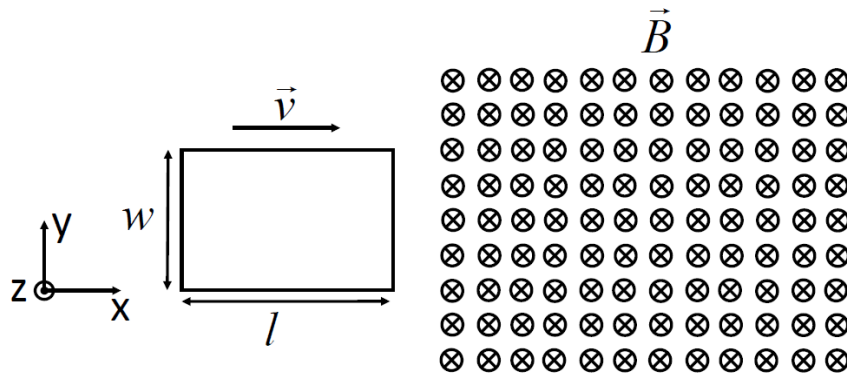


**Exercice 10.1**

Considérons une bobine de résistance  $R$ , constituée de  $N$  spires rectangulaires de longueur  $l$  et de largeur  $w$ . La bobine se déplace avec une vitesse constante  $\vec{v} = u\vec{e}_x$  et entre dans une zone soumise à un champ magnétique uniforme et indépendant du temps  $\vec{B} = -B_0\vec{e}_z$ .

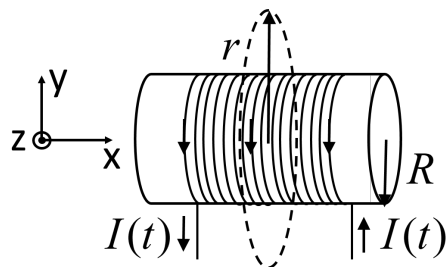
Calculez l'amplitude et la direction du courant induit  $I(t)$  et l'amplitude et la direction de la force de Laplace  $\vec{F}(t)$  (résultant *macroscopique* des forces de Lorentz *microscopiques*) agissant sur la bobine quand:

- la bobine entre dans la zone soumise au champ  $\vec{B}$  mais n'est pas encore entièrement dedans,
- la bobine est entièrement dans cette zone,
- la bobine commence à sortir de cette zone.

**Exercice 10.2**

Un courant alternatif  $I(t) = I_{max} \cos \omega t$  circule dans une très long solénoïde de rayon  $R$  composée de  $n$  spires par unité de longueur. En supposant que nous sommes en conditions quasi-statiques, déterminez le champ électrique  $\vec{E}(t)$  induit à une distance:

- $r < R$  de l'axe du solénoïde.
- $r > R$  de l'axe du solénoïde.



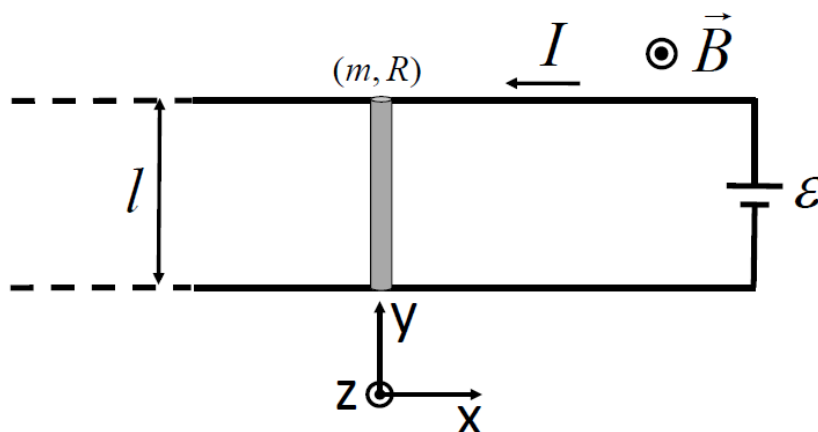
### Exercice 10.3

Une barre conductrice de masse  $m$ , de longueur  $l$ , et de résistance  $R$  peut glisser sans friction sur deux rails conducteurs parallèles fixes.

Une batterie produit une force électromotrice constante  $\mathcal{E}$  entre les rails. Un champ magnétique  $\vec{B} = B\vec{e}_z$  uniforme et indépendant du temps est appliqué perpendiculairement au plan défini par les rails (voir figure).

Initialement, la barre est au repos (i.e.,  $\vec{v}(t = 0) = 0$ ). On négligera la self-inductance du circuit et la résistance des rails et des fils de connexion à la batterie. Montrez qu'à l'instant  $t$ , sa vitesse est:

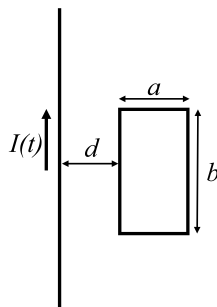
$$\vec{v}(t) = -\frac{\mathcal{E}}{Bl}(1 - e^{-B^2 l^2 t/mR})\vec{e}_x \quad (1)$$



### Exercice 10.4

Un fil infini est parcouru par un courant dépendant du temps  $I(t) = I_0 \exp(-t/\tau)$  avec  $I_0$  le courant initial (en A) et  $\tau$  la constante de temps (en s) de la décroissance exponentielle. Une boucle rectangulaire conductrice avec côtés  $a$  et  $b$  est située à une distance  $d$  dans le même plan que le fil. La boucle rectangulaire a une résistance  $R$  et une inductance négligeable. Déterminer:

- La force électromotrice induite dans la boucle rectangulaire (en fonction de  $a$ ,  $b$ ,  $d$ ,  $\tau$ ,  $I_0$ ,  $t$ ).
- L'énergie dissipée  $E_J$  par effet Joule dans la résistance  $R$  dans l'intervalle de temps de zéro à l'infini (en fonction de  $a$ ,  $b$ ,  $d$ ,  $\tau$ ,  $I_0$ ,  $R$ ).



### Exercice 10.5

Une barre conductrice de masse  $m$  glisse à vitesse  $v$  constante et sans frottement sur une paire de rails conducteurs séparés par une distance  $L$ . La barre et les rails sont situés sur un plan incliné formant un angle  $\theta$  avec le sol. Les deux rails sont uniquement connectés en haut avec une résistance  $R$ . La résistance des rails et de la barre sont négligeables. Le système est dans un champ magnétique uniforme  $\mathbf{B} = -B\hat{\mathbf{z}}$  (i.e., dirigé vers le bas, perpendiculairement au sol). La force de gravité agit sur la barre dans la même direction que le champ magnétique. Déterminez:

- La vitesse  $v$  de la barre le long des rails.
- L'énergie  $E_J$  dissipée par effet Joule dans la résistance  $R$  pendant le temps que met la barre à descendre d'une hauteur  $H$ .

