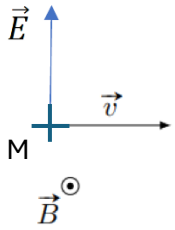
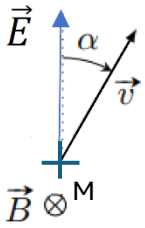
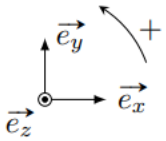
Exercice 1 : Force de Lorentz (/ 4 pts)

On considère les 2 cas suivants où une particule de charge q positive est placée en M. Cette particule se déplace à une vitesse $\vec{v}$ dans un champ électrique $\vec{E}$ et un champ magnétique $\vec{B}$.







1. Rappeler la formule de la force de Lorentz. (1pt)

$$\vec{F}_{Lorentz} = q\vec{E} + q\vec{v} \wedge \vec{B}$$

2. On considère la situation sur la figure de gauche. En utilisant le système de coordonnées fourni (à droite), exprimer le vecteur $\overrightarrow{F_{Lorentz}}$, qui traduit la force de Lorentz subie par la particule. (1,5pts)

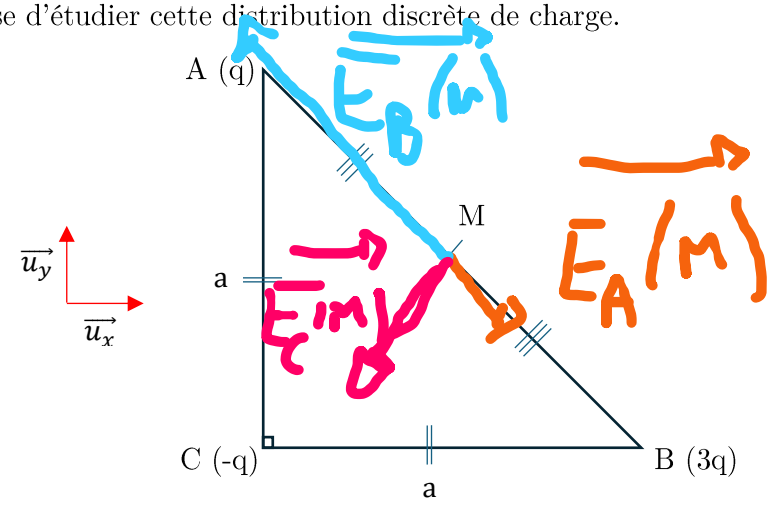
$$\vec{F}_{Lorentz} = q\begin{pmatrix}0\\E\\0\end{pmatrix} + q\begin{pmatrix}v\\0\\0\end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix}0\\0\\B\end{pmatrix} = q\begin{pmatrix}0\\E-vB\\0\end{pmatrix}$$

3. On considère la situation sur la figure du milieu. En utilisant le système de coordonnées fourni (à droite), exprimer le vecteur $\overrightarrow{F_{Lorentz}}$, qui traduit la force de Lorentz subie par la particule. (1,5pts)

$$\vec{F}_{Lorentz} = q\begin{pmatrix}0\\E\\0\end{pmatrix} + q\begin{pmatrix}v.sin(\alpha)\\v.cos(\alpha)\\0\end{pmatrix} \wedge \begin{pmatrix}0\\0\\-B\end{pmatrix} = q\begin{pmatrix}-B.v.cos(\alpha)\\E+v.sin(\alpha)B\\0\end{pmatrix}$$

Exercice 2 : Distribution de charge discrète (/ 8 pts)

Trois charges ponctuelles sont disposées aux sommets d'un triangle rectangle isocèle de petit côté a. La charge en A vaut +q, la charge en B vaut +3q et la charge en C vaut -q. Le point M est le milieu de [AB]. On se propose d'étudier cette distribution discrète de charge.



1. Schématiser ci-dessus les vecteurs champs électrostatiques $\overrightarrow{E_A(M)}$, $\overrightarrow{E_B(M)}$ et $\overrightarrow{E_C(M)}$ créés par les charges disposées en A, B et C au point M. (1pt) (-0,5pt par erreur)
2. Donner les expressions des champs électrostatiques $\overrightarrow{E_A(M)}$, $\overrightarrow{E_B(M)}$ et $\overrightarrow{E_C(M)}$ créés par les charges disposées en A, B et C au point M en fonction de la distance a, de la constante k et de la charge unitaire q. (3pts)

$$\overrightarrow{E_A(M)} = \frac{2kq}{a^2}\begin{pmatrix} 1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{2} \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{E_B(M)} = \frac{6kq}{a^2}\begin{pmatrix} -1/\sqrt{2} \\ 1/\sqrt{2} \end{pmatrix}$$

$$\overrightarrow{E_C(M)} = \frac{2kq}{a^2}\begin{pmatrix} -1/\sqrt{2} \\ -1/\sqrt{2} \end{pmatrix}$$

3. Donner l'expression du champ électrostatique total $\overrightarrow{E(M)}$ en fonction de la distance a, de la constante k et de la charge unitaire q. (2pts)

$$\overrightarrow{E(M)} = \frac{2kq}{a^2}\left(\begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} + 3\begin{pmatrix} -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ -\frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}\right) = \frac{2kq}{a^2}\begin{pmatrix} -\frac{3}{\sqrt{2}} \\ +\frac{1}{\sqrt{2}} \end{pmatrix}$$

4. Donner l'expression de la norme du champ électrostatique total $\left\|\overrightarrow{E(M)}\right\|$ en fonction de la distance a, de la constante k et de la charge unitaire q. (1pt)

$$\left\|\overrightarrow{E(M)}\right\| = = \frac{2kq}{a^2}\sqrt{\left(-\frac{3}{\sqrt{2}}\right)^2 + \left(\frac{1}{\sqrt{2}}\right)^2} = \frac{2kq}{a^2}\sqrt{5}$$

On ajoute une nouvelle charge Q au point D, symétrique de C par rapport à au segment [AB].

5. Quelle doit être la charge Q afin que le potentiel électrostatique total V(M) soit nul au point M ? (1pt)

On cherche Q telle que V(M) = 0

Commençons par écrire l'expression de V(M) :

$$V(M) = \frac{kq}{a\sqrt{2}} + 3\frac{kq}{a\sqrt{2}} - \frac{kq}{a\sqrt{2}} + V_D(M) = 0$$

$$-\left(\frac{kq}{a\sqrt{2}} + 3\frac{kq}{a\sqrt{2}} - \frac{kq}{a\sqrt{2}}\right) = V_D(M)$$

$$-\left(3\frac{kq}{a\sqrt{2}}\right) = \frac{kQ}{a\sqrt{2}}$$

$$Q = -3q$$