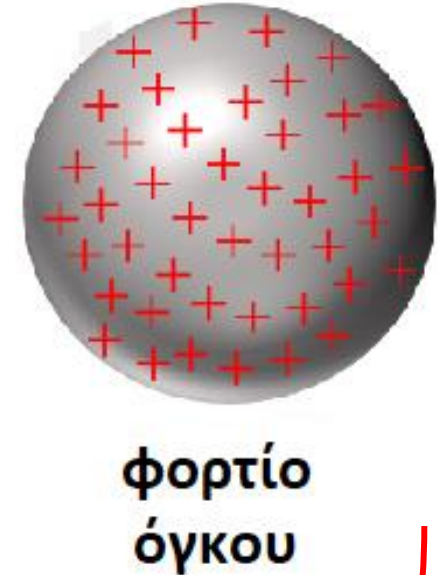


ΑΡΧΕΣ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΛΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΩΝ

Τσορμπατζόγλου Ανδρέας

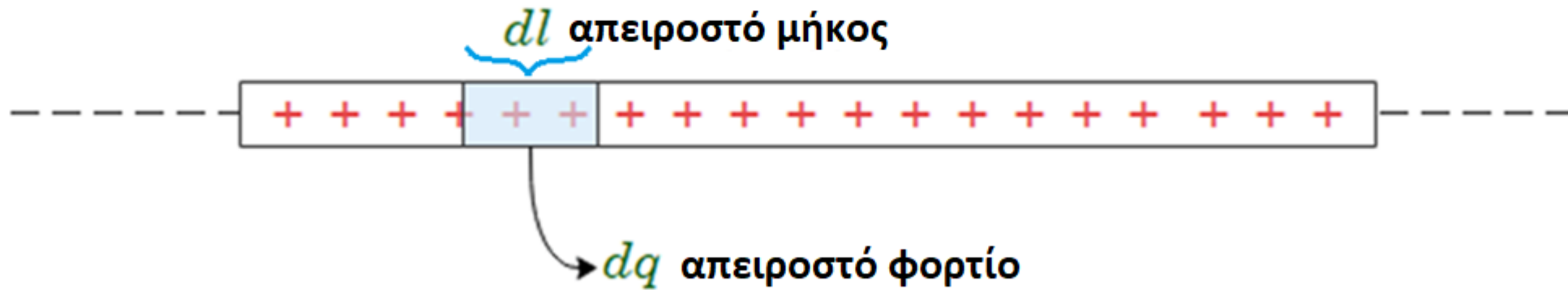
Ηλεκτρικό φορτίο και πυκνότητα ηλεκτρικού φορτίου



Σε αυτές τις περιπτώσεις χρειάζεται να γνωρίζω πως είναι κατανομημένα τα φορτία, δηλαδή ένα μέγεθος που ονομάζεται πυκνότητα φορτίου " ρ " με τη βοήθεια του οποίου θα υπολογίζω το συνολικό φορτίο

Γραμμική κατανομή φορτίου

Γραμμική πυκνότητα φορτίου $\lambda = \frac{dq}{dl}$

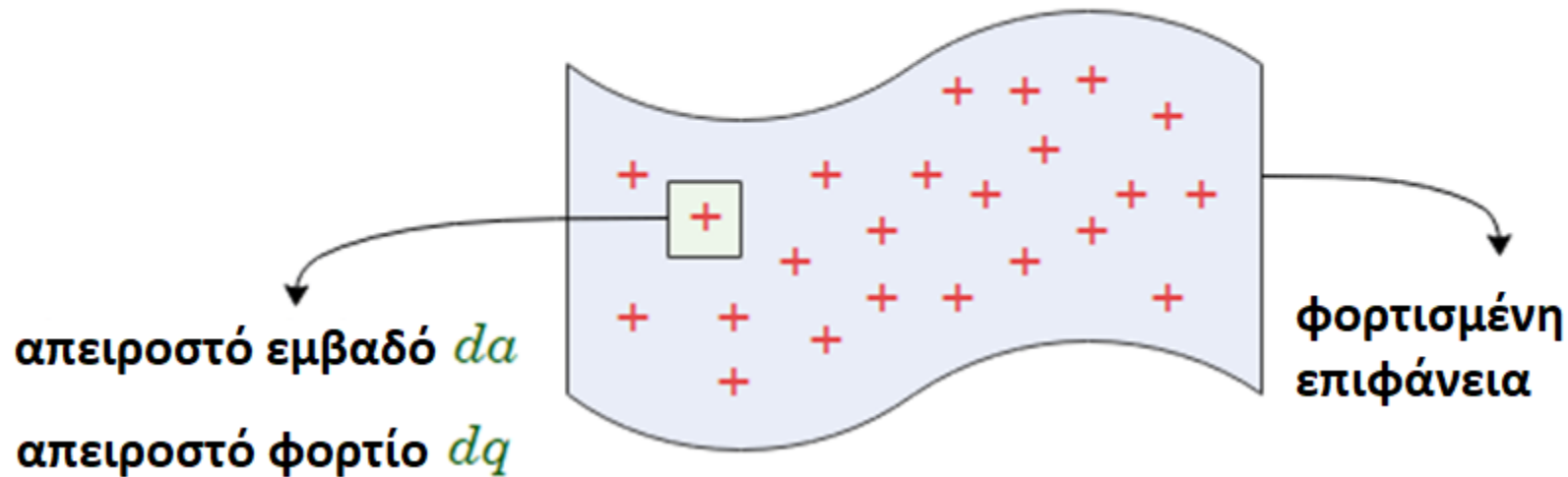


$$\int_C \lambda(\vec{r}, t) dl = Q(t)$$

Για να βρω το συνολικό φορτίο υπολογίζω το επικαμπύλιο ολοκλήρωμα της γραμμικής πυκνότητας φορτίου λ κατά μήκος ολόκληρης της γραμμικής κατανομής. Όταν το λ είναι σταθερό, έχω ομοιόμορφη κατανομή φορτίου και το φορτίο μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $Q = \lambda l$ όπου l το μήκος της γραμμής.

Επιφανειακή κατανομή φορτίου

Επιφανειακή κατανομή φορτίου $\sigma = \frac{dq}{d\alpha}$

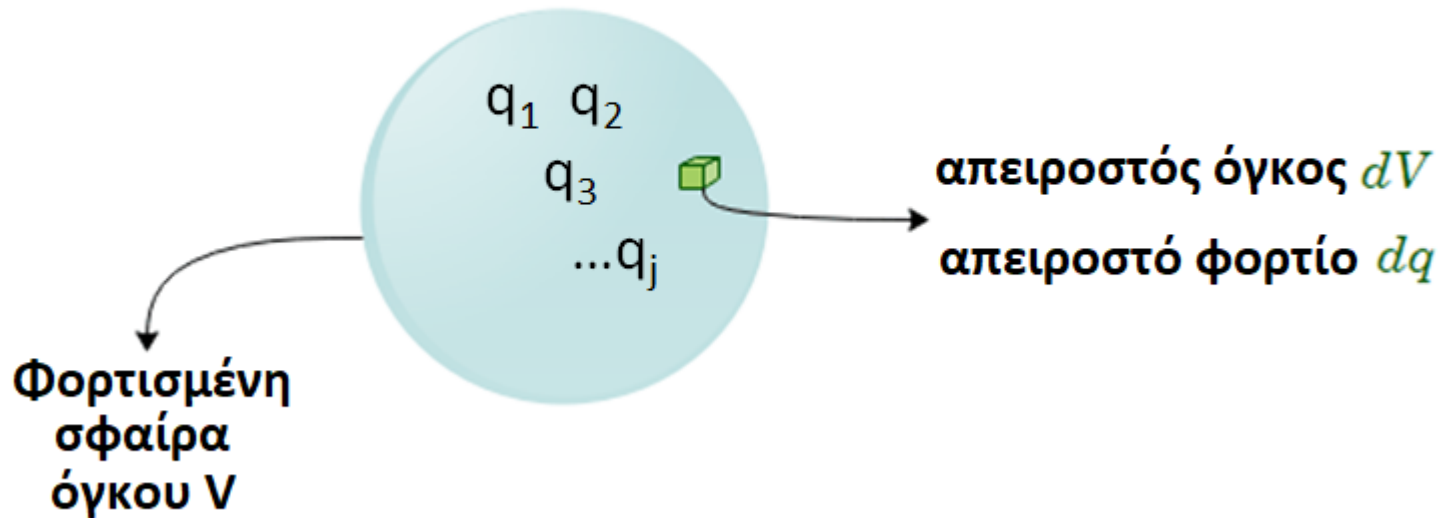


$$\iint_S \sigma(\vec{r}, t) d\alpha = Q(t)$$

Για να βρω το συνολικό φορτίο Q υπολογίζω το επιεπιφάνειο ολοκλήρωμα της επιφανειακής πυκνότητας φορτίου σ σε όλη την επιφάνεια. Όταν το σ είναι σταθερό, έχω ομοιόμορφη κατανομή φορτίου και το φορτίο μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $Q = \sigma A$ όπου A το εμβαδόν της επιφάνειας.

Κατανομή φορτίου όγκου

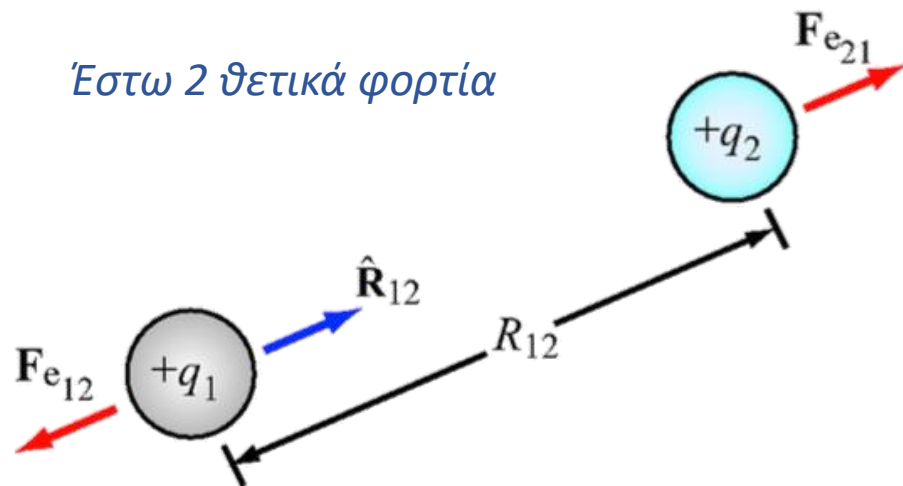
Πυκνότητα φορτίου όγκου $\rho = \frac{dq}{dV}$



Για να βρω το συνολικό φορτίο Q υπολογίζω το ολοκλήρωμα όγκου της πυκνότητας φορτίου ρ σε ολόκληρο τον όγκο. Όταν το ρ είναι σταθερό, έχω ομοιόμορφη κατανομή φορτίου και το φορτίο μπορεί να υπολογιστεί από τη σχέση $Q = \rho V$ όπου V ο όγκος.

$$\iiint_V \rho(\vec{r}, t) dV = Q(t)$$

Νόμος του Coulomb – Δύναμη ηλεκτροστατικού πεδίου



$$\vec{F}_{e12} = -\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{R_{12}^2} \hat{R}_{12} \quad (N)$$

$$\vec{F}_{e21} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{R_{12}^2} \hat{R}_{12} \quad (N)$$

ϵ_0 : διηλεκτρική
διαπερατότητα
του κενού

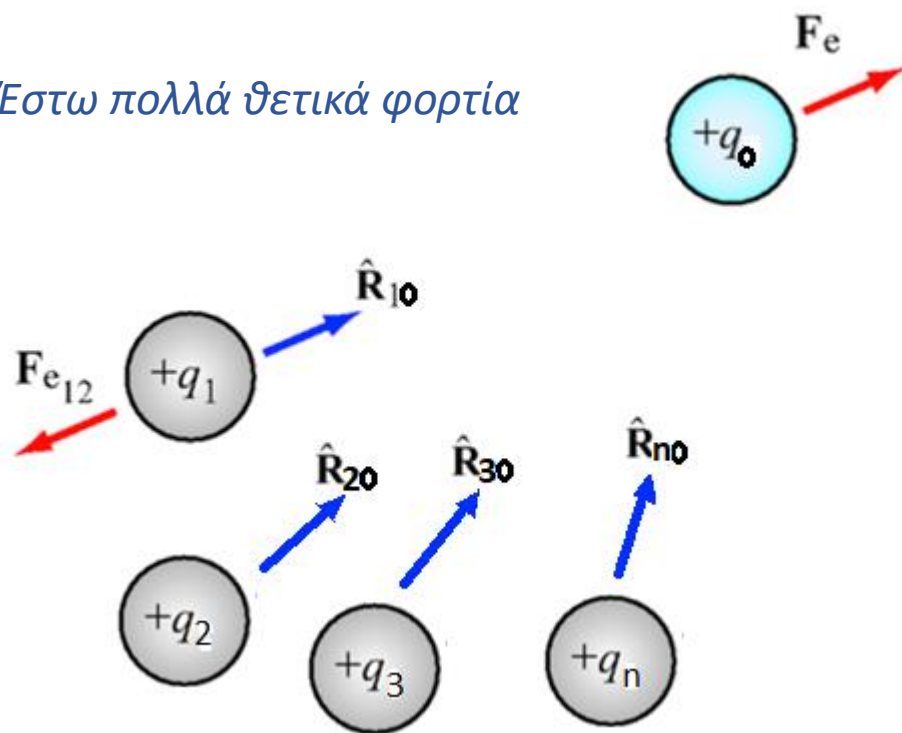
$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \left(\frac{F}{m} \right)$$

Το \hat{R}_{12} είναι ένα **μοναδιαίο διάνυσμα**. Δηλαδή έχει μέτρο ίσο με 1 και βρίσκεται πάνω στην ευθεία που ενώνει τα φορτία. Έτσι όπως το έχουμε σχεδιάσει έχει φορά από το 1 προς το 2.
 R_{12} είναι το ευθύγραμμο τμήμα που ενώνει τα 2 φορτία και αντιστοιχεί στην απόσταση που έχουν μεταξύ τους.

Μέσα σε παρένθεση, μετά την
εξίσωση μπαίνουν οι μονάδες

Νόμος του Coulomb – Δύναμη ηλεκτροστατικού πεδίου - 2

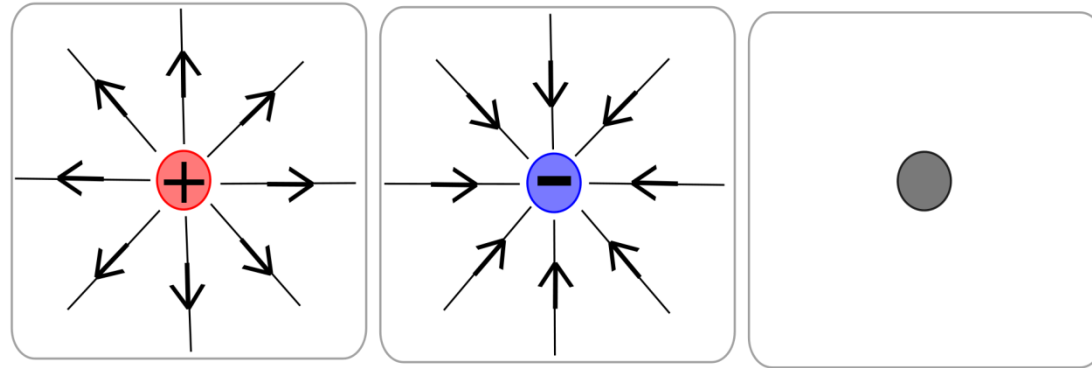
Έστω πολλά θετικά φορτία



$$\vec{F}_e = \frac{q_0}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{R_{i0}^2} \hat{R}_{i0}$$

Η δύναμη που θα ασκείται στο φορτίο q_0 θα είναι ίση με τη συνισταμένη δύναμη (διανυσματικό άθροισμα) των δυνάμεων που ασκούν όλα τα φορτία

Ένταση του ηλεκτρικού πεδίου



$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

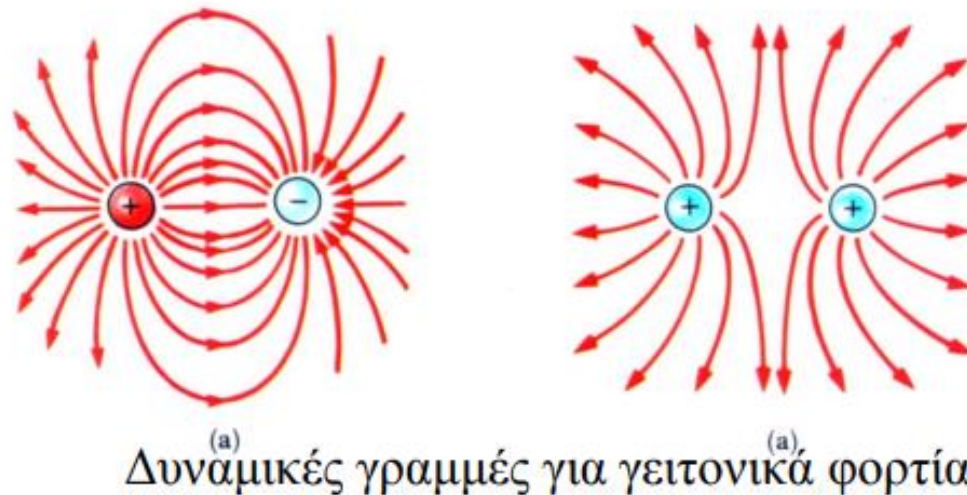
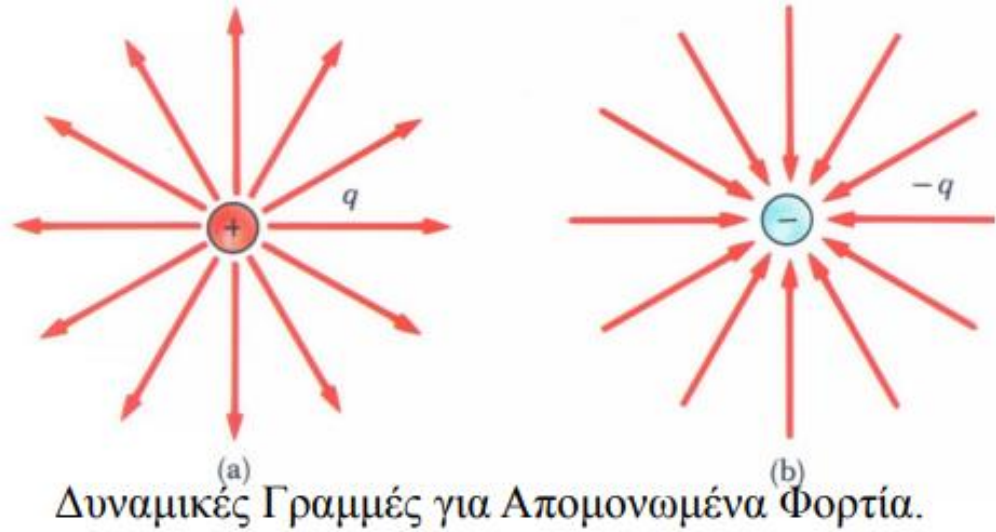
$$\vec{E} = \hat{R} \frac{q}{4\pi\epsilon_0 R^2} \text{ (N/Cb)}$$

$$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{i=1}^n \frac{q_i}{R_{i0}^2} \hat{R}_{i0}$$

Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου εξαρτάται μόνο από το φορτίο που δημιουργεί το πεδίο και όχι από τα φορτία στα οποία ασκείται η δύναμη

Παράσταση της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου – δυναμικές γραμμές

- Η Εφαπτόμενη στη Δυναμική Γραμμή είναι η διεύθυνση της Έντασης.
- Η πυκνότητα των δυναμικών Γραμμών είναι ανάλογη με το μέτρο της έντασης στην περιοχή.
- Οι Δυν. Γραμμές ξεκινούν από τα Θετικά φορτία και καταλήγουν στα Αρνητικά.



Ηλεκτρικό δυναμικό

Το δυναμικό ϕ αντιστοιχεί στο έργο (ενέργεια) που δαπανά ένα φορτίο για να μετακινηθεί από ένα σημείο του πεδίου σε ένα άλλο. Σε ένα τυχαίο σημείο P του πεδίου, το δυναμικό υπολογίζεται ως προς τυχαίο σημείο O ως εξής:

$$\varphi_P = \int_P^O \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

Το δυναμικό είναι βαθμωτό μέγεθος

$$\vec{E} = -\vec{\nabla} \varphi$$

Το πεδίο είναι διανυσματικό μέγεθος

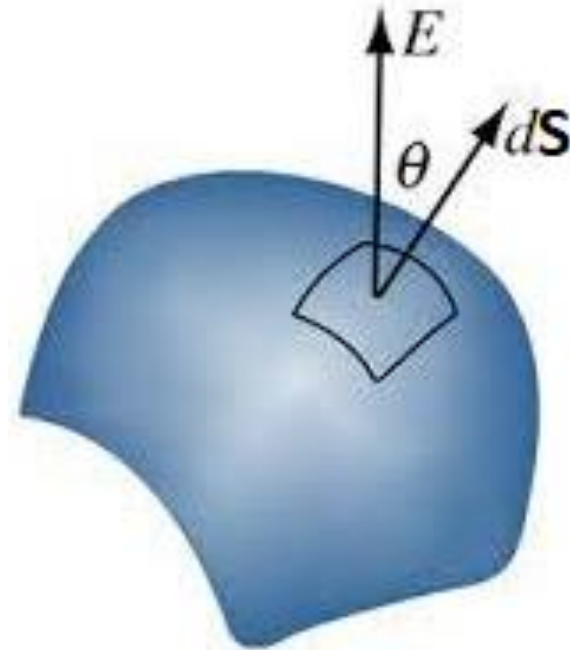
Αν είναι γνωστό το δυναμικό ϕ μπορώ να υπολογίσω την ένταση του ηλεκτρικού πεδίου από την κλίση του δυναμικού σύμφωνα με τη σχέση:

Ηλεκτρική ροή – Νόμος του Gauss

Η ηλεκτρική ροή Φ_E είναι φυσικό μέγεθος που εκφράζει τον αριθμό των δυναμικών γραμμών ενός ηλεκτρικού πεδίου που διαπερνούν μια επιφάνεια. Δίνεται από το ολοκλήρωμα επιφάνειας:

$$\Phi_E = \iint_S \vec{E} \cdot d\vec{S}$$

Έχω το **εσωτερικό γινόμενο** της έντασης του ηλεκτρικού πεδίου \vec{E} και του διανύσματος της επιφάνειας $d\vec{S}$. Το διάνυσμα της επιφάνειας $d\vec{S}$ είναι κάθετο στην επιφάνεια.



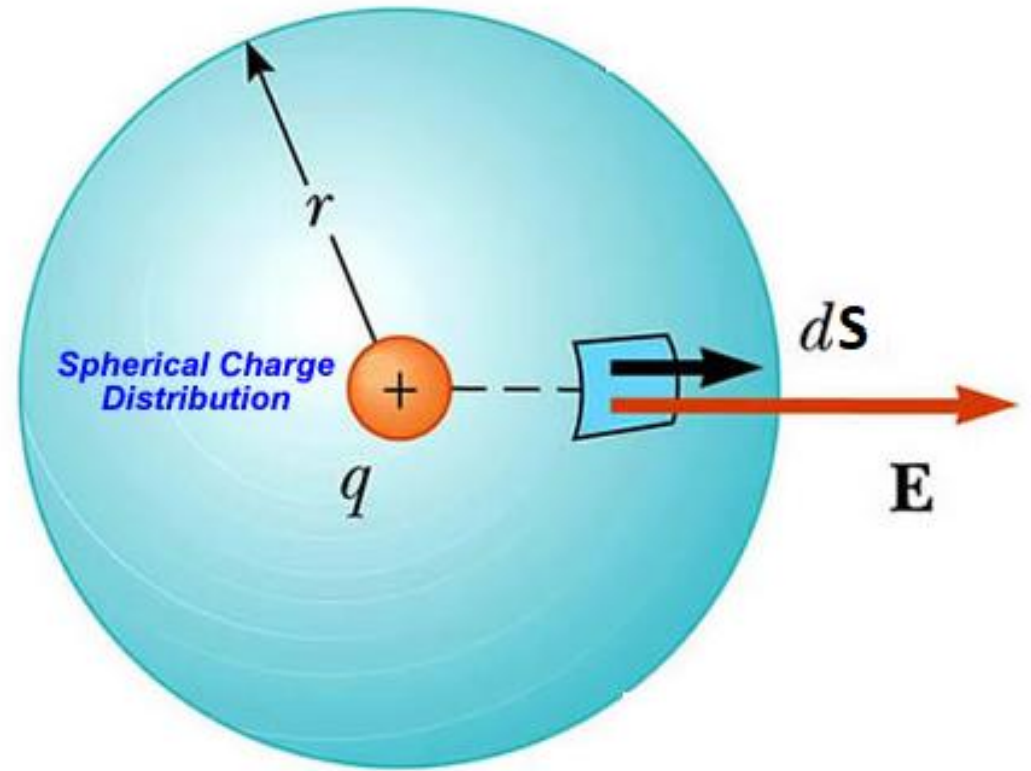
Ηλεκτρική ροή – Νόμος του Gauss

Η ηλεκτρική ροή συνδέεται με το φορτίο ενός ηλεκτρικού πεδίου με τον νόμο του Gauss:

$$\oiint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{1}{\epsilon_0} \iiint_V \rho dV = \frac{Q}{\epsilon_0}$$

Ο νόμος του Gauss σε διαφορική μορφή:

$$\vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$$



Ερωτήσεις

- Ποια ποσότητα ολοκληρώνω για να υπολογίσω το φορτίο που βρίσκεται κατανεμημένο σε μια γραμμή, μια επιφάνεια ή έναν όγκο;
- Πότε μια κατανομή φορτίου ονομάζεται ομοιόμορφη;
- Η δύναμη του ηλεκτροστατικού πεδίου είναι αντιστρόφως ανάλογη με ποιο μέγεθος;
- Το διάνυσμα της δύναμης του ηλεκτροστατικού πεδίου ως προς το διάνυσμα που ενώνει 2 σημειακά φορτία, τι σχέση έχουν;
- Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου, από ποια φορτία εξαρτάται;
- Ποιο μέγεθος περιγράφουν οι δυναμικές γραμμές;
- Το δυναμικό είναι βαθμωτό ή διανυσματικό μέγεθος;
- Τι εκφράζει η ηλεκτρική ροή;
- Ποια βασικά μεγέθη του ηλεκτρομαγνητισμού συνδέει ο νόμος του Gauss;