose à la cause de sa création c'est-à-dire l'augmentation du flux (à cause de l'augmentation de S)



\vec{v} et \vec{B} de même sens
 \vec{v} et \vec{B} de sens +

\vec{v} et \vec{B} de même sens, $S \uparrow \Rightarrow \Phi_m \uparrow \Rightarrow d\Phi_m > 0$
 donc i va créer un dip mag B_i dans le flux à travers le circuit soit négatif dans le sens de i (voir la figure)

b) D'après la loi de Lenz, les forces de Laplace dues aux courants induits i_1 et i_2 s'opposent au mouvement des barreaux, elles sont dirigées en sens opposé à \vec{v}_1 et \vec{v}_2 respectivement.

* Barreaux AB:
 $d\vec{F}_{AB} = i_1 dl \wedge \vec{B} = i_1 dl \wedge B \vec{e}_z$
 $\vec{F}_{AB} = -i_1 l B \vec{e}_x$
 $F_{AB} = i_1 l B = \left(\frac{Bl_1 v_1}{R}\right) l_1 B$

$F_{AB} = \frac{B^2 l_1^2 v_1}{R} = \dots (4)$

* Barreau CD

$$d\vec{E}_{CD} = l_2 d\vec{l}_2 \vec{AB}$$

$$\Rightarrow \vec{F}_{CD} = -i_2 l_2 B \vec{j}$$

$$F_{CD} = \frac{B l_2 v_2}{R}$$

$$F_{CD} = \frac{B^2 l_2^2 v_2}{R} = \dots$$

3) surface ABCD soit cte $\Rightarrow \frac{d\phi}{dt} = 0$

$$\Rightarrow \boxed{B l_1 v_1 + B l_2 v_2 = 0}$$

$$l_1 v_1 + l_2 v_2 = 0$$

4) Par hypothèse :

- le circuit reste indéformable
- le circuit se déplace dans son plan horizontal en restant tj perpendicular à \vec{B} .
- \vec{B} reste tj uniforme.

\Rightarrow le flux mag à travers le circuit reste cte $\Rightarrow \frac{d\phi_{\text{mag}}}{dt} = 0 \Rightarrow$ la f.e.m

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = 0$$

or $i = \frac{e}{R}$ donc $i = 0$ le courant induit est nul.