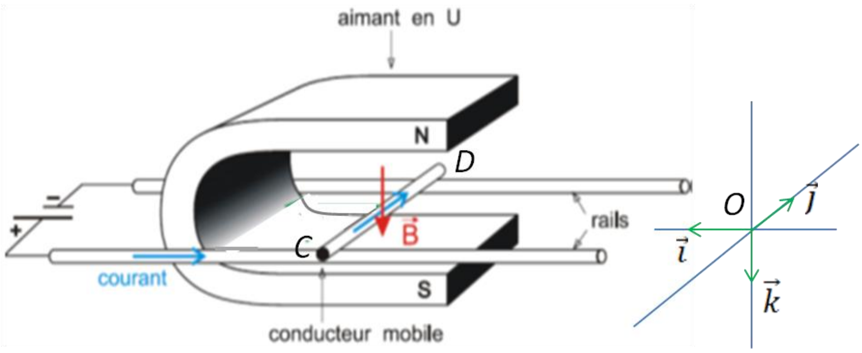
# Force contre-électro-motrice

Un conducteur rectiligne de longueur $L = C\,D$ est placé sur un rail mis sous tension par un générateur et sur lequel il peut se déplacer librement. Le conducteur se trouve situé entre les deux pôles d'un aimant en fer à cheval, dans une région où règne un champ magnétique constant $\vec{B}$ vertical dirigé vers le bas.




On ferme le circuit à l'instant $t = 0$ et un courant $I$ parcourt ce dernier. Pour étudier le mouvement du conducteur, on définit un repère orthonormé direct $(O, \vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k})$

a) Exprimer, dans la base du repère, la force de Laplace agissant sur le conducteur. Donner une expression littérale faisant intervenir $B, L$et $I$ puis faire une application numérique. Représenter en vue de dessus le rail, le conducteur, la force et le vecteur vitesse du conducteur.

<u>Données</u> : Intensité du champ magnétique : $B = 0{,}1\ T$ , Longueur du conducteur mobile : $L = 10\ \ cm$, Intensité du courant : $I = 1\ A$

On se place à un instant où le conducteur est animé d'un mouvement de translation de vecteur vitesse $\vec{v} = v\,\vec{\imath},$. En considérant un électron de conduction du conducteur, le vecteur vitesse $\vec{v}_e$ de cet électron dans le référentiel d'étude se décompose sous la forme :

$$\vec{v}_e = \vec{v} + \vec{v}'$$

où $\vec{v}' = -v'\,\vec{\jmath}$ est le vecteur vitesse de l'électron dans un référentiel lié au conducteur mobile, associé au passage du courant.

b) Exprimer, dans la base du repère, la force de Lorentz $\vec{F}_{Lor} = -e\,\vec{v}_e \wedge \vec{B}$ s'appliquant sur l'électron de charge $-\,e$. Identifier la composante à l'origine de la force de Laplace et une autre composante qui s'oppose au déplacement de l'électron dans le sens du conducteur, donc au passage du courant.

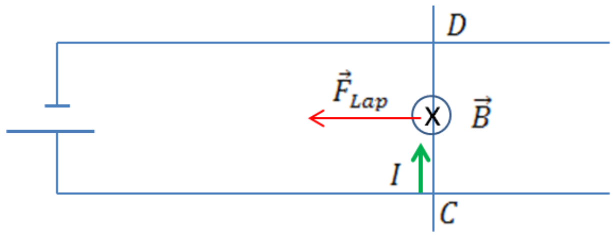
c) Exprimer, dans la base du repère, le champ $\overrightarrow{E'}_m = \vec{v}_e \wedge \vec{B}$ associé à la force $\vec{F}_{Lor}$ précédente.

d) En déduire l'expression de la force contre-électromotrice $e'$ définie par $e' = \int_D^C \overrightarrow{E'}_m \cdot \overrightarrow{dl} = \overrightarrow{E'}_m \cdot \overrightarrow{DC}$ en fonction de $v, B, L$, l'intégrale étant considérée sur une ligne de courant joignant $D$ à $C$ et le long de laquelle $\overrightarrow{E'}_m$ a la valeur constante trouvée précédemment.

**<u>Correction</u>**

a)

$$\vec{F}_{Lap} = I\,\overrightarrow{CD} \wedge \vec{B} = I\,L\,B\,\vec{\imath}$$




Application numérique :

$$\left\|\vec{F}_{Lap}\right\| = 1 \times 0{,}1 \times 0{,}1 = 0{,}01\ N$$

b)

$$\vec{F}_{Lor} = -e\,\vec{v}_e \wedge \vec{B} = \vec{F}_{Lor} = -e\,(\vec{v} + \vec{v}') \wedge \vec{B} = -e\,\vec{v} \wedge \vec{B} - e\,\vec{v}' \wedge \vec{B} =$$

$$-e\,v\,B\,\vec{\imath} \wedge \vec{k} + e\,v'B\,\vec{\jmath} \wedge \vec{k} = e\,v\,B\,\vec{\jmath} + e\,v'B\,\vec{\imath}$$

Posons :

$$\vec{F}_1 = e\,v\,B\,\vec{\jmath}$$

$$\vec{F}_2 = e\,v'B\,\vec{\imath}$$

$\vec{F}_2$ est la force à l'origine de la force de Laplace, $\vec{F}_1$ est une force contre-électromotrice s'opposant au passage du courant.

c)

$$\vec{E}'_m = \vec{v}_e \wedge \vec{B} = -v\, B\, \vec{j} - v' B\, \vec{\imath}$$

e)

$$e' = \vec{E}'_m \cdot \overrightarrow{DC} = (-v\, B\, \vec{j} - v' B\, \vec{\imath}) \cdot (-L\, \vec{j}) = v\, B\, L$$