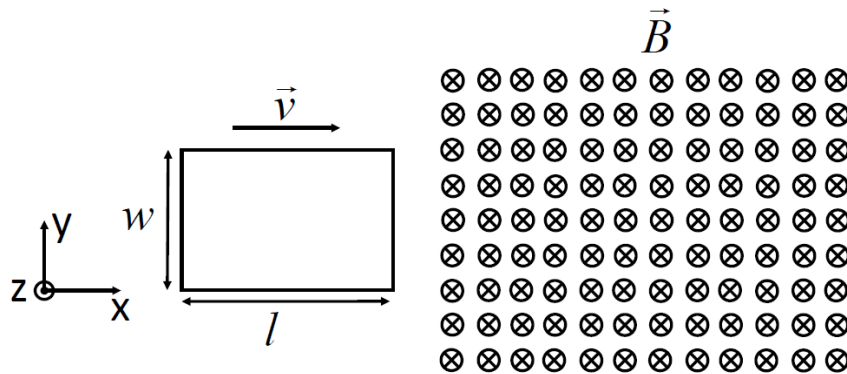


Exercice 10.1

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 $\vec{u} = u\vec{e}_x$ et entre dans une zone soumise à un champ magnétique uniforme et indépendant du temps $\vec{B} = -B_0\vec{e}_z$.

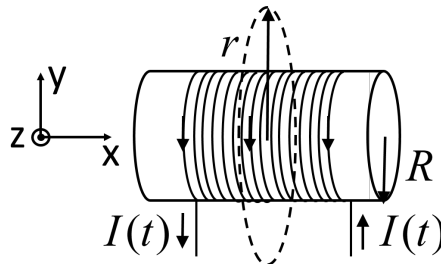
Calculez l'amplitude et la direction du courant induit $I(t)$ et l'amplitude et la direction de la force de Laplace $\vec{F}(t)$ (résultant *macroscopique* des forces de Lorentz *microscopiques*) agissant sur la bobine quand:

- 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.



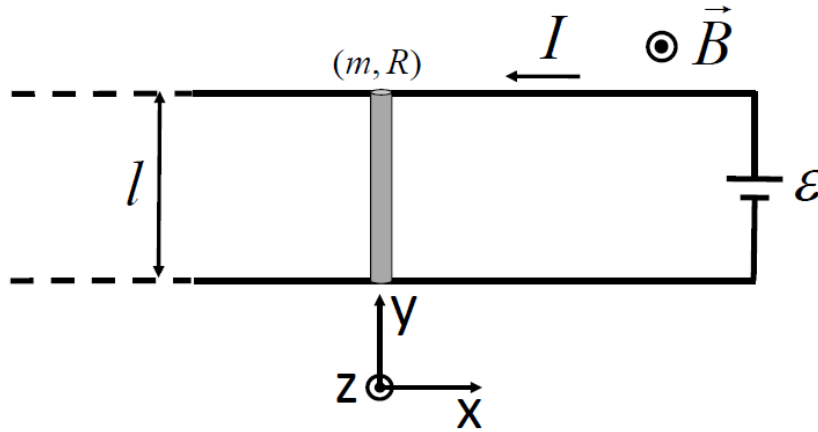
Exercice 10.3

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:

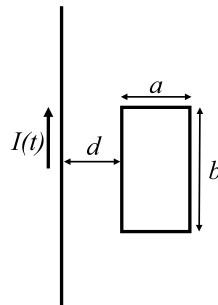
$$\vec{v}(t) = -\frac{\mathcal{E}}{Bl}(1 - e^{-B^2 l^2 t / mR})\vec{e}_x \quad (1)$$



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 τ 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 , τ , 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 , τ , 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 θ 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:

- (a) La vitesse v de la barre le long des rails.
- (b) 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 .

