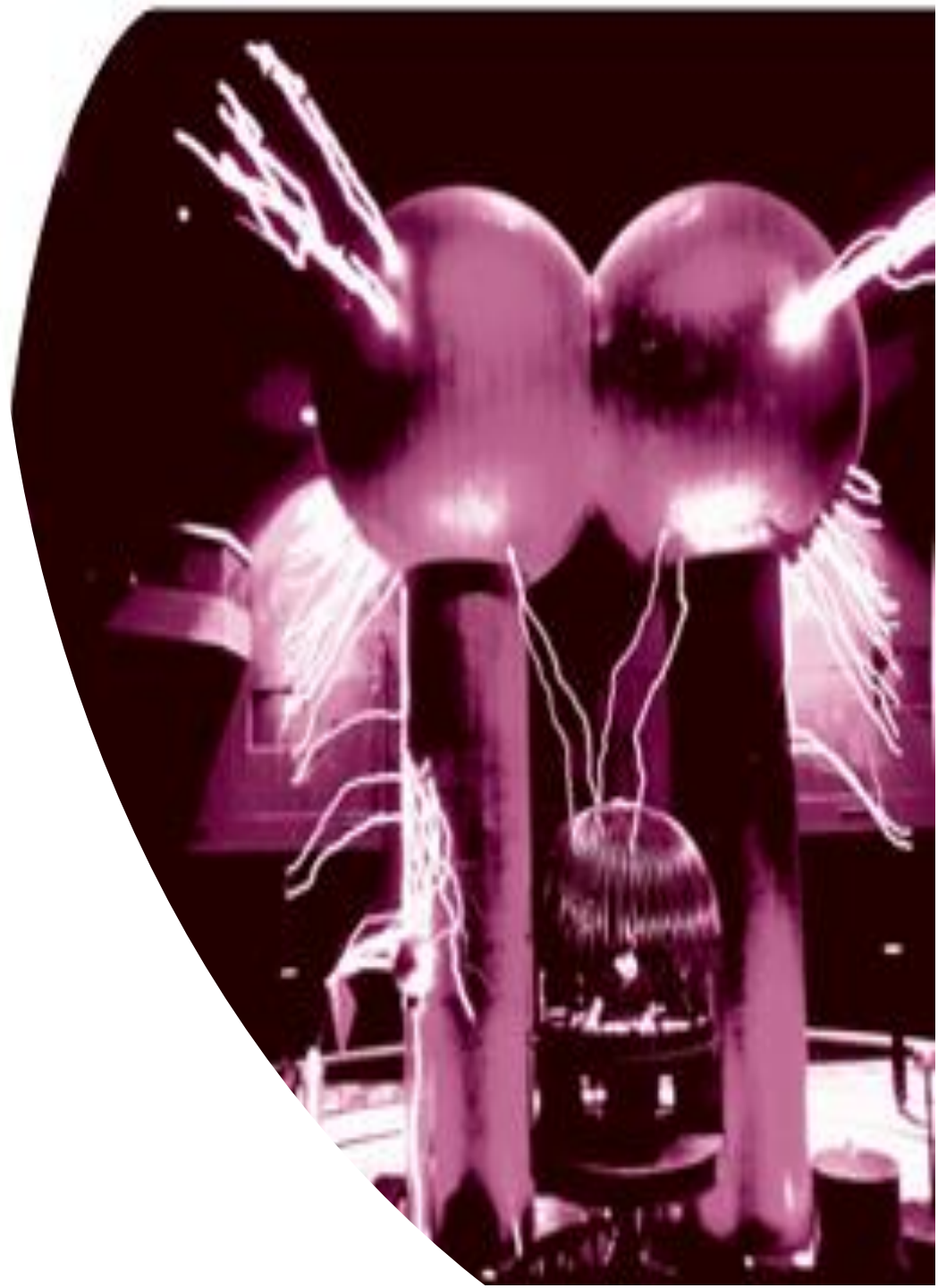


# Κεφάλαιο 21: Ο νόμος του Gauss

# Τι μαθαίνετε

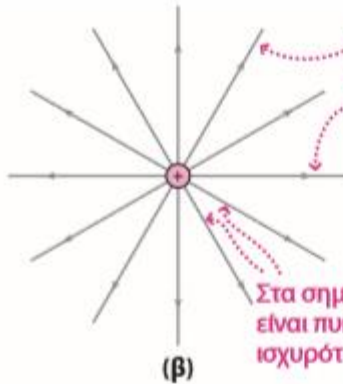
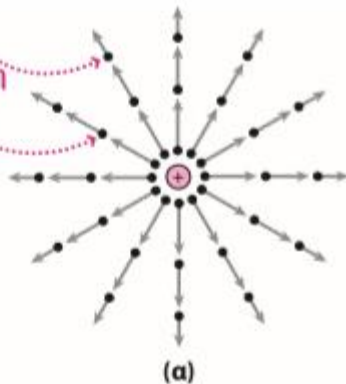
- Να περιγράφετε το ηλεκτρικό πεδίο, χρησιμοποιώντας τις *δυναμικές γραμμές του ηλεκτρικού πεδίου*
- Την έννοια της *ηλεκτρικής ροής*
- Τον νόμο του Gauss και τη σχέση του με τον νόμο του Coulomb
- Τη διατήρηση της μηχανικής ενέργειας
- Να χρησιμοποιείτε τον νόμο του Gauss για τον υπολογισμό ηλεκτρικών πεδίων από συμμετρικές κατανομές φορτίου
- Να περιγράφετε τη συμπεριφορά του φορτίου στους ηλεκτρικούς αγωγούς σε *ηλεκτροστατική ισορροπία*



# Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου

- Οι **δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου** προσφέρουν έναν πρακτικό και σαφή τρόπο να την αναπαράσταση ηλεκτρικών πεδίων
  - Πρόκειται για γραμμές των οποίων η κατεύθυνση είναι παντού ίδια με αυτή του ηλεκτρικού πεδίου
  - Η σχεδίαση πολλών δυναμικών γραμμών ενός πεδίου δίνει μια εικόνα του ολικού πεδίου
    - Όπου οι γραμμές βρίσκονται πιο κοντά, το πεδίο είναι ισχυρότερο

Τα διανύσματα δίνουν το μέτρο και την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου σε συγκεκριμένα σημεία.



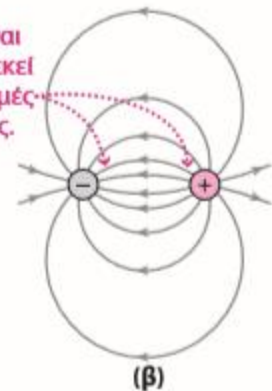
Οι συνεχείς γραμμές έχουν την ίδια κατεύθυνση με το ηλεκτρικό πεδίο.

Στα σημεία όπου οι γραμμές είναι πυκνές, το πεδίο είναι ισχυρότερο.

Η κατεύθυνση του ολικού πεδίου είναι εφαιπτόμενη στη δυναμική γραμμή του πεδίου.

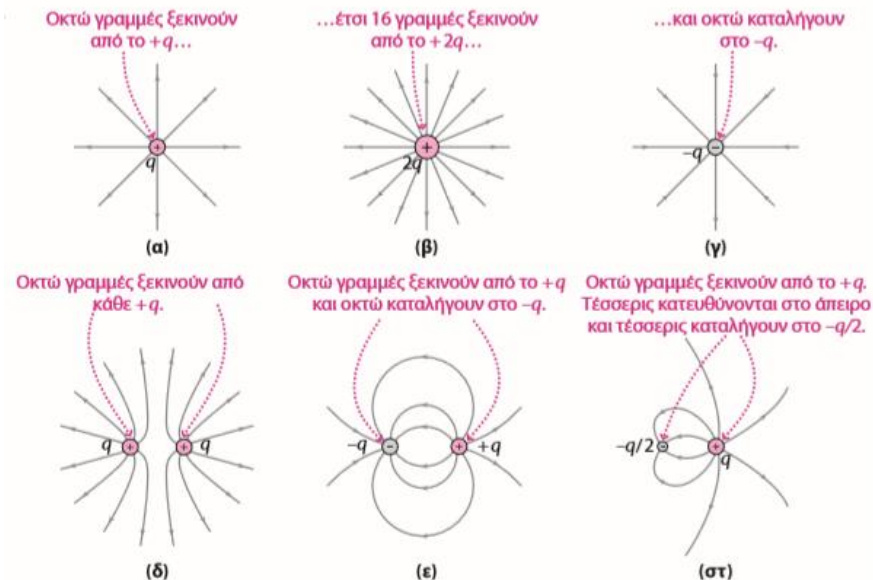


Το πεδίο είναι ισχυρότερο εκεί όπου οι γραμμές είναι πυκνές.



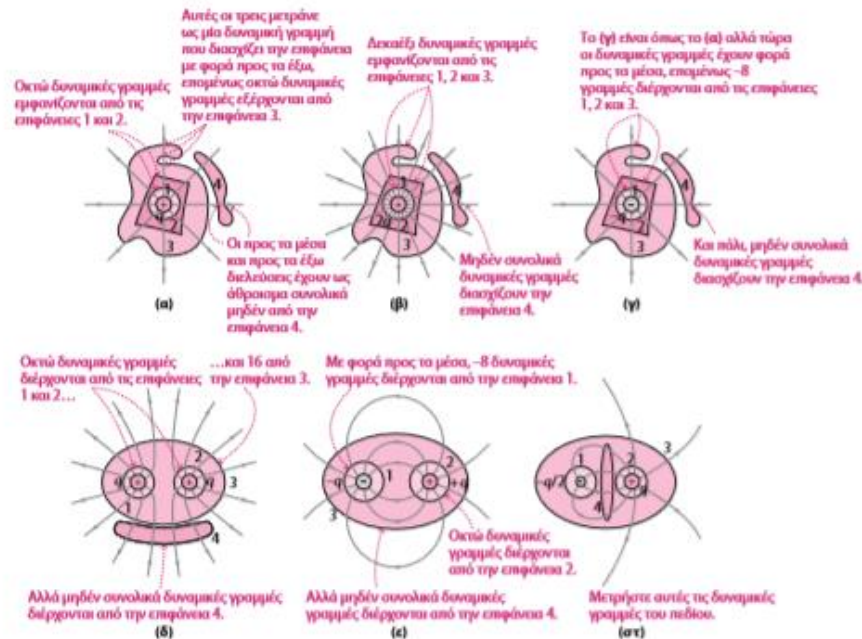
# Δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου για απλές κατανομές φορτίου

- Οι δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου βρίσκονται παντού, επομένως κάθε κατανομή φορτίου έχει απείρως πολλές δυναμικές γραμμές
- Όταν σχεδιάζουμε διαγράμματα δυναμικών γραμμών ηλεκτρικού πεδίου, συσχετίζουμε έναν σταθερό αριθμό δυναμικών γραμμών με ένα φορτίο συγκεκριμένου μεγέθους
- Στα διαγράμματα που παρουσιάζονται εδώ, 8 γραμμές αντιστοιχούν σε ένα φορτίο μεγέθους  $q$
- Σημειώστε ότι οι δυναμικές γραμμές κατανομών στατικού φορτίου πάντα ξεκινούν και τελειώνουν στα φορτία ή εκτείνονται στο άπειρο



# Μέτρηση δυναμικών γραμμών ηλεκτρικού πεδίου

- Πόσες δυναμικές γραμμές διέρχονται από τις κλειστές επιφάνειες που περιβάλλουν το φορτίο;
- Μετρήστε κάθε γραμμή με φορά προς τα έξω ως +1 και κάθε γραμμή με φορά προς τα μέσα ως -1
- Θα βρείτε ότι **ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που διέρχονται από κάθε κλειστή επιφάνεια είναι ανάλογος του ολικού φορτίου που περικλείεται**

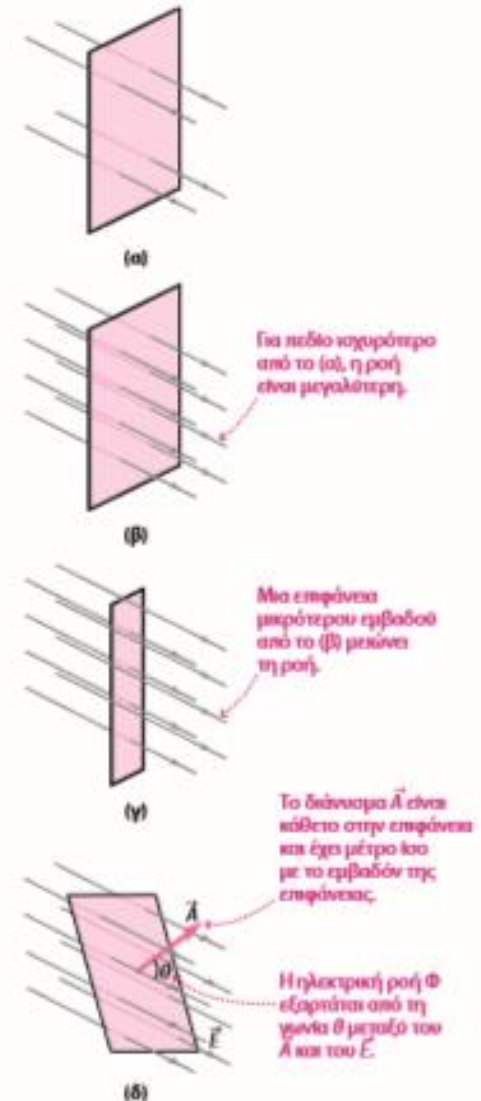


# Ηλεκτρική ροή

- Η **ηλεκτρική ροή** ποσοτικοποιεί την έννοια του «αριθμού των δυναμικών γραμμών που διέρχονται από μια επιφάνεια»
- Η ηλεκτρική ροή  $\Phi$  που διασχίζει μια επίπεδη επιφάνεια σε ένα ομοιογενές ηλεκτρικό πεδίο εξαρτάται από την ένταση του πεδίου  $E$ , το εμβαδόν της επιφάνειας  $A$  και τη γωνία  $\theta$  μεταξύ του πεδίου και ενός διανύσματος που είναι κάθετο στην επιφάνεια
- Μαθηματικά, η ηλεκτρική ροή δίνεται από τη σχέση

$$\Phi = EA \cos \theta = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

- Εδώ  $\vec{A}$  είναι ένα διάνυσμα με μέτρο ίσο με το εμβαδόν της επιφάνειας  $A$  και προσανατολισμό κάθετο προς την επιφάνεια



# Ηλεκτρική ροή σε καμπύλες επιφάνειες και μη ομοιογενή πεδία

- Όταν επιφάνεια είναι μια καμπύλη ή το πεδίο δεν είναι ομοιογενές, υπολογίζουμε τη ροή χωρίζοντας την επιφάνεια σε μικρά τμήματα  $d\vec{A}$ , τόσο μικρά ώστε κάθε τμήμα να είναι ουσιαστικά επίπεδο και το πεδίο να είναι ουσιαστικά ομοιογενές σε κάθε τμήμα

– Στη συνέχεια αθροίζουμε τις ροές

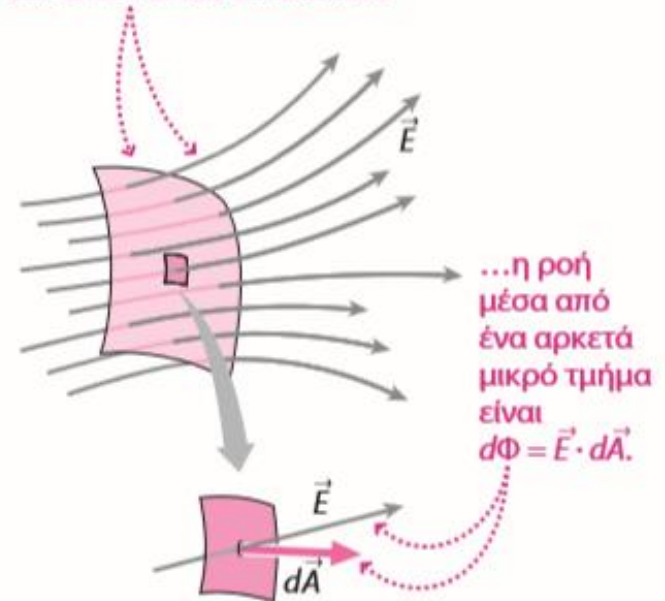
$$d\Phi = \vec{E} \cdot d\vec{A} \text{ σε κάθε τμήμα}$$

– Στο όριο όπου τα τμήματα γίνονται απείρως μικρά και απείρως πολλά το άθροισμα γίνεται ένα

**επιφανειακό ολοκλήρωμα:**

$$\Phi = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Αν και η επιφάνεια καμπυλώνεται και το πεδίο δεν είναι ίδιο...



...η ροή μέσα από ένα αρκετά μικρό τμήμα είναι  $d\Phi = \vec{E} \cdot d\vec{A}$ .

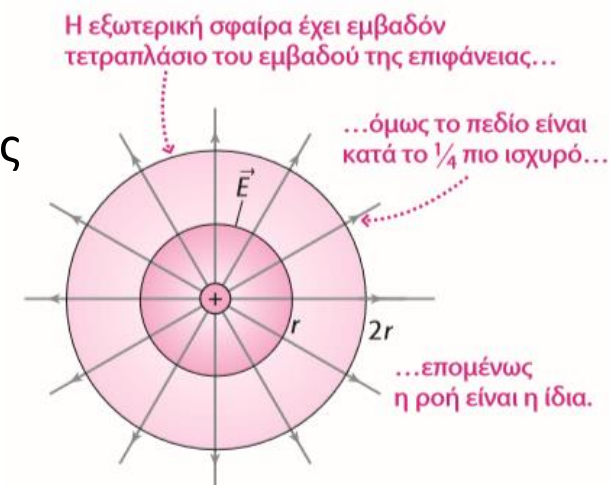
# Ο νόμος του Gauss

- Ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που διέρχονται από μια κλειστή επιφάνεια είναι ανάλογος του ολικού φορτίου που περικλείεται
- Εναλλακτικά, μπορούμε να γράψουμε: **Η ηλεκτρική ροή που διέρχεται από κάθε κλειστή επιφάνεια είναι ανάλογη του φορτίου που περικλείεται**
  - Ο συντελεστής αναλογίας  $4\pi k$ , επίσης ονομάζεται  $1/\epsilon_0$ . Επομένως,

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{\text{περικλ}}}{\epsilon_0}$$

όπου ο κύκλος σημαίνει ότι το ολοκλήρωμα λαμβάνεται για κάθε κλειστή επιφάνεια και το  $q_{\text{περικλ}}$  είναι το φορτίου που περικλείεται από αυτή την επιφάνεια

- Αυτή η δήλωση αποτελεί τον **νόμο του Gauss**
  - Ο νόμος του Gauss είναι ένας από τους τέσσερις θεμελιώδεις νόμους του ηλεκτρομαγνητισμού
  - Ισχύει για κάθε επιφάνεια και κάθε πεδίο οπουδήποτε στο σύμπαν
  - Συνδέεται στενά με τον νόμο του Coulomb

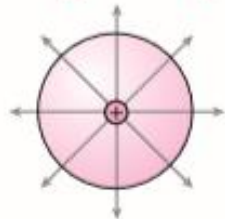




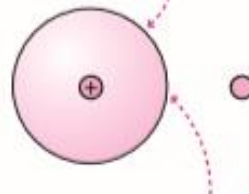
# Το κατανοήσατε;

- Μια σφαιρική επιφάνεια περιβάλλει ένα απομονωμένο θετικό φορτίο, όπως απεικονίζεται στο σχήμα (1). Αν τοποθετηθεί ένα δεύτερο φορτίο στον χώρο έξω από την επιφάνεια, ποιο από τα ακόλουθα ισχύει για την συνολική ροή μέσω της επιφάνειας; (α) Δεν μεταβάλλεται, (β) αυξάνεται, (γ) μειώνεται, (δ) αυξάνει ή μειώνεται ανάλογα με το πρόσημο του δεύτερου φορτίου.  
(2) Επαναλάβετε για το ηλεκτρικό πεδίο στην επιφάνεια, στο σημείο ανάμεσα στα δυο φορτία

Μια σφαιρική επιφάνεια περικλείει ένα σημειακό φορτίο.



Ένα δεύτερο φορτίο τοποθετείται στον χώρο έξω από την επιφάνεια. Τι συμβαίνει με τη συνολική ροή μέσω της επιφάνειας...

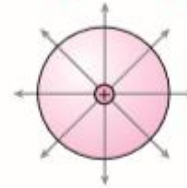


...και με το ηλεκτρικό πεδίο σε αυτό το σημείο;

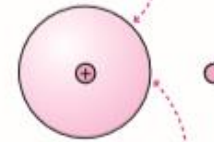
# Χρήση του νόμου του Gauss

- Ο νόμος του Gauss ισχύει πάντα
- Αλλά είναι χρήσιμος για τον υπολογισμό του ηλεκτρικού πεδίου μόνο σε καταστάσεις με αρκετή συμμετρία:
  - Σφαιρική συμμετρία
  - Γραμμική συμμετρία
  - Επίπεδη συμμετρία
- Ο νόμος του Gauss ισχύει πάντα, επομένως εφαρμόζεται και τις δύο καταστάσεις που φαίνονται στο σχήμα
- Και οι δύο επιφάνειες περικλείουν το ίδιο ολικό φορτίο, επομένως η ροή μέσω και των δύο είναι η ίδια
- Όμως, μόνο η κατάσταση στα αριστερά έχει αρκετή συμμετρία για να επιτρέψει τη χρήση του νόμου του Gauss για τον υπολογισμό του πεδίου
- Τα ηλεκτρικά πεδία διαφέρουν στις δύο καταστάσεις, παρότι η ροή είναι ίδια

Μια σφαιρική επιφάνεια περικλείει ένα σημειακό φορτίο.



Ένα δεύτερο φορτίο τοποθετείται στον χώρο έξω από την επιφάνεια. Τι συμβαίνει με τη συνολική ροή μέσω της επιφάνειας...



...και με το ηλεκτρικό πεδίο σε αυτό το σημείο;

# Νομός του Gauss: Μια μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων

- **ΕΡΜΗΝΕΥΣΤΕ** : Ελέγξτε ότι η κατανομή φορτίου έχει αρκετή συμμετρία
- **ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ**: Κάντε ένα διάγραμμα και χρησιμοποιήστε τη συμμετρία για να βρείτε την κατεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου. Στη συνέχεια, σχεδιάστε μια κατάλληλη **επιφάνεια Gauss** που θα σας επιτρέψει να υπολογίσετε το ολοκλήρωμα της ροής στον νόμο του Gauss
- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ**:
  - Υπολογίστε τη ροή  $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$  στην επιφάνειά σας. Το αποτέλεσμα περιλαμβάνει την άγνωστη ένταση πεδίου  $E$
  - Υπολογίστε το φορτίο που περικλείεται
  - Εξισώστε τη ροή με το  $q_{\text{περικλ}}/\epsilon_0$  και επιλύστε ως προς  $E$
- **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΤΕ**: Ελέγξτε ότι η απάντησή σας είναι λογική, ιδίως όσον αφορά τις κατανομές φορτίου των οποίων τα πεδία σας είναι γνωστά

# Το πεδίο μιας κοίλης σφαίρας

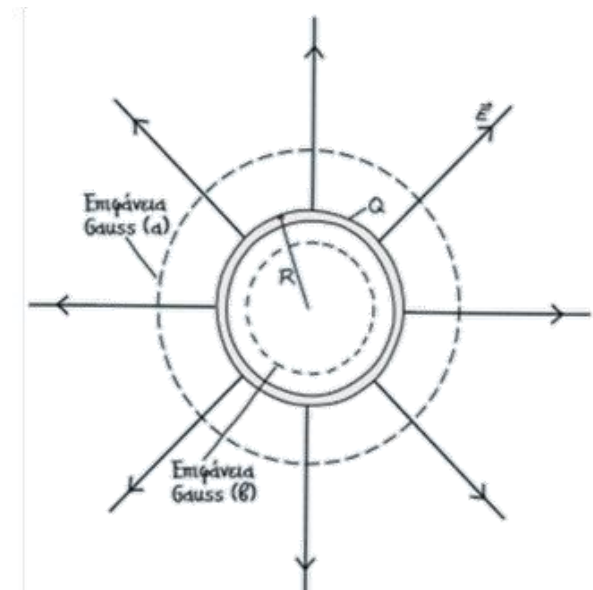
- **ΕΡΜΗΝΕΥΣΤΕ:** Πρόκειται για μια κατάσταση σφαιρικής συμμετρίας
- **ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ:** Οι κατάλληλες επιφάνειες Gauss είναι σφαίρες
- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ:**

- Η ροή είναι  $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 4\pi r^2 E$
- Εκτός της σφαίρας, το φορτίο που περικλείεται έχει συνολικό φορτίο  $Q$ . Έτσι,

$$4\pi r^2 E = Q / \epsilon_0, \text{ οπότε } E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{kQ}{r^2}$$

- Εντός της σφαίρας, το φορτίο που περικλείεται είναι μηδέν. Έτσι,

$$4\pi r^2 E = q_{\text{περικλ}} / \epsilon_0 = 0 \Rightarrow E = 0$$



- **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΤΕ:** Μπορούμε να επεκτείνουμε αυτό το αποτέλεσμα για να δείξουμε ότι το ηλεκτρικό πεδίο έξω από κάθε κατανομή φορτίου με σφαιρική συμμετρία είναι πανομοιότυπο με αυτό ενός σημειακού φορτίου

# Το πεδίο σε μια ομοιόμορφα φορτισμένη σφαίρα

- **ΕΡΜΗΝΕΥΣΤΕ:** Πρόκειται για μια κατάσταση σφαιρικής συμμετρίας
- **ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ:** Οι κατάλληλες επιφάνειες Gauss είναι σφαίρες
- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ:**

– Η ροή είναι  $\Phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = 4\pi r^2 E$

– Εκτός της σφαίρας, το φορτίο που περικλείεται είναι το συνολικό φορτίο  $Q$ . Έτσι,

$$4\pi r^2 E = Q/\epsilon_0, \text{ οπότε } E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{kQ}{r^2}$$

– Εντός της σφαίρας, το φορτίο που περικλείεται είναι ανάλογο του όγκου που περικλείεται. Έτσι,  $q_{\text{περικλ}} = (r^3/R^3)Q$ ,  $4\pi r^2 E = (r^3/R^3)Q$ ,

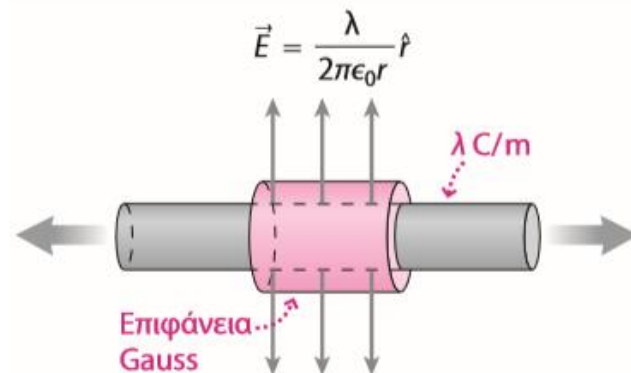
$$E = \frac{Qr}{4\pi\epsilon_0 R^3}$$

- **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΤΕ:** Η ένταση του πεδίου στο εσωτερικό αυξάνεται γραμμικά με την απόσταση



# Γραμμική συμμετρία

- Στη γραμμική συμμετρία, η πυκνότητα φορτίου εξαρτάται μόνο από την κάθετη απόσταση από μια ευθεία, που ονομάζεται άξονας συμμετρίας
  - Αυτό απαιτεί η κατανομή του φορτίου να εκτείνεται σε άπειρο μήκος
  - Ωστόσο, η γραμμική συμμετρία είναι μια καλή προσέγγιση για κάθε πεπερασμένη κυλινδρική κατανομή φορτίου, αρκεί να μη βρισκόμαστε πολύ κοντά στα άκρα της
- Η εφαρμογή του νόμου του Gauss στη γραμμική συμμετρία προϋποθέτει τη χρήση μιας κυλινδρικής επιφάνειας Gauss
  - Με τη χρήση ενός κυλίνδρου Gauss μήκους  $L$  και ακτίνας  $r$ , η ροή μέσω της επιφάνειας Gauss μπορεί να γραφτεί ως  $2\pi rLE$

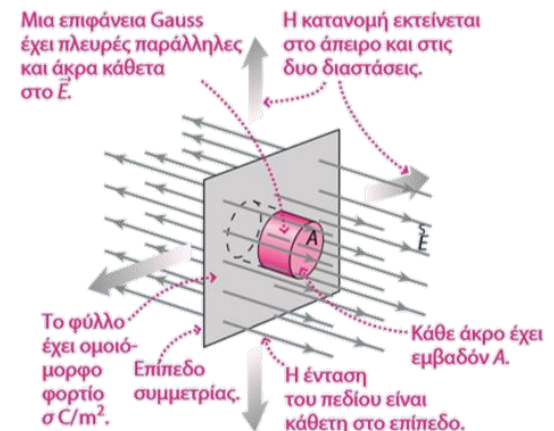


# Μια άπειρη ευθεία φορτίου

- Χρησιμοποιήστε τον νόμο του Gauss για να βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο μιας άπειρης ευθείας φορτίου, πυκνότητας  $\lambda$  σε coulombs ανά μέτρο
- **ΕΡΜΗΝΕΥΣΤΕ:** Εφόσον έχουμε γραμμική συμμετρία, χρησιμοποιούμε μια κυλινδρική επιφάνεια Gauss μήκους  $L$  και ακτίνας  $r$
- **ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ:** Η ροή μέσω της επιφάνειας Gauss είναι  $2\pi rLE$ . Το φορτίο που περικλείεται είναι  $\lambda L$
- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ:** Εφαρμόζοντας τον νόμο του Gauss,
$$2\pi rLE = \frac{\lambda L}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$
- **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΤΕ:** Αυτό συμφωνεί με προηγούμενο αποτέλεσμα μας, στο οποίο καταλήξαμε με ολοκλήρωση. Αυτή η ανάλυση μπορεί να επεκταθεί για να δείξουμε ότι το ηλεκτρικό πεδίο μέσα σε μια κοίλη κυλινδρική κατανομή φορτίου είναι μηδέν

# Επίπεδη συμμετρία

- Στην επίπεδη συμμετρία, η πυκνότητα φορτίου εξαρτάται μόνο από την κάθετη απόσταση από το επίπεδο συμμετρίας
  - Έτσι, η κατανομή φορτίου πρέπει να εκτείνεται στο άπειρο στις δύο κατευθύνσεις
  - Ωστόσο, η επίπεδη συμμετρία είναι μια καλή προσέγγιση για σημεία κοντά σε οποιαδήποτε πεπερασμένη μεγάλη, επίπεδη, ομοιόμορφα φορτισμένη επιφάνεια
- Εδώ θα χρησιμοποιήσουμε μια επιφάνεια Gauss με ομοιόμορφο εμβαδόν διατομής  $A$ . Η επιφάνεια Gauss τέμνεται από το επίπεδο συμμετρίας με άκρα παράλληλα στο φύλλο και πλευρές κάθετες σε αυτό
  - Το  $E$  είναι κάθετο στο φύλλο
  - Η ροή μέσα από κάθε άκρο είναι  $EA$
  - Η συνολική ροή είναι  $\Phi = 2EA$





# Ένα φορτισμένο φύλλο

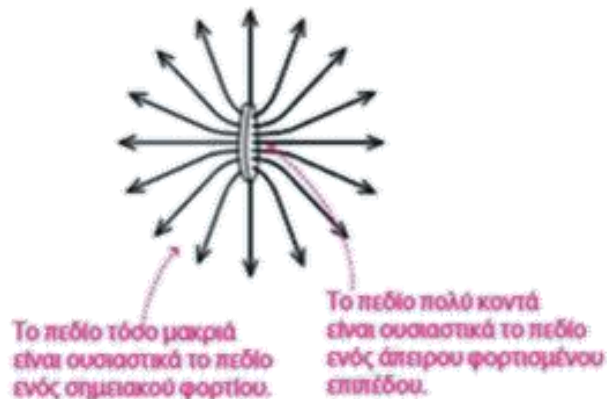
- Ένα φορτισμένο φύλλο με απεριόριστες διαστάσεις φέρει ομοιόμορφη επιφανειακή πυκνότητα φορτίου  $\sigma$  σε coulombs ανά τετραγωνικό μέτρο. Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί
- **ΕΡΜΗΝΕΥΣΤΕ:** Εφόσον πρόκειται για επίπεδη συμμετρία, χρησιμοποιούμε μια κυλινδρική επιφάνεια Gauss που τέμνει το φύλλο, με πλευρές εμβαδού  $A$  που είναι παράλληλες προς το φύλλο
- **ΑΝΑΠΤΥΞΤΕ:** Η ροή μέσω της επιφάνειας Gauss είναι  $2EA$ . Το φορτίο που περικλείεται είναι  $\sigma A$
- **ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕ:** Εφαρμόζοντας τον νόμο του Gauss,

$$2EA = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

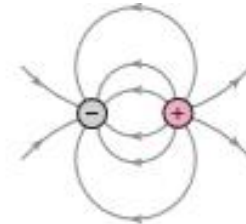
- **ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΤΕ:** Οι δυναμικές γραμμές πεδίου είναι κάθετες στο φύλλο, επομένως δεν απλώνονται. Αυτό σημαίνει ότι το πεδίο δεν μεταβάλλεται ως συνάρτηση της απόστασης

# Πεδία από τυχαίες κατανομές φορτίου

- Μπορούμε να προσεγγίσουμε πολλές πραγματικές κατανομές φορτίου με τις απλές κατανομές που παρουσιάστηκαν σε αυτό το κεφάλαιο
  - Σε πολλές περιπτώσεις, μία προσέγγιση εφαρμόζεται κοντά στην κατανομή και κάποια άλλη μακριά
  - Μακριά από κάθε κατανομή πεπερασμένου μεγέθους, το πεδίο προσεγγίζει αυτό ενός σημειακού φορτίου
  - Μακριά από κάθε ουδέτερη κατανομή, το πεδίο γενικά προσεγγίζει αυτό ενός διπόλου
  - Κοντά σε μια επίπεδη, ομοιόμορφα φορτισμένη περιοχή, το πεδίο μοιάζει με ένα ομοιογενές πεδίο επίπεδου φορτίου

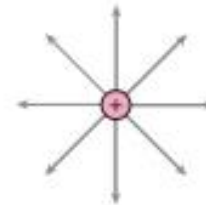


Δίπολο



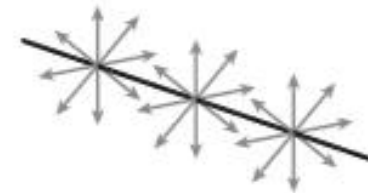
$$\frac{1}{r^3}$$

Σημειακό φορτίο



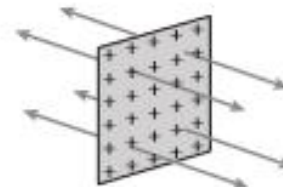
$$\frac{1}{r^2}$$

Ευθεία φορτίου



$$\frac{1}{r}$$

Επίπεδο φορτίο



$$\frac{1}{r^0}$$

(σταθερό)

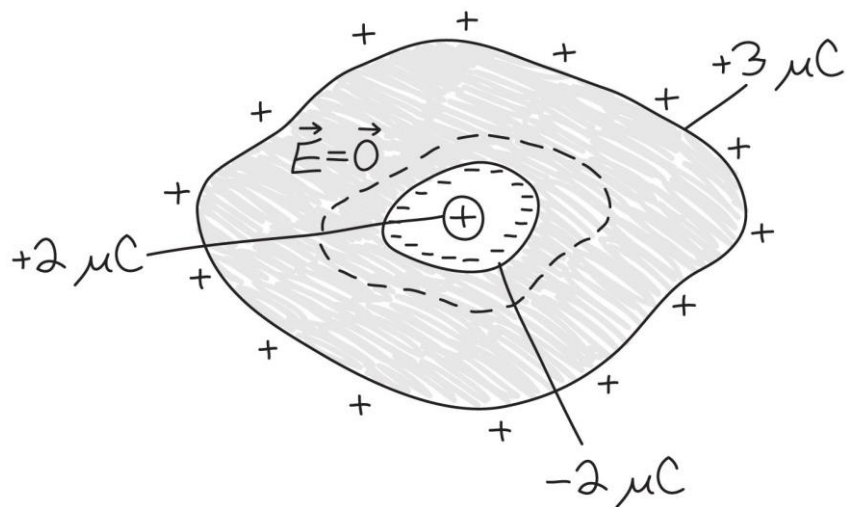
# Νόμος του Gauss και αγωγοί

- Τα φορτία σε αγωγούς κινούνται ελεύθερα και αυτό ακριβώς κάνουν ως αντίδραση σε ένα ηλεκτρικό πεδίο που εφαρμόζεται
  - Αν ο αγωγός μπορεί να έρθει σε **ηλεκτροστατική ισορροπία**, μια κατάσταση στην οποία δεν υπάρχει ολική κίνηση φορτίου, τότε τα φορτία ανακατανέμονται για να ακυρώσουν το πεδίο που εφαρμόζεται μέσα στον αγωγό
  - Ως εκ τούτου, **το ηλεκτρικό πεδίο είναι μηδέν μέσα σε έναν αγωγό σε ηλεκτροστατική ισορροπία**



# Φορτισμένοι αγωγοί

- Σύμφωνα με τον νόμο του Gauss, όλο το πλεόνασμα φορτίου βρίσκεται στην επιφάνεια του αγωγού



Δεν υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο στο εσωτερικό του αγωγού...  
...επομένως, δεν υπάρχει ροή  $\Phi$  διαμέσου αυτής της επιφάνειας Gauss.



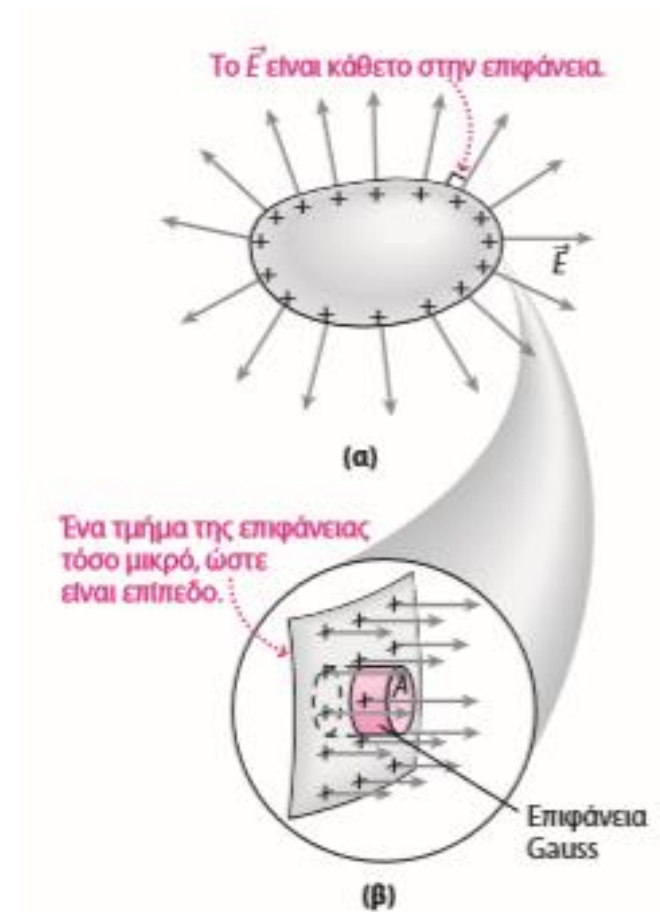
Επειδή ο νόμος του Gauss δηλώνει ότι  $\Phi \propto q_{\text{περικλ}}$  όλο το πλεόνασμα φορτίου βρίσκεται στην επιφάνεια του αγωγού.

- Αν ένας αγωγός σε ηλεκτροστατική ισορροπία έχει μη μηδενικό ολικό φορτίο, το φορτίο αυτό πρέπει να βρίσκεται στην επιφάνεια του αγωγού

Αυτός ο φορτισμένος αγωγός (σκιασμένη περιοχή) έχει ολικό φορτίο  $1 \mu\text{C}$ . Υπάρχει ένα σημειακό φορτίο  $2 \mu\text{C}$  στο εσωτερικό της κοιλότητας. Σημειώστε πώς το φορτίο ανακατανέμεται για να είναι συνεπές με τον νόμο του Gauss

# Το πεδίο στην επιφάνεια ενός αγωγού

- Το ηλεκτρικό πεδίο στην επιφάνεια ενός φορτισμένου αγωγού σε ηλεκτροστατική ισορροπία είναι κάθετο στην επιφάνεια
  - Αν δεν ήταν, το φορτίο θα μετακινούταν κατά μήκος της επιφάνειας μέχρι να επιτευχθεί η ισορροπία
  - Ο νόμος του Gauss δείχνει ότι το πεδίο στην επιφάνεια του αγωγού έχει μέτρο  $E = \sigma/\epsilon_0$ , όπου  $\sigma$  είναι η επιφανειακή πυκνότητα φορτίου



# Σύνοψη

- Ο **νόμος του Gauss** είναι ένας από τους τέσσερις θεμελιώδεις νόμους του ηλεκτρομαγνητισμού
  - Σε όρους απεικόνισης με **δυναμικές γραμμές ηλεκτρικού πεδίου**, ο νόμος του Gauss εκφράζει το γεγονός ότι ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που διέρχονται από μια κλειστή επιφάνεια εξαρτάται μόνο από το συνολικό φορτίο που περικλείεται
  - Μαθηματικά, ο νόμος του Gauss συνδέει τη ροή με το φορτίο που περικλείεται

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = q_{\text{περικλ}} / \epsilon_0$$

- Ο νόμος του Gauss ενσωματώνει την εξάρτηση του σημειακού πεδίου από το αντίστροφο του τετραγώνου και είναι ισοδύναμος με τον νόμο του Coulomb
- Ο νόμος του Gauss ισχύει πάντα
  - Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό ηλεκτρικών πεδίων σε καταστάσεις με αρκετή συμμετρία: σφαιρική συμμετρία, γραμμική συμμετρία ή επίπεδη συμμετρία
- Σύμφωνα με τον νόμο του Gauss, το ολικό φορτίο σε έναν φορτισμένο αγωγό εντοπίζεται στην επιφάνεια του αγωγού και το ηλεκτρικό φορτίο στην επιφάνεια του αγωγού είναι κάθετο σε αυτή

Απαγορεύεται η αναδημοσίευση ή αναπαραγωγή του παρόντος έργου με οποιονδήποτε τρόπο χωρίς γραπτή άδεια του εκδότη, σύμφωνα με το Ν. 2121/1993 και τη Διεθνή Σύμβαση της Βέρνης (που έχει κυρωθεί με τον Ν. 100/1975)