

Chapitre 15 : Mouvements de particules chargées

Tout un champ de recherche est appelé Physique des particules. Les scientifiques évoluant dans ce domaine ont pour objectif d'approfondir leurs connaissances des propriétés des particules afin de comprendre la matière d'une manière toujours plus complète.

L'étude des particules dans des conditions de hautes énergies nécessite la réalisation de dispositifs appelés accélérateurs de particules. C'est le fonctionnement de ces dispositifs que nous allons chercher à étudier dans ce chapitre en utilisant notamment les interactions entre le champ électromagnétique et les particules.

QUESTION

I - Champ électromagnétique

A Charges et courant électrique

RAPPELS

Charge électrique : Analogue de la masse pour l'interaction électrostatique. Elle peut être positive ou négative.

Courant électrique : Mouvement d'ensemble de charges électriques.

B Champ électrique

① Cas particulier : deux charges ponctuelles

RAPPEL - FORCE DE COULOMB ENTRE DEUX CHARGES

Soient q_1 et q_2 deux charges électriques supposées ponctuelles et immobiles, supposées distantes de d . La loi de Coulomb donne l'expression de la force exercée par la charge q_2 sur la charge q_1 :

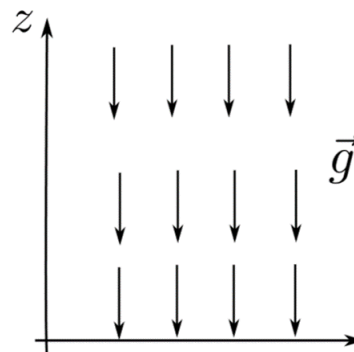
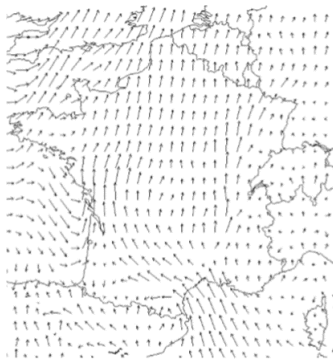
Remarque :

2 Champ électrique

DÉFINITION

Champ de vecteurs :

Remarques :



Exemples de champs de vecteurs. À gauche, une carte du champ du vecteur vitesse du vent en France. À droite, une carte du champ du vecteur pesanteur.

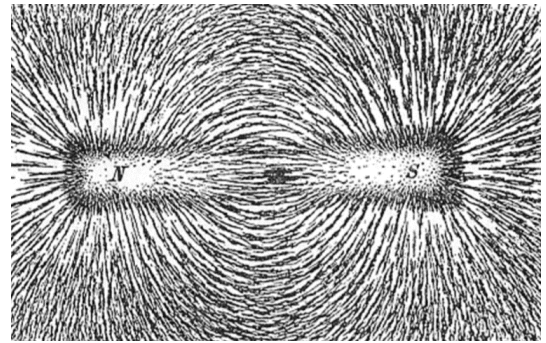
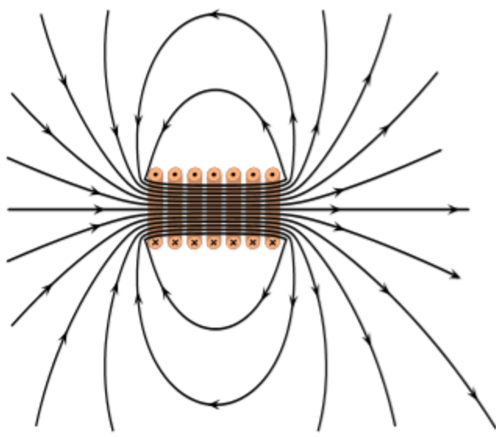
DÉFINITION

Champ électrique :

C Champ magnétique

DÉFINITION

Champ magnétique :



Sources de champ magnétique. À gauche, le champ magnétique créé par une bobine, appelée aussi solénoïde. À droite, les lignes du champ magnétique créé par un aimant.

D Force de Lorentz

1 Expression de la force

FORCE DE LORENTZ

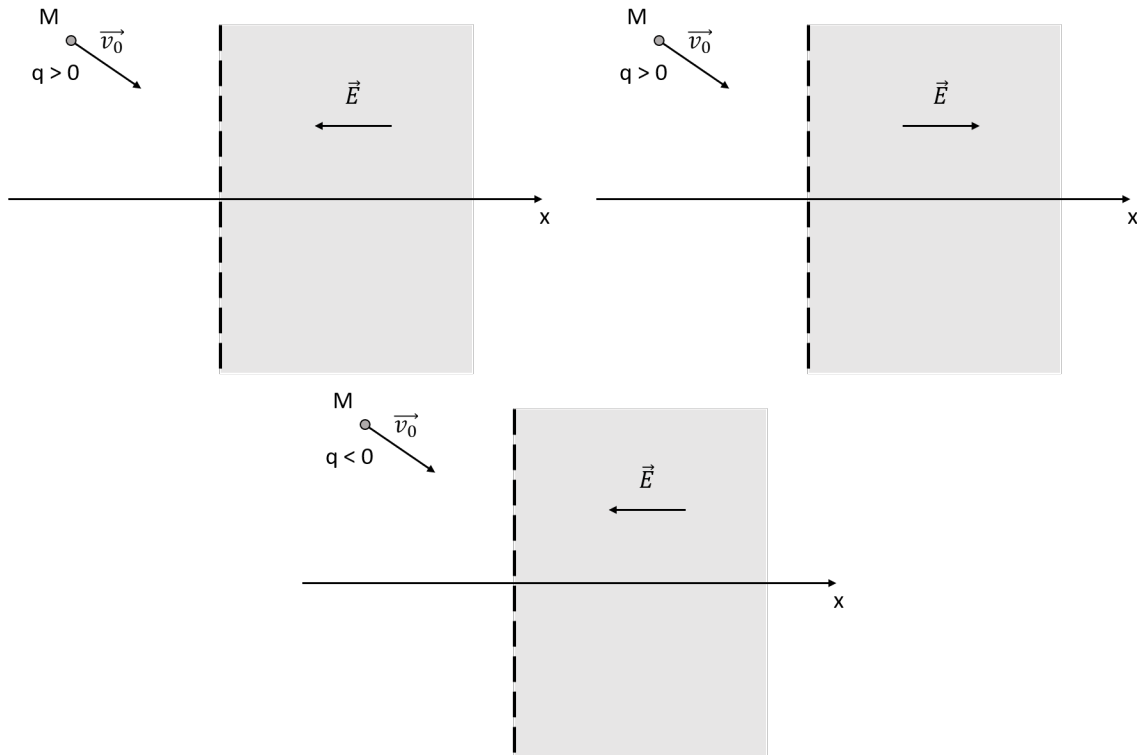
Cette force domine à l'échelle des particules. Comparons-la au poids :

PRÉDOMINANCE DE LA FORCE DE LORENTZ

E Puissance de la force de Lorentz**PUISSANCE DE LA FORCE DE LORENTZ****II - Mouvement d'une particule chargée dans un champ électrique constant****A** Équation du mouvement**MOUVEMENTS DANS UN CHAMP ÉLECTRIQUE CONSTANT**

APPLICATION DIRECTE N°1

Donner les trajectoires suivantes du point M en admettant que le champ \vec{E} n'existe que dans les zones grisées.



B Application usuelle : accélérateur linéaire

① Potentiel électrostatique

ÉNERGIE POTENTIELLE ÉLECTRIQUE

② Création d'un champ uniforme et stationnaire

CHAMP ENTRE DEUX PLAQUES

③ Vitesse d'une particule en sortie de l'accélérateur

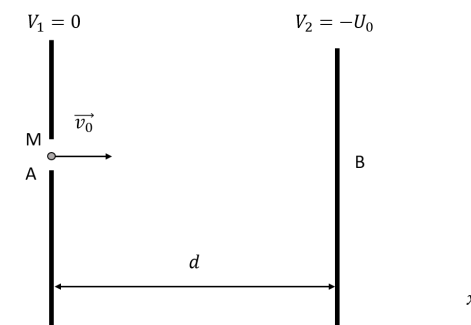
MÉTHODE - DÉTERMINER LA VITESSE EN SORTIE DE L'ACCÉLÉRATEUR

APPLICATION DIRECTE N°2

On considère un accélérateur constitué d'une plaque en $x = 0$ de potentiel nul et d'une plaque en $x = d$ de potentiel $V = -U_0$.

Un proton entre dans l'accélérateur en $x = 0$ avec une vitesse $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_x$.

Quelle est la vitesse du proton en sortie ?



III - Mouvement circulaire d'une particule chargée dans un champ magnétique stationnaire uniforme

A Propriétés du mouvement

① Évolution de la vitesse

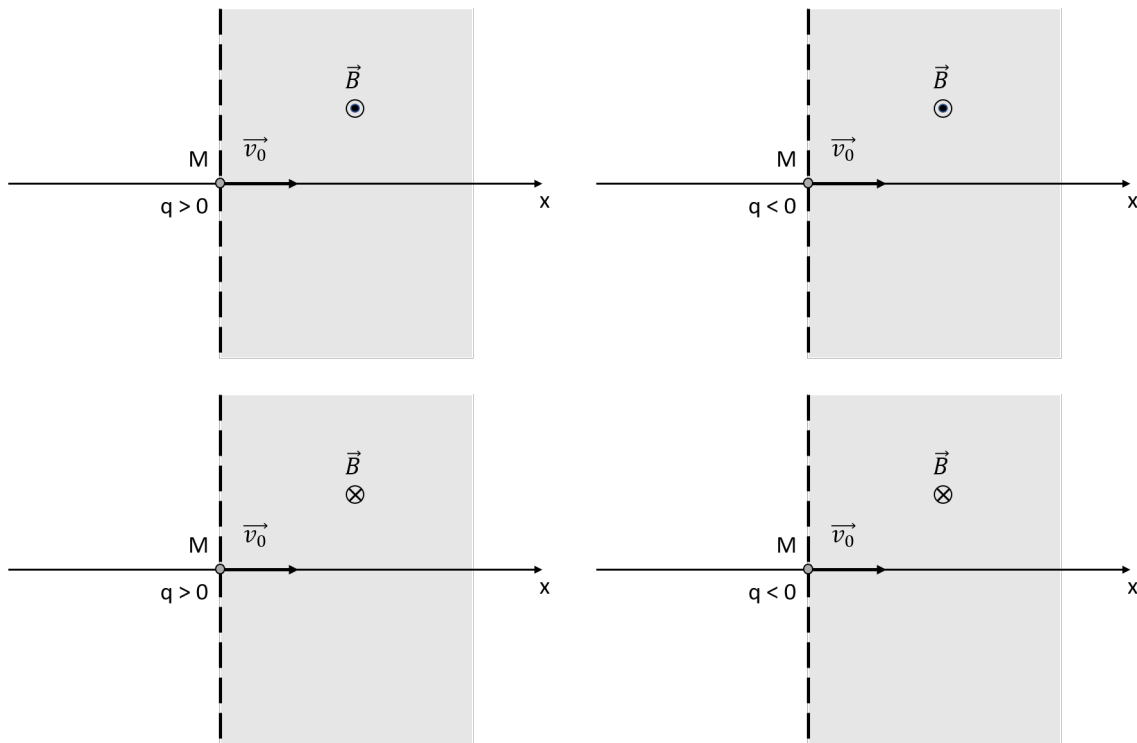
② Caractéristiques de la trajectoire

— MOUVEMENT DANS UN CHAMP \vec{B} UNIFORME ET STATIONNAIRE —

— MÉTHODE - COMMENT DÉTERMINER DANS QUEL SENS LA PARTICULE SERA DÉVIÉE ? —

APPLICATION DIRECTE N°3 - TRAJECTOIRES

Donner les trajectoires du point M dans les situations suivantes en considérant que le champ \vec{B} n'existe que dans les zones grisées.



B Applications