OS PAM Physique et application des mathématiques	
Thème : Physique	Session : Eté 2015

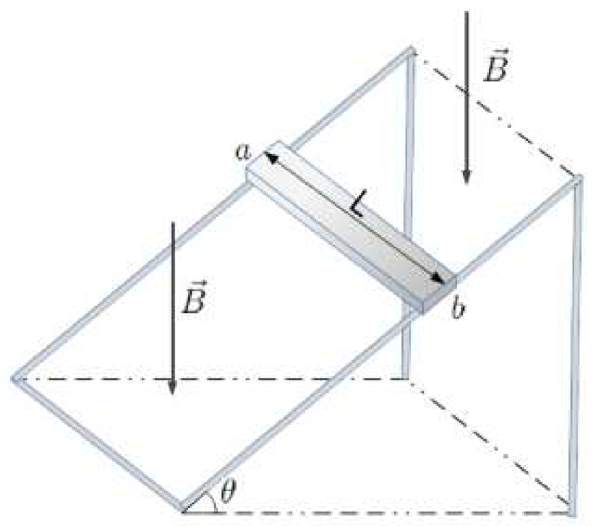
ÉNONCÉ

Problème 1 (10 pts)

Une barre métallique de longueur L, de masse m et de résistance R est placée sur un plan incliné métallique. L'angle d'inclinaison est θ et les rails ont une résistance négligeable.

Ce plan incliné baigne dans un champ magnétique $\vec{B}$ dirigé verticalement vers le bas.

Au départ, la barre est au repos. On la lâche et elle glisse sans frottement le long des rails.



a) Le courant induit dans la barre va-t-il de a à b ou de b à a ? Justifiez votre réponse par un argument physique.

CORRIGÉ

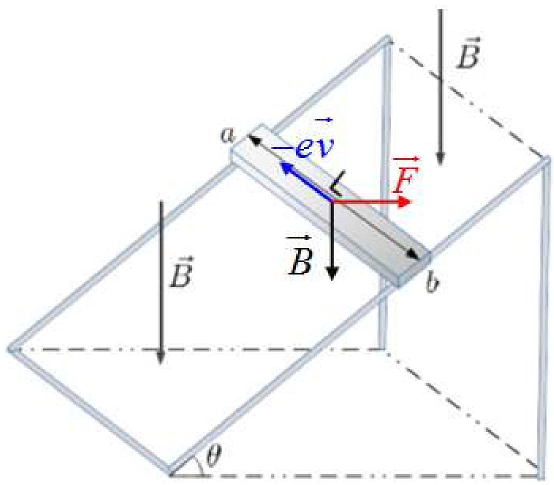
En appliquant la règle de la main droite on a un courant qui va de **a** vers **b** (pouce qui indique le sens du champ magnétique et les doigts qui s'enroulent donnent le sens du courant).

Autre raisonnement :

Les électrons libres présents dans le conducteur sont soumis à la force de Lorentz :

$$\vec{F} = -e\vec{v} \wedge \vec{B}$$

Cette force va mettre en mouvement les électrons créant ainsi un courant induit de sens opposé au mouvement des électrons. D'après la loi de modération de Lenz, la force de Laplace va être orientée en sens opposé au mouvement qui la crée. D'après la définition du produit vectoriel et la connaissance de l'orientation de $\vec{F}$ et $\vec{B}$, on en déduit que $-e\vec{v}$ est orientée de b vers a. Le courant induit i (de sens opposé au déplacement des électrons) parcourt donc le conducteur également de **a** vers **b**.



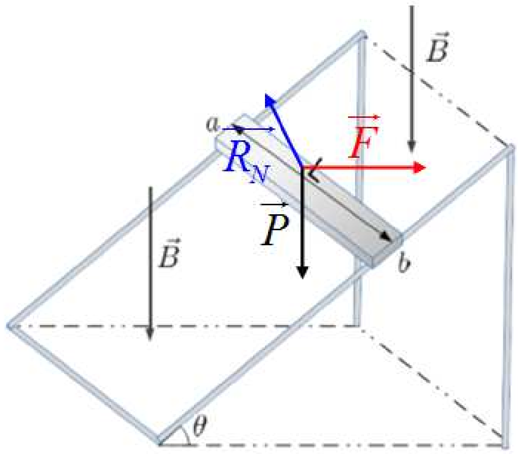
ÉNONCÉ

b) Vérifier que l'intensité de la vitesse limite de la barre vaut : $$v_{\text{limite}} = -\frac{R \cdot m \cdot g}{B^2 \cdot L^2}\tan(\theta)$$

SEFRI ©

CORRIGÉ

La barre est soumise à son poids, à la force de Laplace et à la réaction de la barre sur les rails. Représentons les forces agissant sur la barre :



Calcul du flux magnétique

$$d\phi = \vec{B}.d\vec{S} = BdS\cos\theta = BLdl\cos(\theta)$$

Calcul de la fem

$$e = -\frac{d\phi}{dt} = -BL\frac{dl}{dt}\cos(\theta)$$

$$e = -BLv\cos(\theta)$$

D'où

$$i = \frac{e}{R} = -\frac{BLv\cos(\theta)}{R}$$

Appliquons la première loi de Newton,

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

$$\vec{F}_L + \vec{P} = \vec{0}$$

$$\begin{pmatrix} -F_L \\ 0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} mg\sin(\theta) \\ -mg\cos(\theta) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$F_L = mg\sin(\theta)$$

$$iBL = mg\sin(\theta)$$

$$\left(-\frac{BLv_L\cos(\theta)}{R}\right)BL = mg\sin(\theta)$$

$$-\frac{BLv_L}{R}BL = mg\frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta)}$$

$$v_L = -\frac{Rmg}{B^2L^2}\tan(\theta)$$

ÉNONCÉ

c) Quelle est l'expression de l'intensité du courant traversant la barre une fois sa vitesse limite atteinte ?

CORRIGÉ

D'après la loi de Lenz, nous avons établi précédemment que : $i = -\frac{BLv}{R}\cos\theta$

Donc lorsque la barre atteint sa vitesse limite :

$$i = \left(-\frac{BL\cos\theta}{R}\right)\cdot\left(-\frac{Rmg\tan(\theta)}{B^2L^2}\right)$$

$$i = \frac{mg}{BL}\cdot\sin(\theta)$$