

Πεδία δυνάμεων

Πεδίο βαρύτητας, ηλεκτρικό πεδίο, μαγνητικό πεδίο: χώροι που ασκούνται δυνάμεις σε κατάλληλους φορείς.

Κατάλληλος φορέας για το πεδίο βαρύτητας: **μάζα**

Για το ηλεκτρικό πεδίο: **ηλεκτρικό φορτίο.**

Για το μαγνητικό πεδίο: **μαγνήτες και κινούμενο ηλεκτρικό φορτίο.**

Ήδη λοιπόν φαίνεται η στενή σχέση μεταξύ των δύο τελευταίων πεδίων δυνάμεων από το γεγονός ότι στην πραγματικότητα αποτελούν δύο εμφανίσεις της ίδιας ιδιότητας της ύλης: του ηλεκτρικού φορτίου και **ο μαγνητισμός δεν είναι τίποτα άλλο από εκδήλωση κινούμενων φορτίων.**

Ηλεκτρισμός και μαγνητισμός διαφορετικές όψεις του ίδιου φαινομένου – του ηλεκτρομαγνητισμού.

Ενοποίηση των δύο πεδίων μετά το 1819.

Η θεωρία του ηλεκτρομαγνητικού πεδίου συμπυκνώνεται στις τέσσερις εξισώσεις του Maxwell, που αποτελούν για τον Ηλεκτρομαγνητισμό ό,τι οι νόμοι του Νεύτωνα για την Μηχανική. Με τη θεωρία του ο Maxwell θεμελίωσε τη σύγχρονη επιστήμη των ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ.



Ηλεκτρικά φορτία

Το ηλεκτρικό φορτίο:

1. διατηρείται (Η ισχυρότερη αρχή διατήρησης στη φύση).
2. είναι κβαντισμένο (σε αντίθεση με τη μάζα, με quantum το φορτίο του ηλεκτρονίου ή του ίδιου και αντίθετου με αυτό φορτίου του πρωτονίου).

Ηλεκτρικές δυνάμεις:

1. Ελκτικές ή απωστικές σε αντίθεση με τις δυνάμεις βαρύτητας
2. Πολύ πιο ισχυρές από τις δυνάμεις βαρύτητας

Νευτώνειο πεδίο

Χώρος γύρω από ένα ή περισσότερα υλικά σώματα στον οποίο ασκούνται Νευτώνειες δυνάμεις πάνω σε άλλα υλικά σώματα

Νόμος Νεύτωνα

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \qquad G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{Nt \times m^2}{kgr^2}$$

Ηλεκτρικό πεδίο

Χώρος γύρω από ένα ή περισσότερα φορτία στον οποίο ασκούνται δυνάμεις Coulomb πάνω σε άλλα ηλεκτρικά φορτία

Νόμος Coulomb

$$F = k \frac{q_1 \times q_2}{r^2} \qquad k = 8.99 \times 10^9 \frac{Nt \times m^2}{kgr^2}$$

Ένταση ηλεκτρικού πεδίου

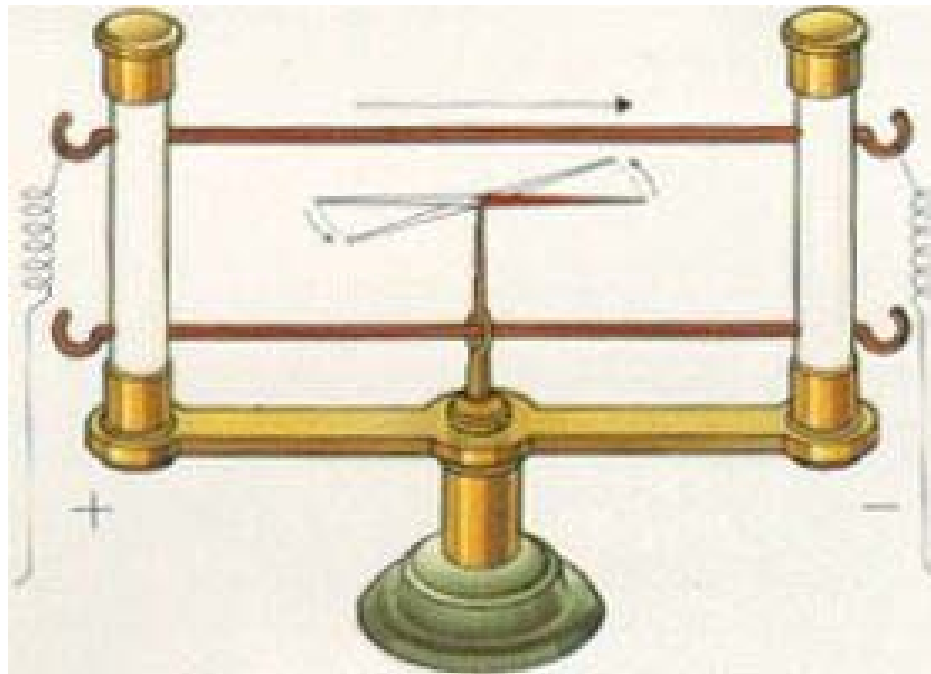
$$E = F/q$$

Μαγνητικό πεδίο

Πείραμα του Oersted

Ο Oersted ανακάλυψε τον ηλεκτρομανητισμό με το αντίστοιχο πείραμα, που φαίνεται στην εικόνα:

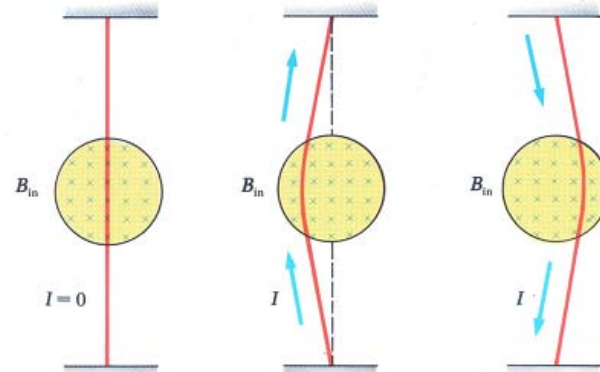
δημιουργία μαγνητικού πεδίου λόγω ρεύματος που διαρρέει αγωγό.



Η εμφάνιση μαγνητικού πεδίου γύρω από αγωγό διαρρεόμενο από ρεύμα επιβεβαιώνεται και με την παρατήρηση της απόκλισης αγωγού αν φέρουμε ένα μαγνήτη κοντά του, οπότε ο αγωγός βρίσκεται στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί ο μαγνήτης.

Από την αρχή δράση=αντίδραση περιμένουμε να ασκηθή δύναμη και πάνω στον μαγνήτη, κάτι που παρατηρείται στην περίπτωση που ο μαγνήτης είναι η μαγνητική βελόνη (πείραμα Oersted).

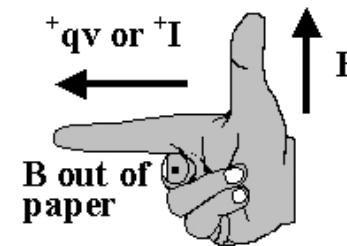
Αφού οι δυνάμεις που ασκούνται σε μαγνήτες προέρχονται από μαγνητικά πεδία, μπορούμε να πούμε ότι ο διαρρεόμενος από συνεχές ρεύμα αγωγός είναι **πηγή μαγνητικού πεδίου**.



- x διάνυσμα κάθετο στην επιφάνεια με φορά προς την επιφάνεια
- διάνυσμα κάθετο στην επιφάνεια με φορά προς τα έξω

Ένταση μαγνητικού πεδίου

- Η ένταση του μαγνητικού πεδίου **B** ορίζεται μέσω της σχέσης :
F=qvxB (δύναμη που ασκείται σε φορτίο q κινούμενο με ταχύτητα v μέσα σε μαγνητικό πεδίο). Η παραπάνω σχέση επαληθεύεται πειραματικά.
- Φορά και διεύθυνση του ανύσματος **B** ορίζεται με βάση τον κανόνα του δεξιού χεριού.
- Μονάδα μέτρησης στο S.I.:
Tesla= Nt/Cbm/sec)=kgr/(Cbsec)

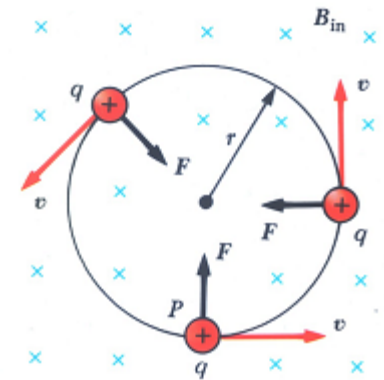


Αν το φορτίο κινείται σε χώρο στον οποίο υπάρχει εκτός του μαγνητικού και ηλεκτρικό πεδίο, τότε η ολική δύναμη που ασκείται στο φορτίο είναι:

$$\mathbf{F}=q(\mathbf{E} +\mathbf{u}\times\mathbf{B})$$

Κίνηση φορτισμένου σωματίου μέσα σε μαγνητικό πεδίο

Αν φορτισμένο σωματίο κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο με σταθερή ταχύτητα κάθετα στη διεύθυνση του πεδίου, τότε το σωματίο θα διαγράψει κυκλική τροχιά της οποίας η περίοδος T είναι $T=2\pi m/(qB)$, ανεξάρτητη από το μέτρο της ταχύτητας και την ακτίνα της τροχιάς του σωματίου.



Σωλήνας Braun

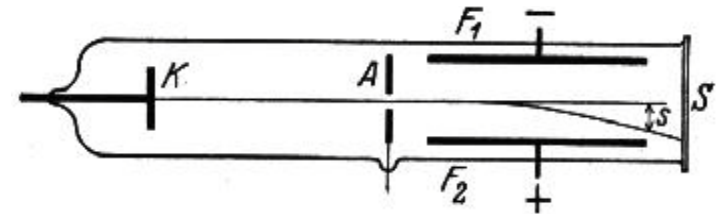
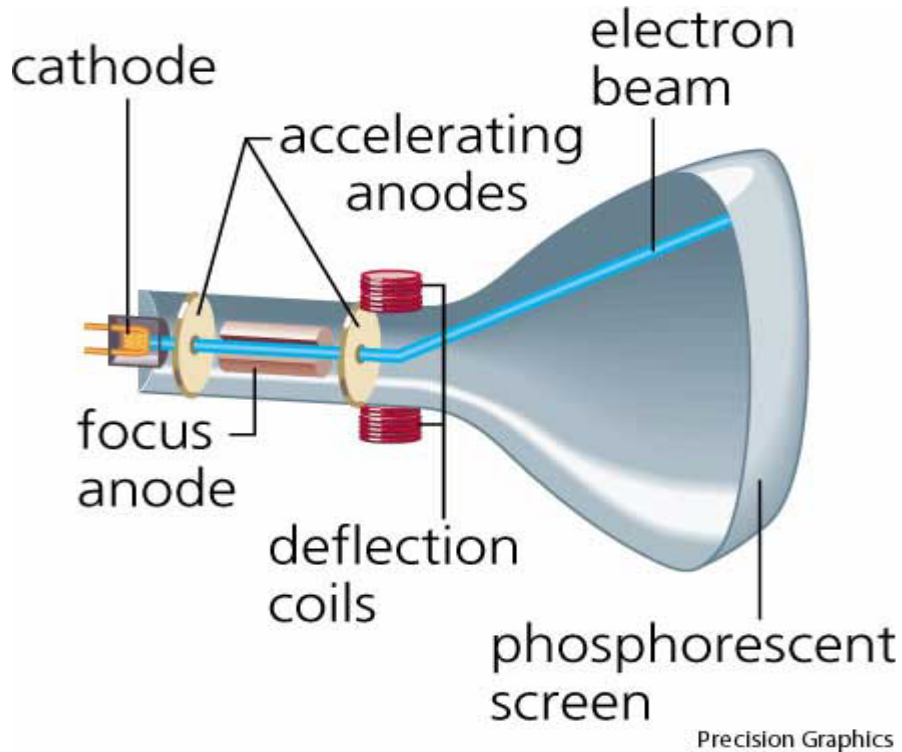
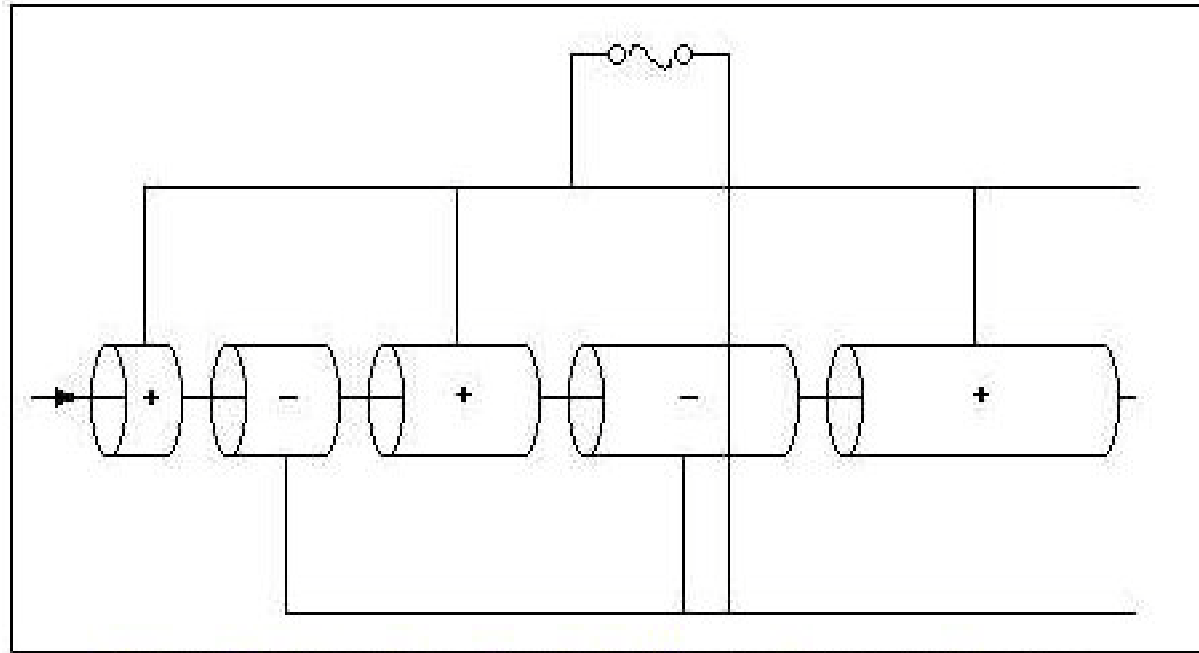


Fig. 519 Cathode rays in electric field. Braun's tube

Επιτυγχάνεται απόκλιση της δέσμης των εκπεμπομένων από την κάθοδο ηλεκτρονίων με παρεμβολή ηλεκτρικού ή μαγνητικού πεδίου. Αν τα πεδία είναι σταθερά, η απόκλιση θα είναι σταθερή και θα αποτυπώνεται στο φθορίζον διάφραγμα ένα σημείο. Μεταβαλλόμενα πεδία θα έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ευθείας γραμμής. Η ανάπτυξη αυτής της γραμμής επιτυγχάνεται με κατάλληλο συνδυασμό καθέτων μεταξύ τους ηλεκτρικών ή μαγνητικών μεταβαλλομένων πεδίων.

Γραμμικός επιταχυντής



A simplified version of the Luis Alvarez linear accelerator.

Οι ομοαξονικοί κύλινδροι είναι συνδεδεμένοι εναλλάξ με τους πόλους μίας γεννήτριας εναλλασσομένης τάσεως υψηλής συχνότητας, ώστε δύο διαδοχικοί κύλινδροι να βρίσκονται σε διαφορετικό δυναμικό ο κάθε ένας. Έτσι, στο μεταξύ δύο κυλίνδρων διάκενο σχηματίζεται ηλεκτρικό πεδίο, ενώ το εσωτερικό των κυλίνδρων είναι ελεύθερο πεδίου. Εάν επιλεγεί σωστά η συχνότητα της εναλλασσόμενης τάσης και το μήκος των κυλίνδρων, τότε φορτισμένα σωματία είναι δυνατόν να επιταχύνονται κατά την είσοδο σε ένα κύλινδρο, αλλά και κατά την έξοδο από αυτόν. Το μήκος των κυλίνδρων πρέπει να είναι διαρκώς αυξανόμενο λόγω του ότι οι ταχύτητες αυξάνονται κατά την κίνηση των σωματίων από κύλινδρο σε κύλινδρο.

Κύκλοτρο

Η κυκλική συχνότητα περιστροφής των φορτισμένων σωματίων που ξεκινούν από το κέντρο P να διαγράφουν κύκλους διαρκώς αυξανόμενης ακτίνας υπό την επίδραση του πεδίου B

$$\omega = \frac{qB}{m}$$

είναι ανεξάρτητη από το μέτρο της ταχύτητάς τους ή την ακτίνα της τροχιάς τους.

Επιταχύνουσα διαφορά δυναμικού: $V = V_0 \sin \omega t$

Κινητική ενέργεια των φορτισμένων σωματίων κατά την έξοδό τους:

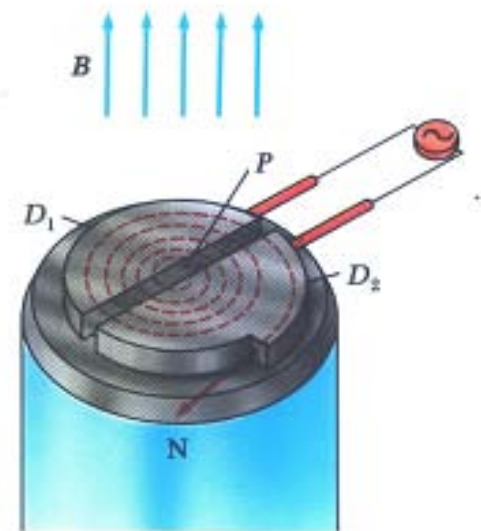
$$E_k = 1/2 q \left(\frac{q}{m} \right) B^2 R^2$$

ανεξάρτητη από την επιταχύνουσα διαφορά δυναμικού.

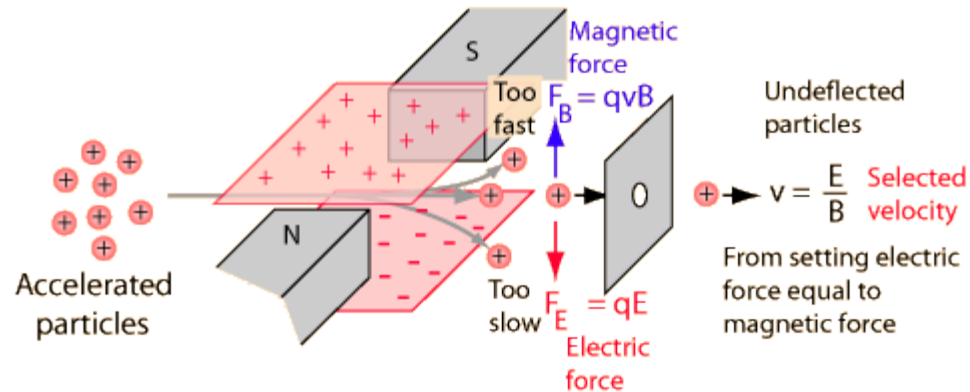
Αν $E_k \gg$ και $v \gg c$, τότε παρατηρείται μεταβολή της μάζας σύμφωνα με την σχέση:

$$m = m_0 / \sqrt{1 - v^2 / c^2}$$

οπότε και απαιτείται ανάλογη ρύθμιση της συχνότητας της επιταχύνουσας διαφοράς δυναμικού.



Επιλογέας ταχυτήτων φορτισμένων σωματιδίων



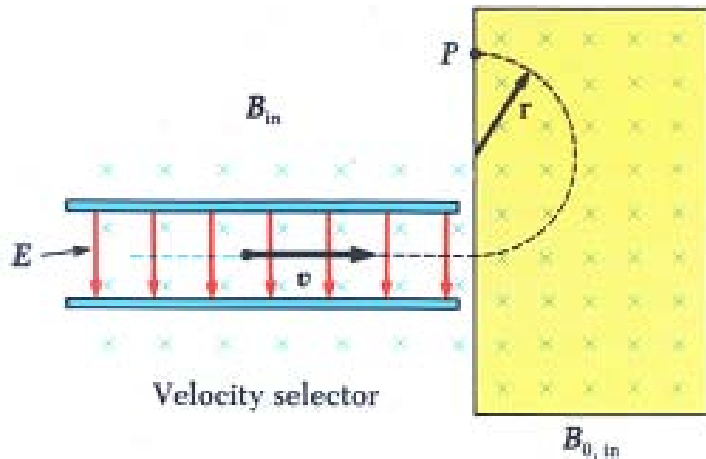
Φορτισμένα σωματίδια περνάνε σε χώρο ηλεκτρικού και μαγνητικού πεδίου που είναι κάθετα μεταξύ τους. Αν η ταχύτητα με την οποία εσέρχονται τα σωματίδια στο χώρο σχηματίζει επίσης γωνία 90 μοιρών και με τα δύο πεδία, τότε με βάση την εξίσωση $F=q(E+v \times B)$, αν $E=-v \times B$, στην έξοδο από τον χώρο των δύο πεδίων θα συλλεγούν τα σωματίδια που υφίστανται μηδενική απόκλιση και αυτά είναι μόνον όσα έχουν συγκεκριμένη ταχύτητα $v=E/B$.

Εφαρμογή στον φασματογράφο μάζας

Φασματογράφος μάζας



Προκειμένου να γίνη διαχωρισμός σωματιδίων ίδιου φορτίου αλλά διαφορετικής μάζας (ισοτόπων ενός στοιχείου), παρεμβάλλεται στη διαδρομή τους επιλογέας ταχυτήτων. Στη συνέχεια, τα φορτισμένα σωματίδια εισέρχονται όλα με την ίδια ταχύτητα σε χώρο μαγνητικού πεδίου B_0 κάθετα σε αυτό και κινούνται σε κυκλικές τροχιές ακτίνας r ανάλογα με τον λόγο μάζας/φορτίο τους. Έτσι, αν είναι γνωστό το φορτίο, μπορεί να βρεθή η μάζα των σωματιδίων.



$$m / q = \frac{r B_0 B}{E}$$

Το Βόρειο Σέλας

Η εμφάνισή του είναι αποτέλεσμα της σύγκρουσης μορίων της ατμοσφαιράς με φορτισμένα σωματίδια που έχουν παγιδευθή στις ζώνες van Allen λόγω της ύπαρξης του μαγνητικού πεδίου της γής.



