

Κεφάλαιο 21

Ηλεκτρικά Φορτία και Ηλεκτρικά Πεδία



Περιεχόμενα 21

- Στατικός Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρικό Φορτίο και η διατήρηση αυτού
- Ηλεκτρικό φορτίο στο άτομο
- Αγωγοί και Μονωτές
- Επαγόμενα Φορτία
- Ο Νόμος του Coulomb
- Το Ηλεκτρικό Πεδίο
- Υπολογισμός Ηλεκτρικού πεδίου για συνεχή κατανομή φορτίου

Περιεχόμενα 21

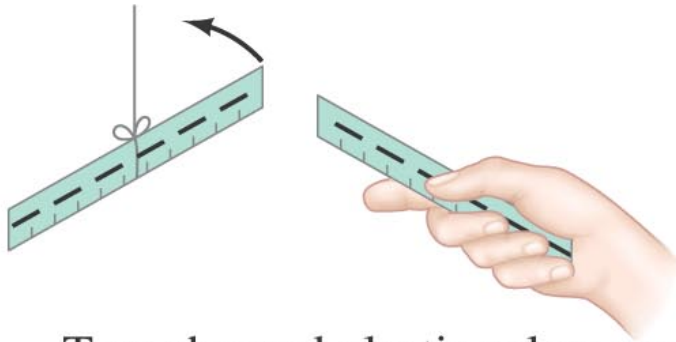
- **Δυναμικές Γραμμές Πεδίων**
- **Ηλεκτρικά πεδία και αγωγοί**
- **Κίνηση φορτισμένου Σωματιδίου σε Ηλεκτρικό πεδίο**
- **Ηλεκτρικά δίπολα**
- **Ηλεκτρικές δυνάμεις στην Χημεία και Βιολογία: DNA**
- **Φωτοτυπικά Μηχανήματα και Εκτυπωτές χρησιμοποιούν Ηλεκτροστατισμό**

21-1 Στατικός Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρικό Φορτίο και η διατήρησή αυτού

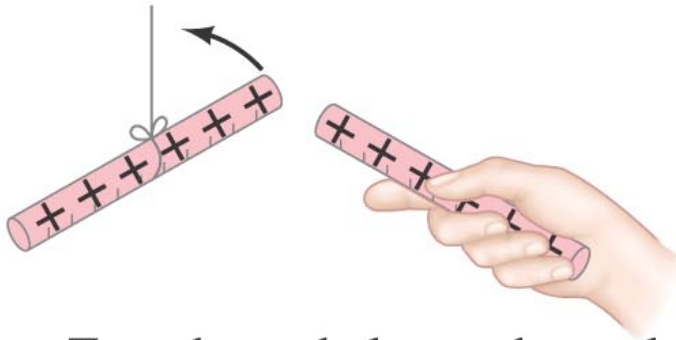
Αντικείμενα μπορούν να φορτιστούν μέσω τριβής



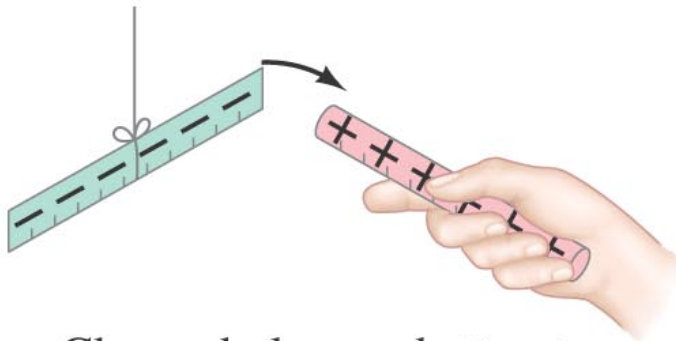
21-1 Στατικός Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρικό Φορτίο και η διατήρησή αυτού



Two charged plastic rulers repel



Two charged glass rods repel



Charged glass rod attracts charged plastic ruler

Υπάρχουν δύο είδη φορτίων: τα ονομάζουμε **θετικά** και **αρνητικά**. Τα όμοια φορτία απωθούνται και τα ανόμοια έλκονται.

21-1 Στατικός Ηλεκτρισμός, Ηλεκτρικό Φορτίο και η διατήρηση αυτού

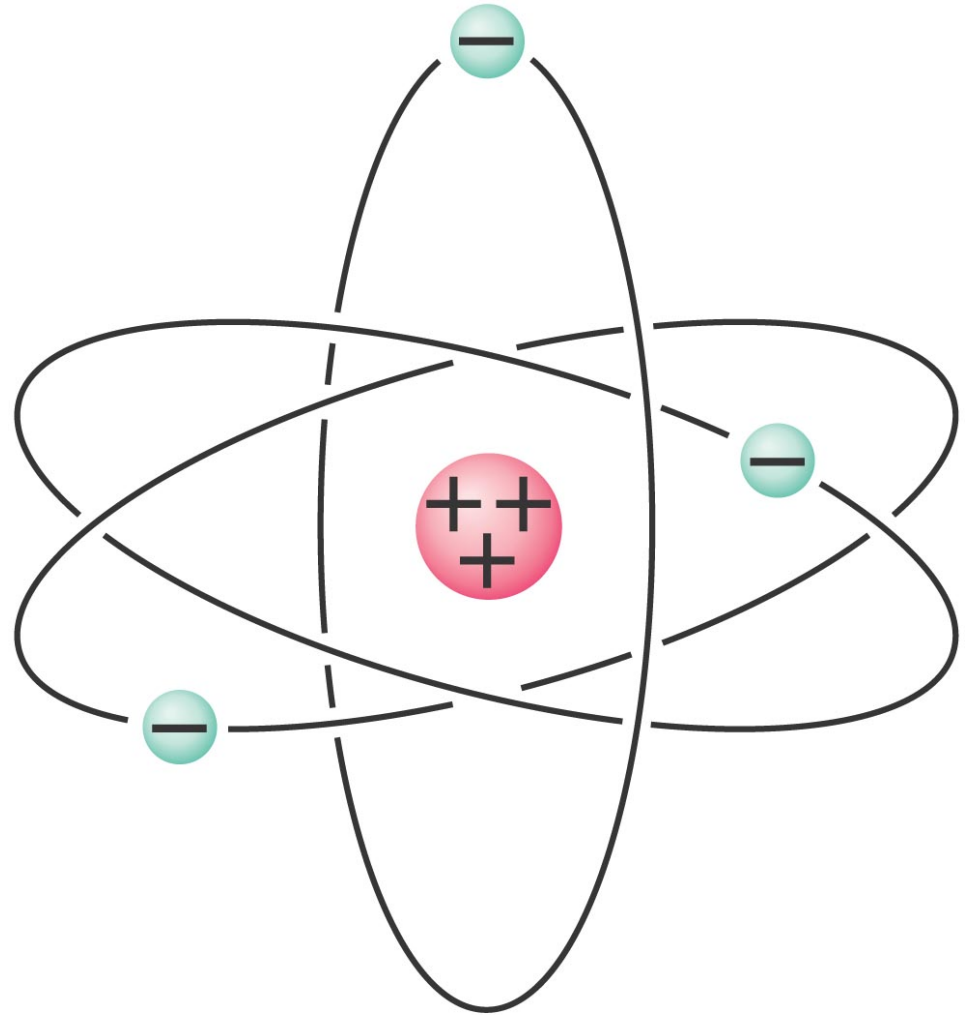
Το ηλεκτρικό φορτίο διατηρείται, δηλ. το άθροισμα των ηλεκτρικών φορτίων σε ένα κλειστό σύστημα δεν μεταβάλλεται λόγω αλληλεπιδράσεων.

21-2 Ηλεκτρικό φορτίο στο άτομο

Άτομο:

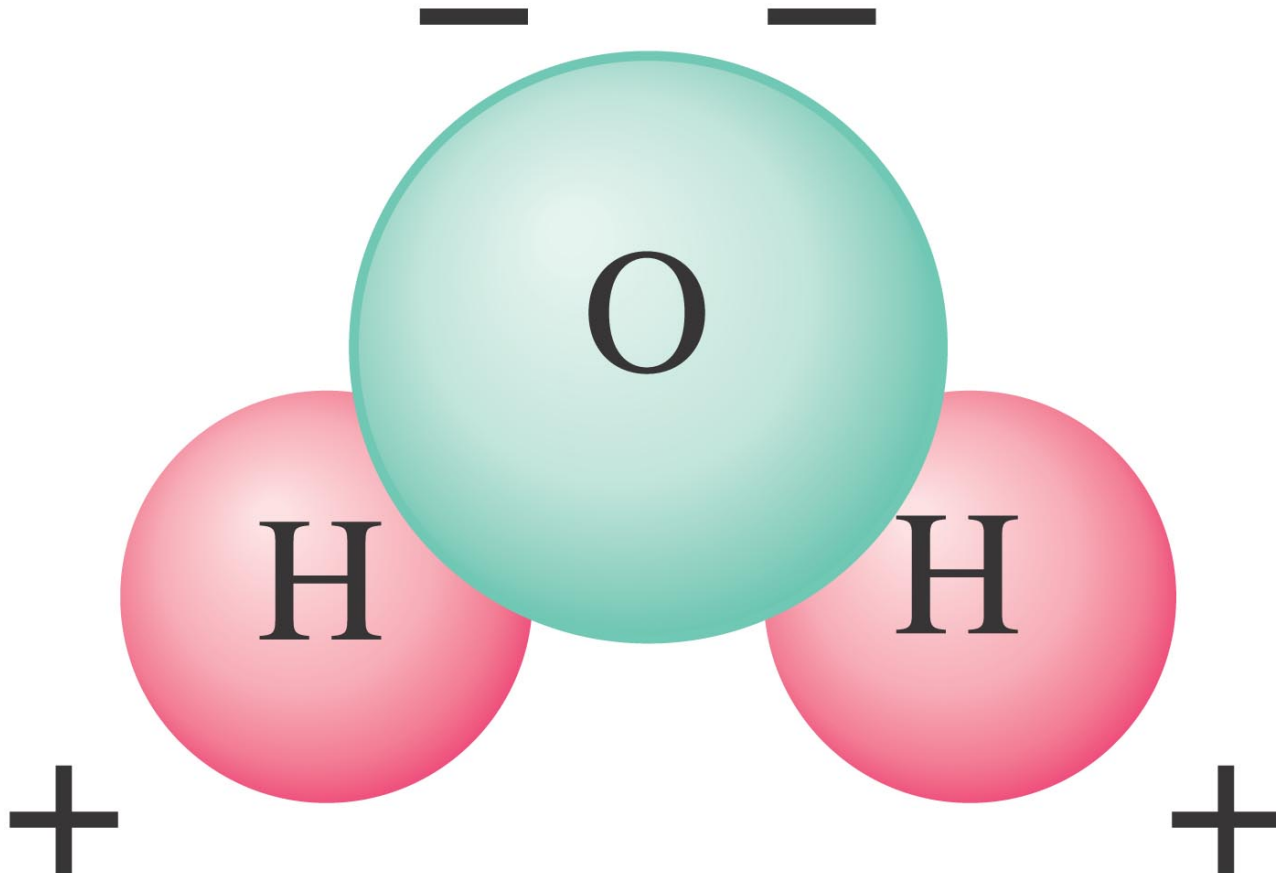
Πυρήνας (μικρός,
μεγάλη μάζα, **ΘΕΤΙΚΟ**
φορτίο)

Νέφος Ηλεκτρονίων
(εκτεταμένο, χαμηλής
πυκνότητας,
ΑΡΝΗΤΙΚΟ φορτίο)



21-2 Ηλεκτρικό φορτίο στο άτομο

Πολικό Μόριο: συνολικά ηλεκτρικά ουδέτερο,
αλλά χωρίς ομογενή κατανομή του φορτίου



21-3 Αγωγοί και Μονωτές

Αγωγός:

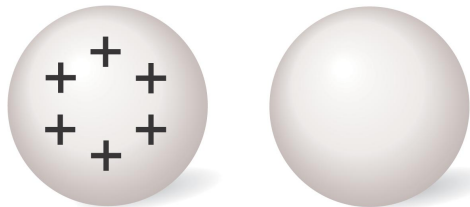
Τα φορτία ρέουν
ελευθέρα στα
μέταλλα

Μονωτές (διηλεκτρικά):

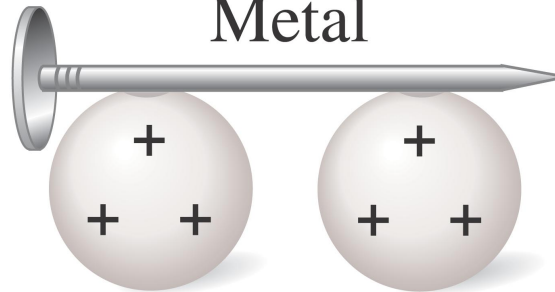
Σχεδόν μηδενική ροή
φορτίων στα
περισσότερα υπόλοιπα
υλικά

Μερικά υλικά είναι ημιαγωγοί.

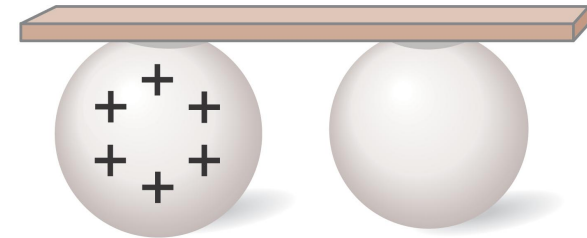
Charged Neutral



Metal



Wood

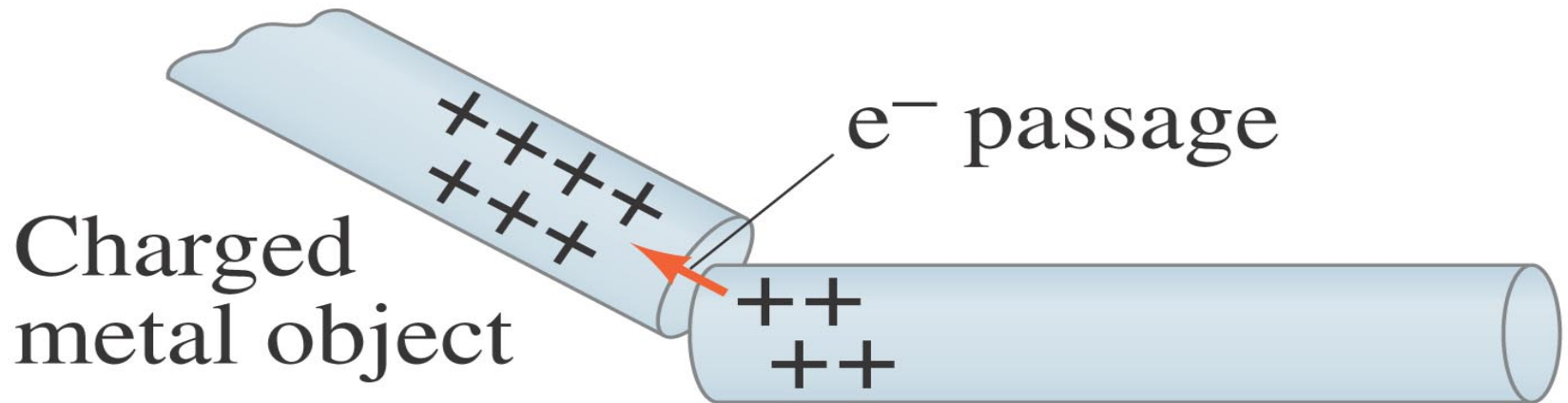


21-4 Επαγόμενο Φορτίο- Ηλεκτροσκόπιο

Μεταλλικά αντικείμενα μπορεί να φορτιστούν
μέσω αγωγιμότητας



(a) Neutral metal rod



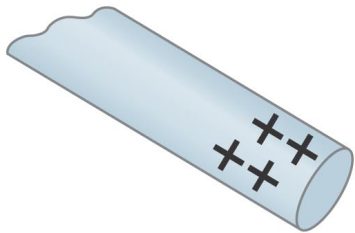
(b) Metal rod acquires
charge by contact

21-4 Επαγόμενο Φορτίο- Ηλεκτροσκόπιο

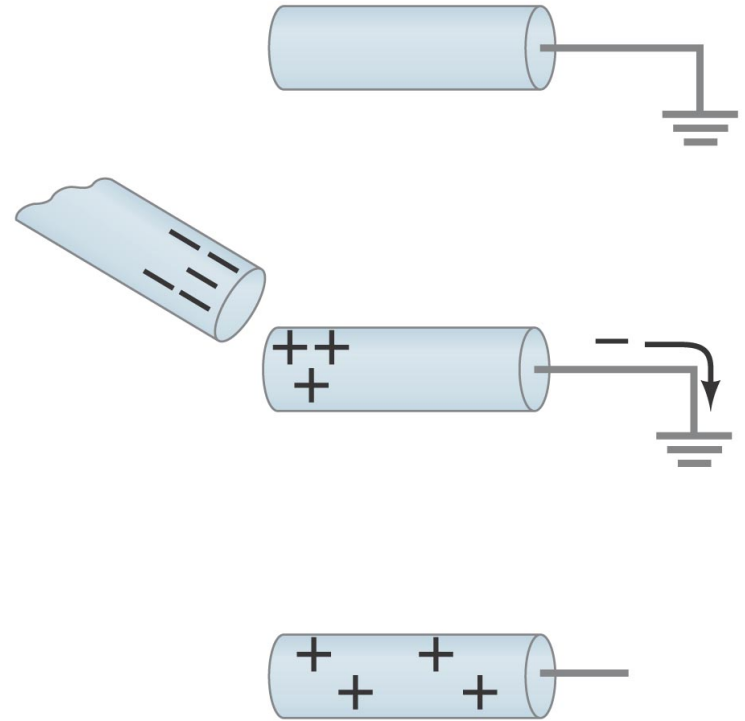
Μπορούν όμως να φορτιστούν και **επαγωγικά** είτε είναι συνδεδεμένα με τη γη ή όχι:



Neutral metal rod



Metal rod still neutral, but with a separation of charge

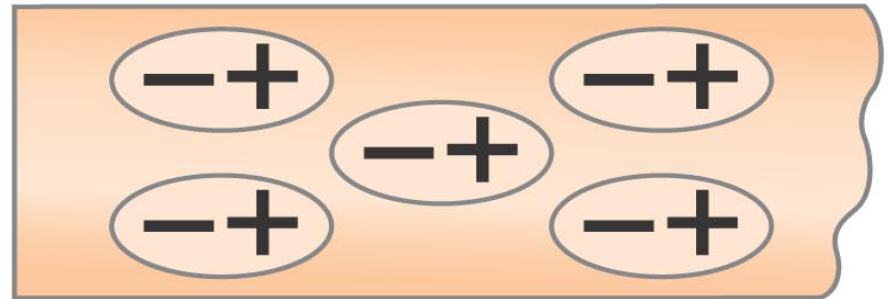
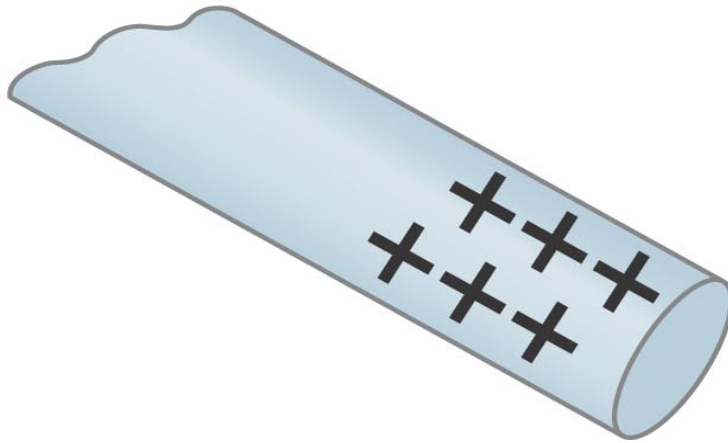


21-4 Επαγόμενο Φορτίο- Ηλεκτροσκόπιο

Οι μονωτές (διηλεκτρικά)

(<http://en.wikipedia.org/wiki/Dielectric>)

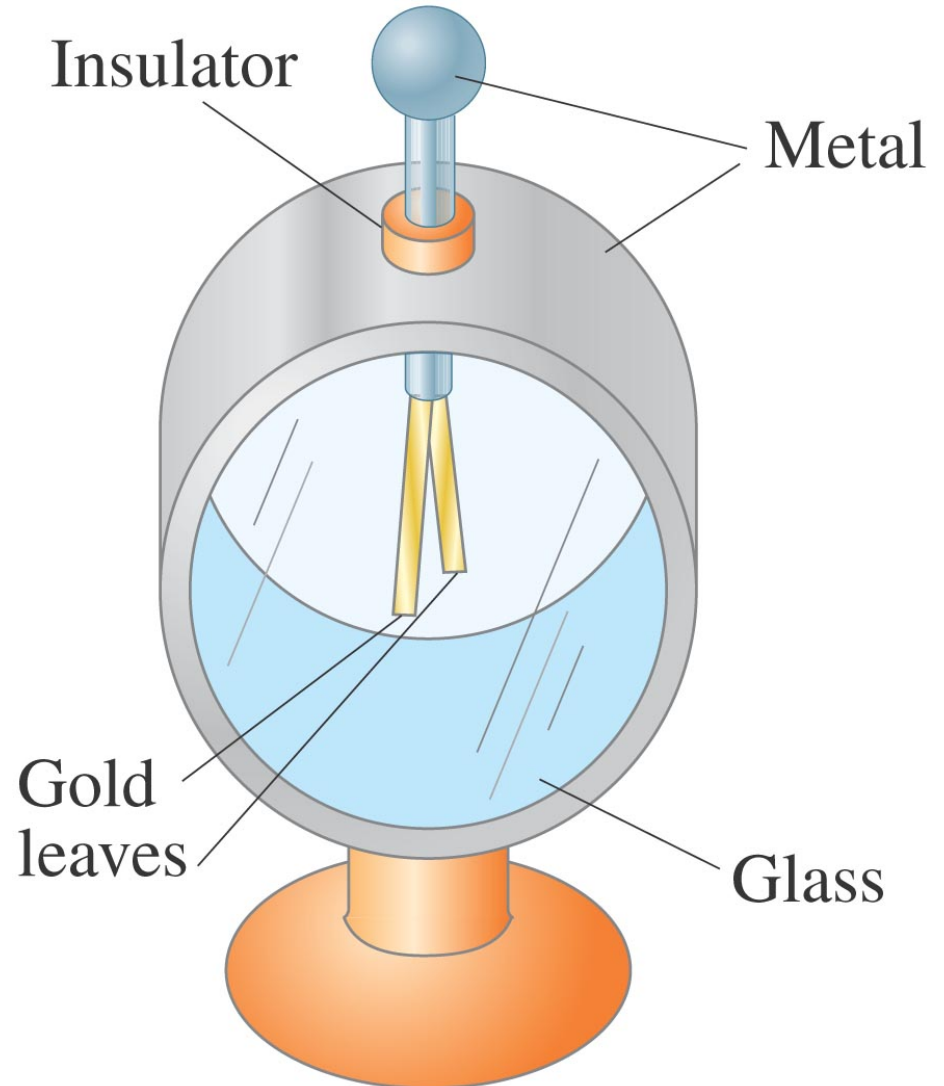
δεν φορτίζονται ούτε με αγωγιμότητα ούτε επαγωγικά. Βιώνουν μόνο διαχωρισμό φορτίου.



Nonconductor

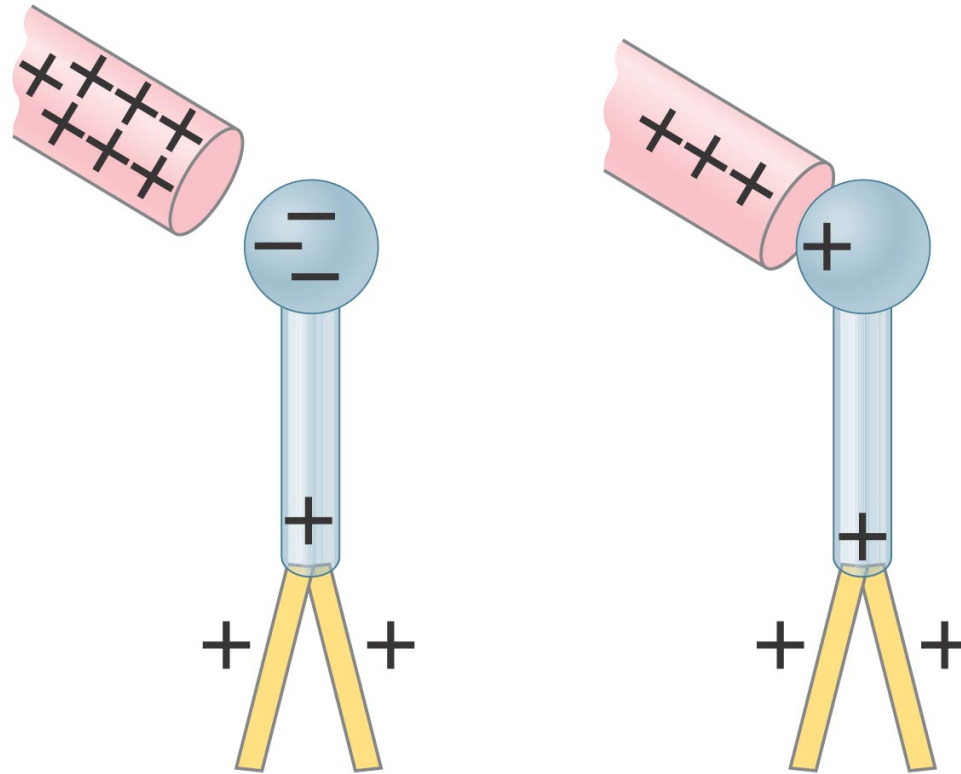
21-4 Επαγόμενο Φορτίο- Ηλεκτροσκόπιο

Το ηλεκτροσκόπιο
μπορεί να μετρήσει
φορτίο.



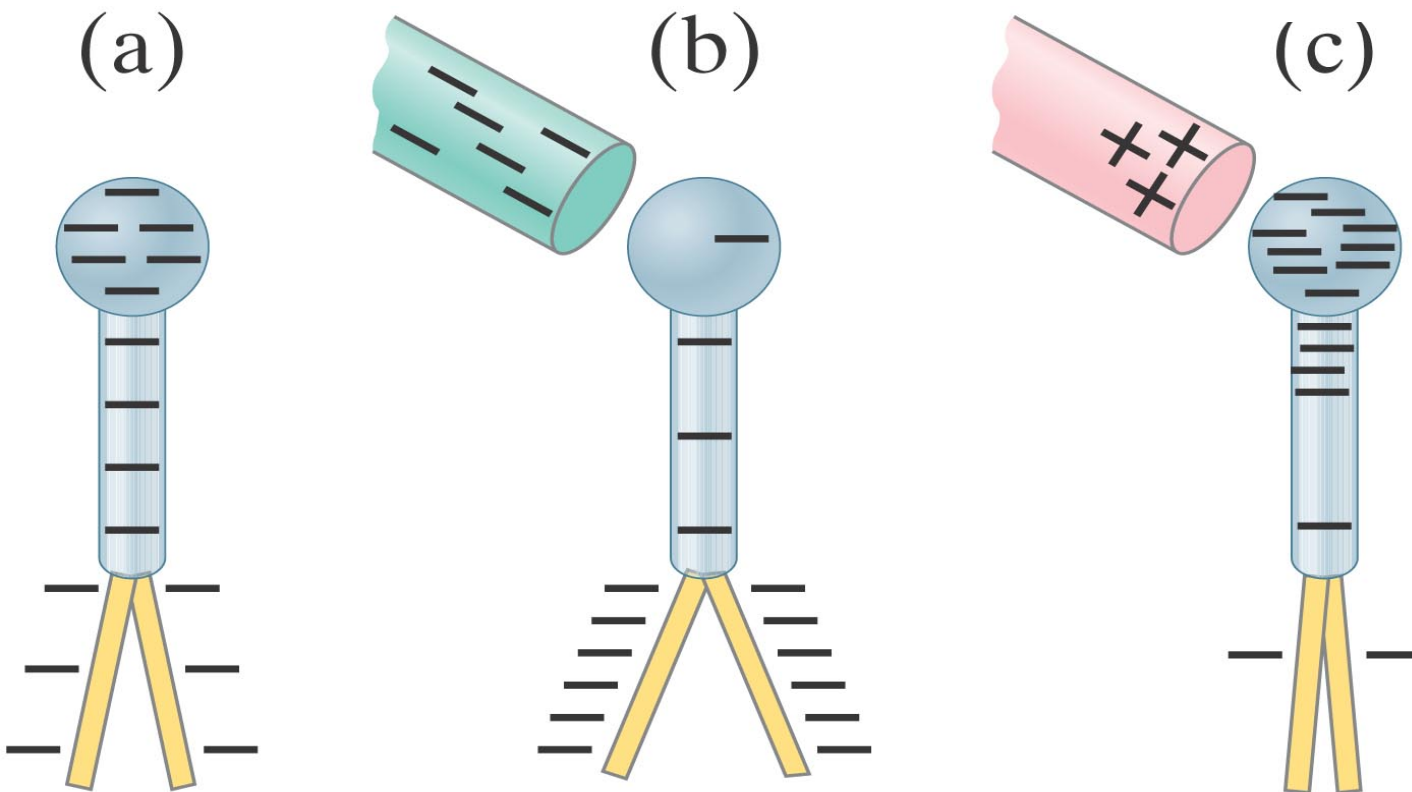
21-4 Επαγόμενο Φορτίο- Ηλεκτροσκόπιο

Το ηλεκτροσκόπιο μπορεί να φορτιστεί είτε με αγωγιμότητα είτε επαγωγικά.



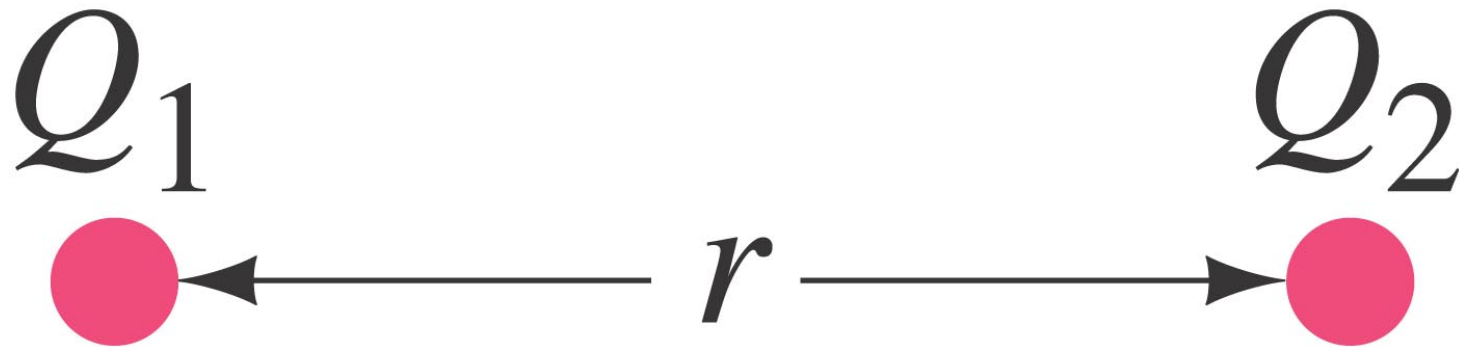
21-4 Επαγόμενο Φορτίο- Ηλεκτροσκόπιο

Ένα φορτισμένο ηλεκτροσκόπιο μπορεί να προσδιορίσει το πρόσημο ενός άγνωστου φορτίου.



21-5 Νόμος του Coulomb

Πειραματικά βρίσκουμε ότι η ηλεκτρική δύναμη μεταξύ δύο φορτίων είναι ανάλογη του γινομένου των φορτίων του και αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασής τους



21-5 Νόμος του Coulomb

Coulomb's law:

$$F = k \frac{Q_1 Q_2}{r^2}.$$

[magnitudes]

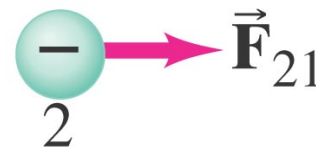
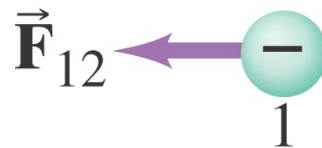
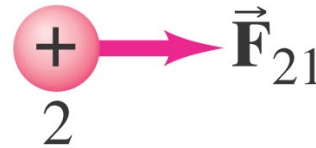
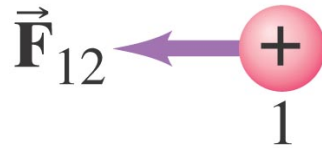
Η εξίσωση αυτή δίνει το μέγεθος της ηλεκτρικής δύναμης.

21-5 Νόμος του Coulomb

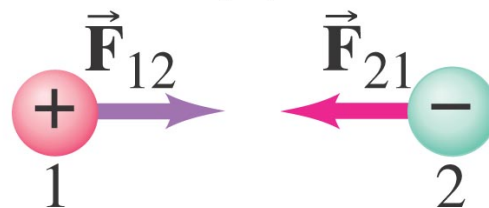
Η διεύθυνση της δύναμης είναι η ευθεία που ενώνει τα δύο φορτία και η είναι **ελκτική** όταν τα φορτία είναι **ανόμοια** και **απωστική** όταν τα φορτία είναι **όμοια**.

F_{12} = force on 1
due to 2

F_{21} = force on 2
due to 1



(b)



21-5 Νόμος του Coulomb

Μονάδα Φορτίου: Coulomb, C.

Η σταθερά αναλογίας του νόμου του Coulomb είναι:

$$k = 8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2.$$

Τα φορτία που αναπτύσσονται μέσω τριβής είναι της τάξης των microcoulomb:

$$1 \mu\text{C} = 10^{-6} \text{ C}.$$

21-5 Νόμος του Coulomb

Το φορτίο του ηλεκτρονίου είναι:

$$e = 1.602 \times 10^{-19} \text{ C.}$$

Το ηλεκτρικό φορτίο είναι
«κβαντισμένο» σε πολλαπλάσια του
φορτίου του ηλεκτρονίου.

21-5 Νόμος του Coulomb

Η σταθερά αναλογίας του k συνδέεται με την **ηλεκτρική διαπερατότητα του κενού ϵ_0** :

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2},$$

where

$$\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi k} = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2.$$

21-5 Νόμος του Coulomb

Ποιο από τα δύο φορτία ασκεί μεγαλύτερη δύναμη;

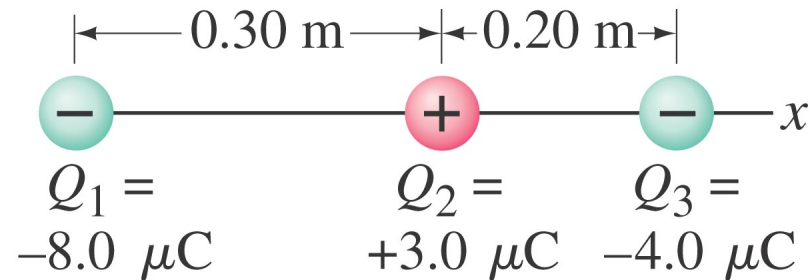
Δύο θετικά σημειακά φορτία, $Q_1 = 50 \mu\text{C}$ και $Q_2 = 1 \mu\text{C}$, απέχουν μεταξύ τους ℓ .

Ποια δύναμη είναι μεγαλύτερη, αυτή που ασκεί το Q_1 στο Q_2 ή το Q_2 στο Q_1 ;



21-5 Ο Νόμος του Coulomb

Δίδονται τα τρία φορτία του σχήματος. Βρείτε τη συνολική δύναμη στο Q_3 .



(a)

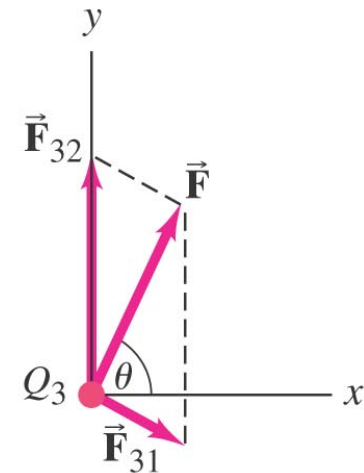
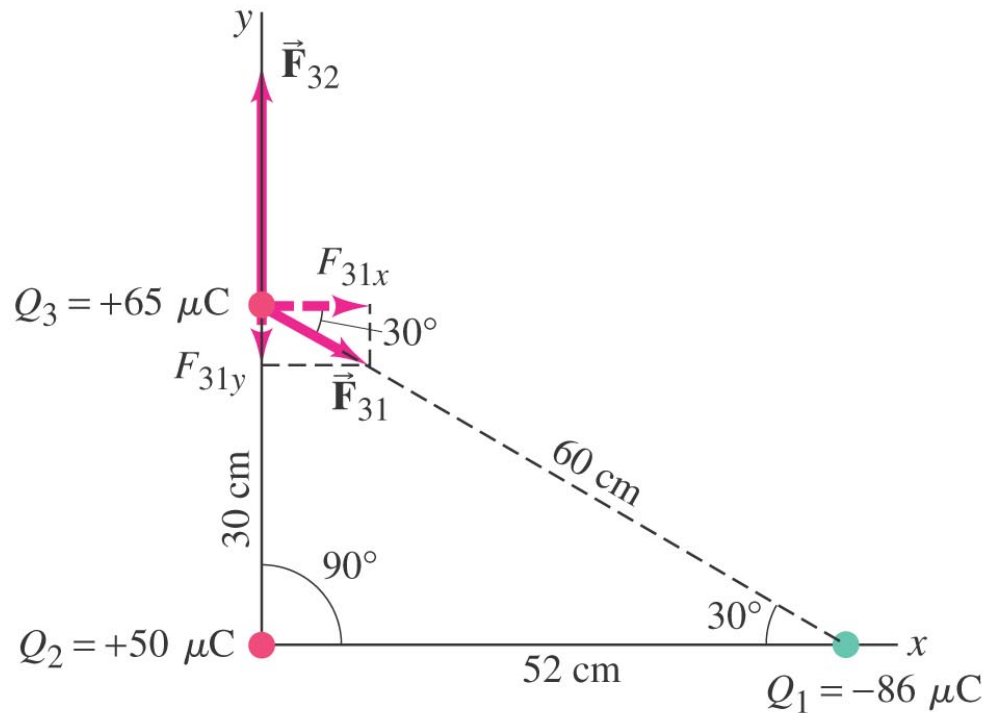


ΑΠΑΝΤΗΣΗ

$F = -1.5\text{ N}$

21-5 Ο Νόμος του Coulomb

Βρείτε τη συνολική δύναμη στο Q_3 του σχήματος λόγω των φορτίων Q_1 και Q_2 .

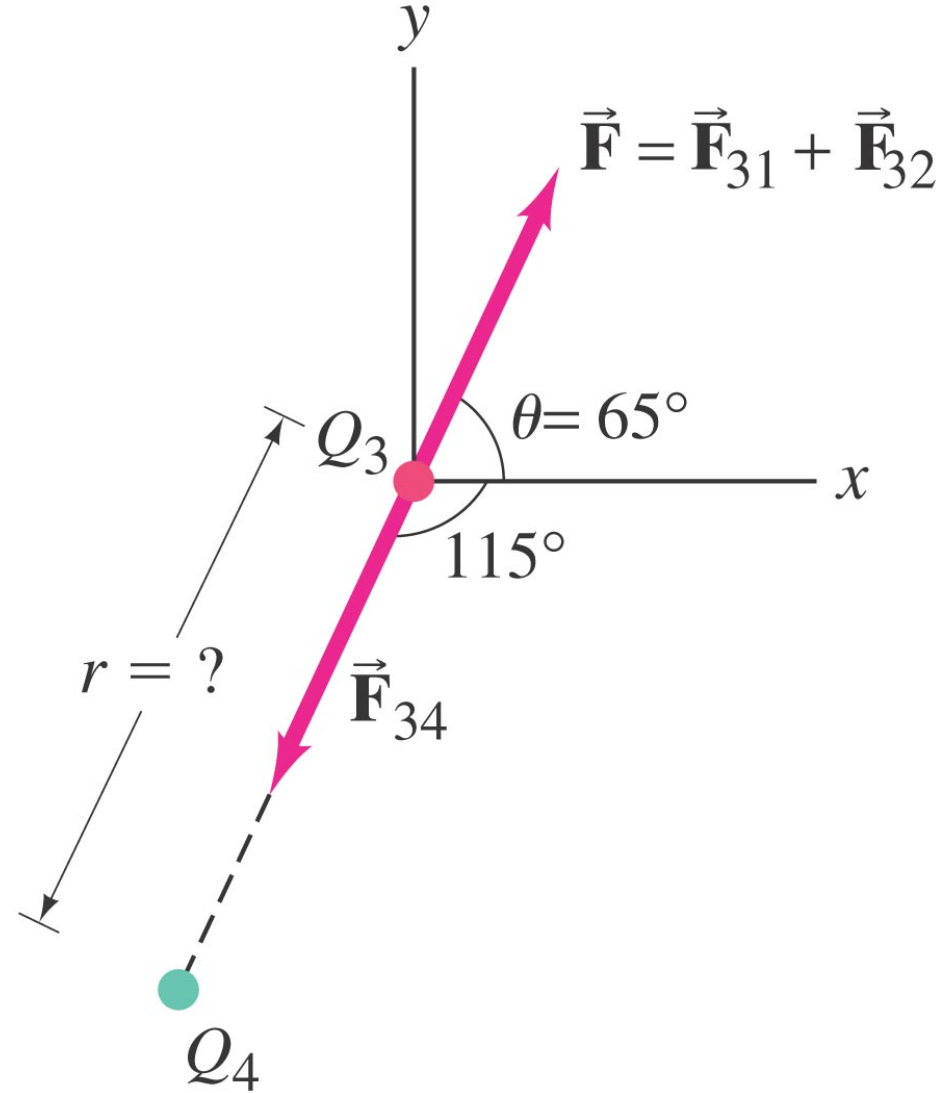


ΛΥΣΗ

$$\mathbf{F = 290\ N}$$

$$\mathbf{\theta = 65^\circ}$$

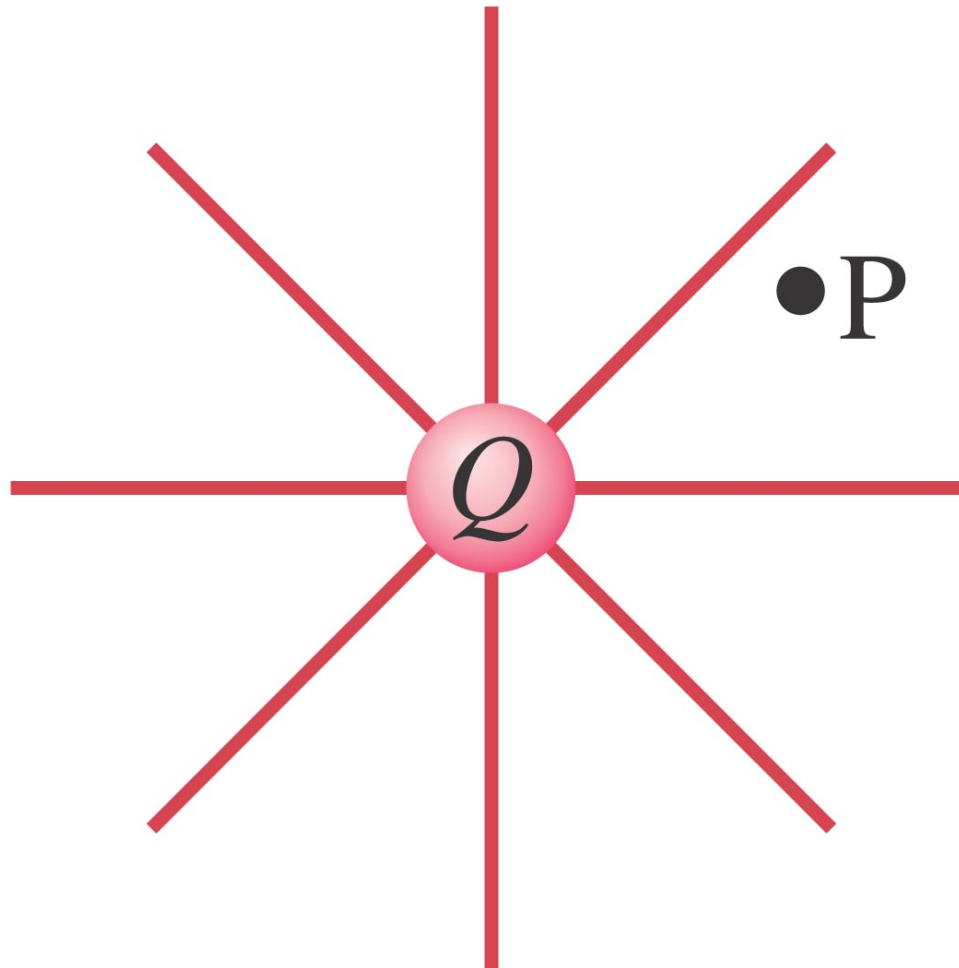
Στο σχήμα βρείτε που πρέπει να τοποθετηθεί το τέταρτο φορτίο, $Q_4 = -50 \mu\text{C}$, ώστε η συνολική δύναμη στο φορτίο Q_3 να μηδενιστεί.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

21-6 Ηλεκτρικό Πεδίο

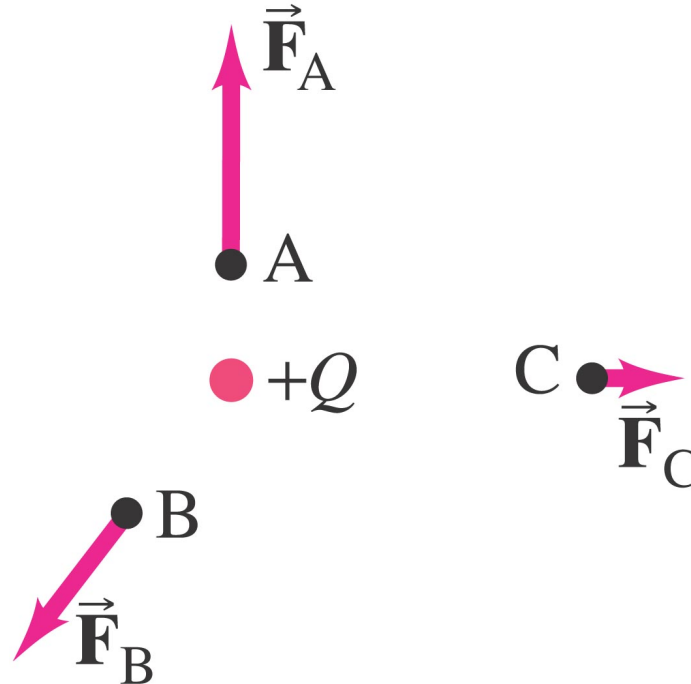
Κάθε φορτίο έχει γύρω του (δημιουργεί) ένα ηλεκτρικό πεδίο



21-6 Το Ηλεκτρικό Πεδίο

Το Ηλεκτρικό Πεδίο είναι ο λόγος της Ηλεκτρικής Δύναμης ως προς το φορτίο:

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



21-6 Ηλεκτρικό Πεδίο

Για σημειακό φορτίο:

$$E = \frac{F}{q} = \frac{kqQ/r^2}{q}$$

$$E = k \frac{Q}{r^2};$$

[single point charge]

or, in terms of ϵ_0 as in Eq. 21-2 ($k = 1/4\pi\epsilon_0$):

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}.$$

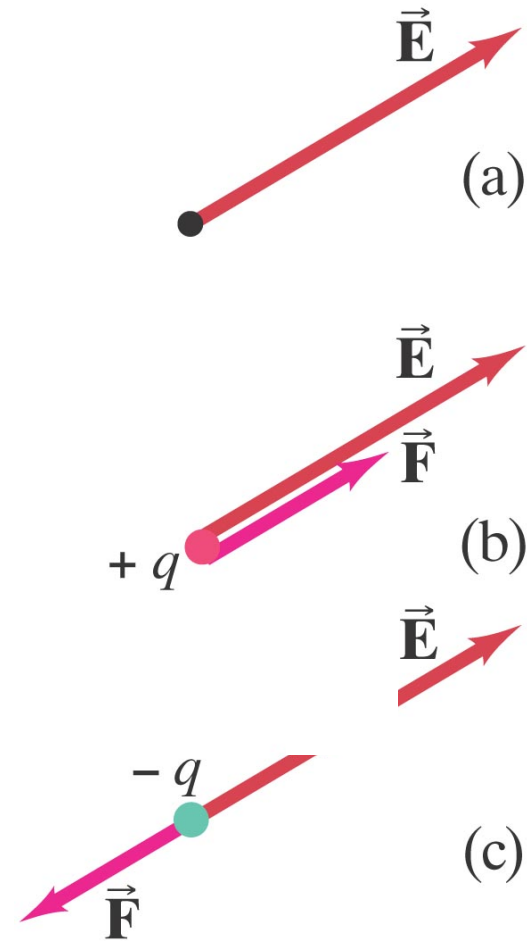
[single point charge]

21-6 Ηλεκτρικό Πεδίο

Η δύναμη που ασκείται σε ένα φορτίο λόγω του Ηλεκτρικού Πεδίου είναι

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

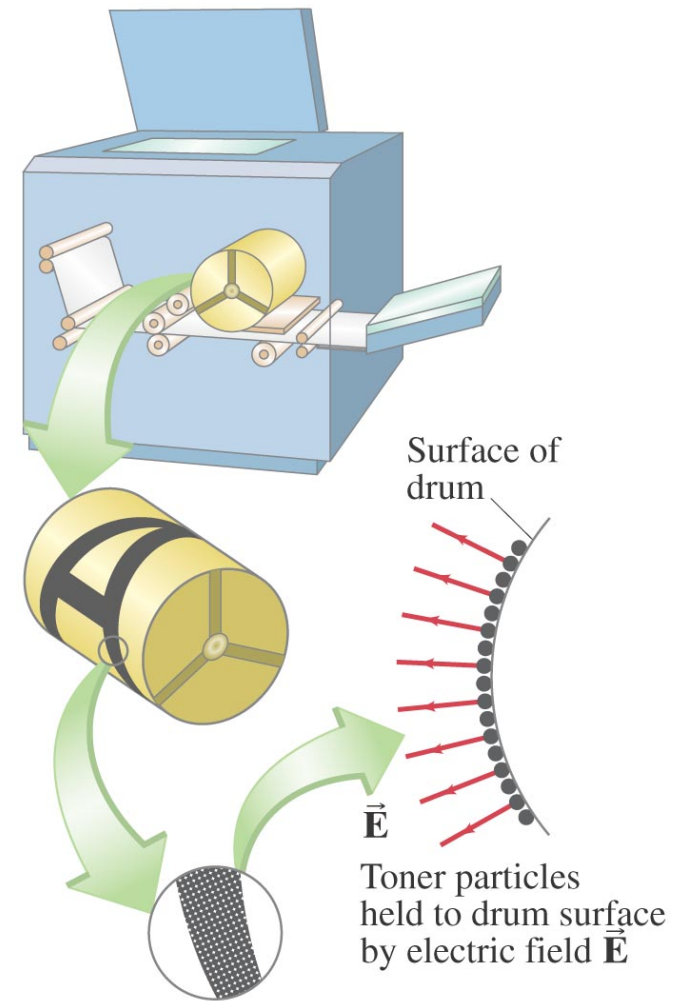
Για να καθορίσουμε τη φορά του διανύσματος θεωρούμε ότι έχουμε ένα (δοκιμαστικό) **ΘΕΤΙΚΟ** φορτίο στο σημείο που υπολογίζεται το ηλεκτρικό πεδίο.



21-6 Ηλεκτρικό Πεδίο

Το Φωτοτυπικό Μηχάνημα.

Η λειτουργία του φωτοτυπικού βασίζεται στην ευθυγράμμιση (διαρρύθμιση) θετικών φορτίων (σε κάποιο σχέδιο που επιθυμούμε να αντιγράψουμε) πάνω στην επιφάνεια ενός κυλίνδρου, στη συνέχεια να εναποθέσουμε αρνητικά φορτισμένα σταγονίδια από μελάνι πάνω του. Τα σταγονίδια του μελανιού προσωρινά προσκολλώνται στο σχέδιο του κυλίνδρου τα οποία στη συνέχεια εναποτίθενται πάνω στο χαρτί «λιώνοντάς τα». Εάν υποθέσουμε ότι η μάζα κάθε σταγονιδίου μελανιού είναι 9.0×10^{-16} kg και φέρει περί τα 20 ηλεκτρόνια περίσσια, και ότι η δύναμη πάνω στο σταγονίδιο πρέπει να είναι τουλάχιστον διπλάσια από το βάρος του, βρείτε το μέγεθος του ηλεκτρικού πεδίου που απαιτείται κοντά στην επιφάνεια του κυλίνδρου.



APPROACH The electric force on a toner particle of charge $q = 20e$ is $F = qE$, where E is the needed electric field. This force needs to be at least as great as twice the weight (mg) of the particle.

SOLUTION The minimum value of electric field satisfies the relation

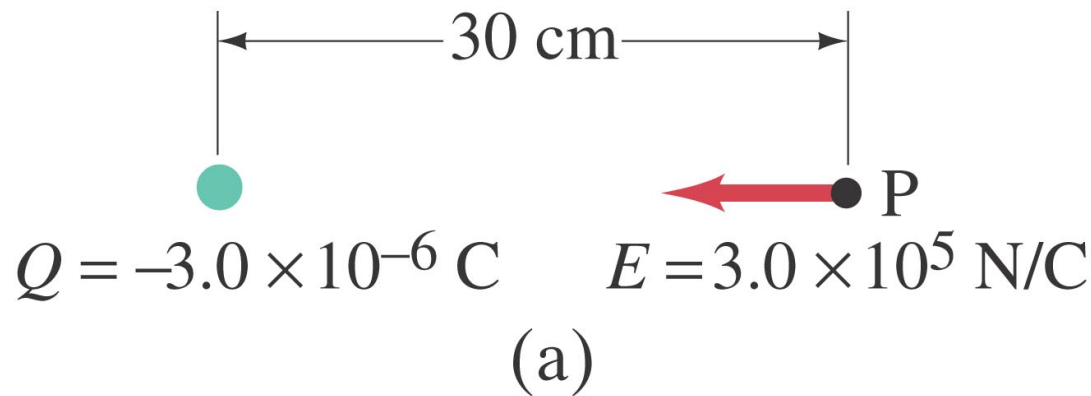
$$qE = 2mg$$

where $q = 20e$. Hence

$$E = \frac{2mg}{q} = \frac{2(9.0 \times 10^{-16} \text{ kg})(9.8 \text{ m/s}^2)}{20(1.6 \times 10^{-19} \text{ C})} = 5.5 \times 10^3 \text{ N/C.}$$

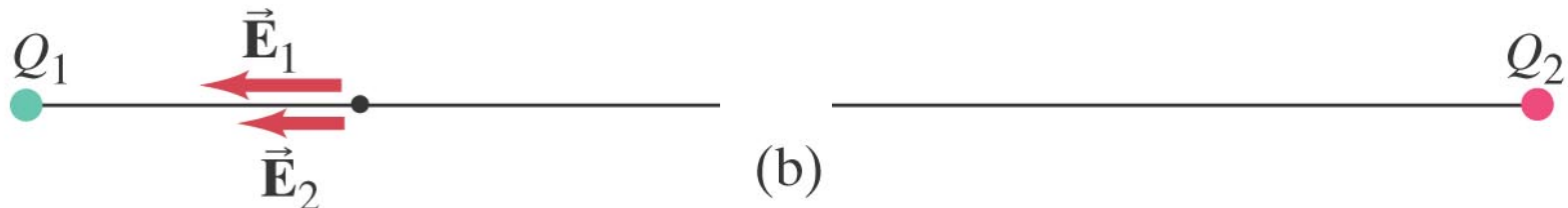
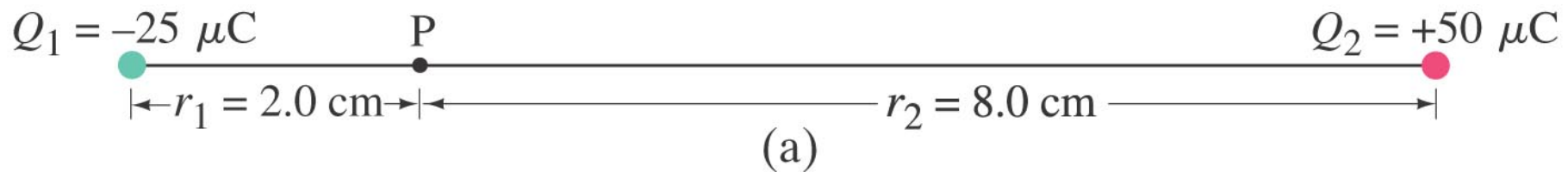
21-6 Ηλεκτρικό Πεδίο

Βρείτε το μέγεθος και διεύθυνση του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο P που απέχει 30 cm δεξιά από το φορτίο $Q = -3.0 \times 10^{-6} \text{ C}$.



21-6 Το Ηλεκτρικό Πεδίο

Δύο φορτία απέχουν μεταξύ τους 10.0 cm. Το ένα έχει φορτίο $-25 \mu\text{C}$ και το άλλο $+50 \mu\text{C}$. (a) Βρείτε την τιμή του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο P που βρίσκεται 2.0 cm από το αρνητικό φορτίο. (b) Εάν ένα ηλεκτρόνιο (mass = $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$) βρεθεί ακίνητο στο σημείο P ποια θα είναι η αρχική του επιτάχυνση (μέτρο και διεύθυνση);



ΛΥΣΗ

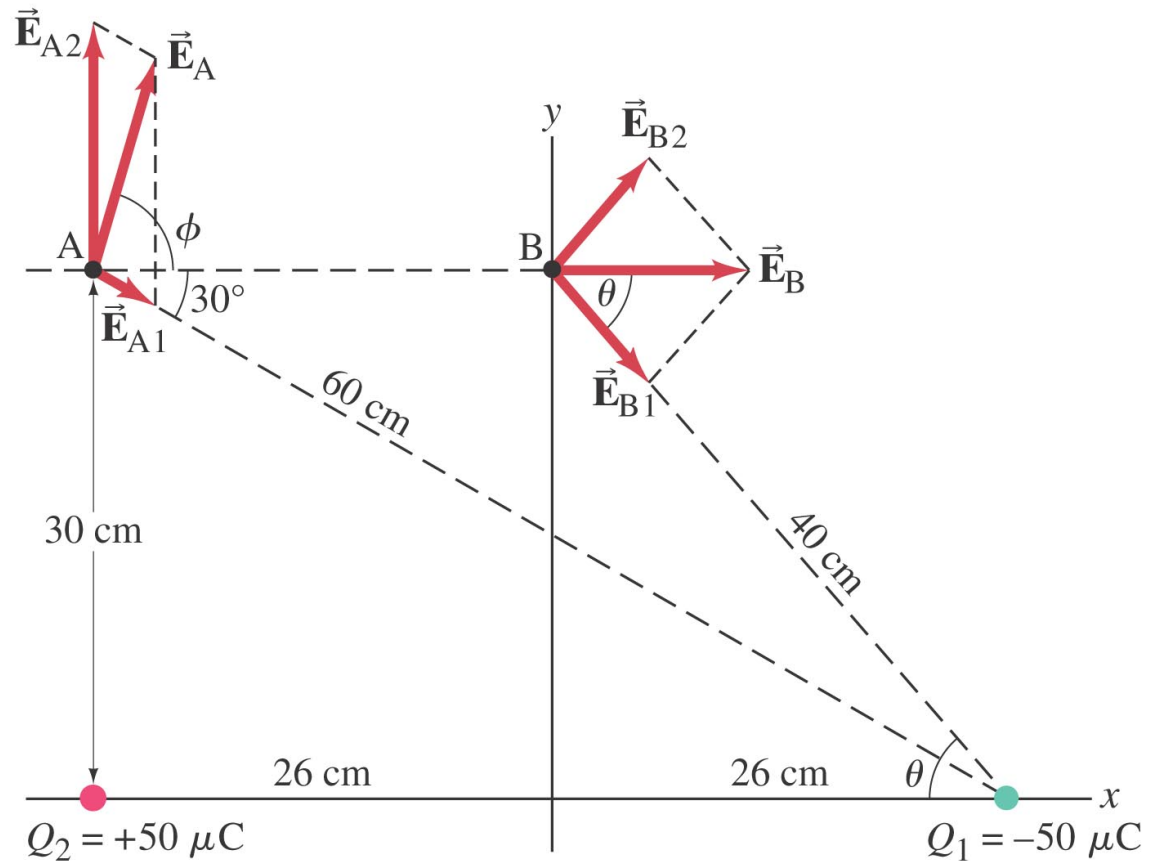
$$E = 6.3 \times 10^8 \text{ N/C}$$

$$a = 1.1 \times 10^{20} \text{ m/s}^2$$

21-6 Το Ηλεκτρικό πεδίο

Βρείτε το \vec{E}
(ηλεκτρικό πεδίο)

(a) στο σημείο A
και (b) στο
σημείο B του
σχήματος εξ
αιτίας των
φορτίων, Q_1 και
 Q_2 .



ΛΥΣΗ

$$E_a = 4.5 \times 10^6 \text{ N/C}, E_b = 3.6 \times 10^6 \text{ N/C}$$

21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

Μια συνεχής κατανομή φορτίων μπορεί να θεωρηθεί ως άθροισμα απειροελάχιστων (σημειακών) φορτίων. Το συνολικό πεδίο είναι το ολοκλήρωμα των πεδίων κάθε σημειακού φορτίου:

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ}{r^2}.$$

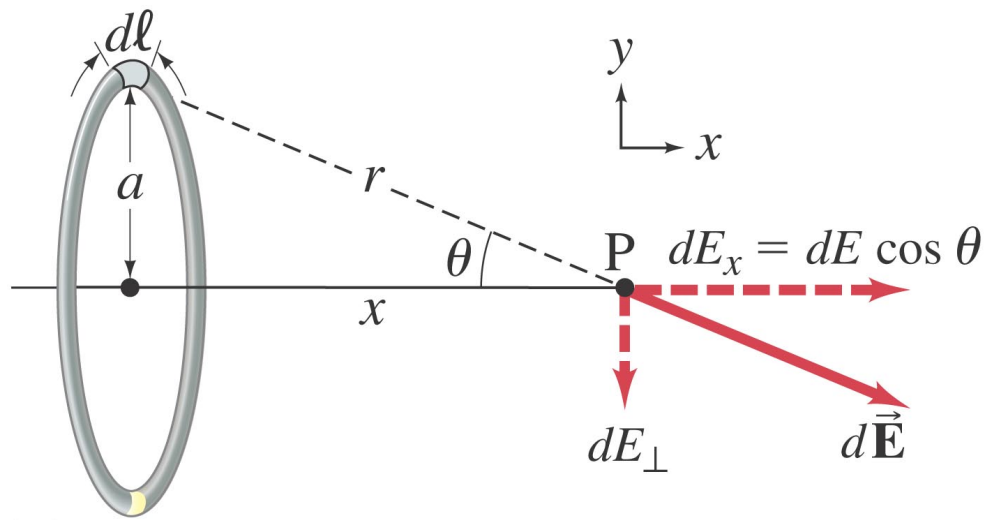
$$\vec{E} = \int d\vec{E}.$$

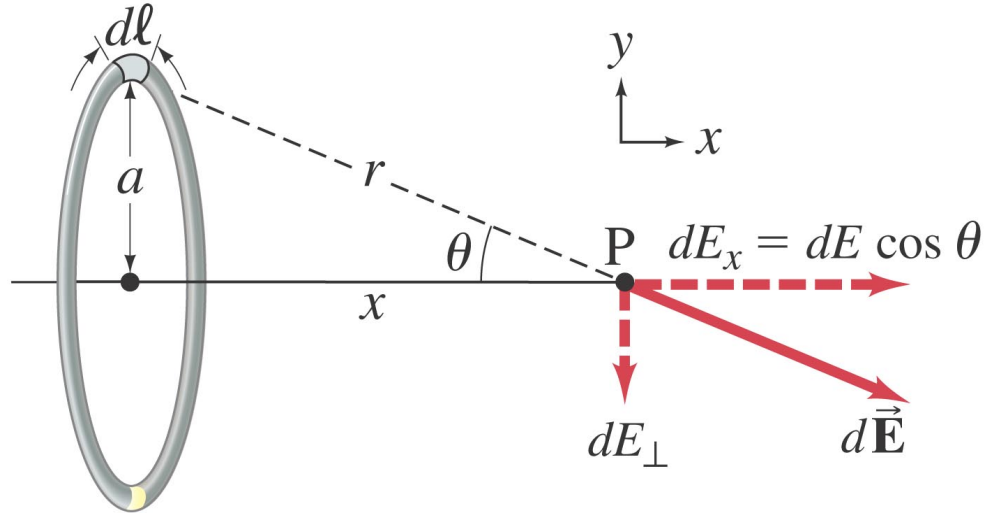
Προσοχή! Το πεδίο είναι διανυσματική ποσότητα και επομένως το **ολοκλήρωμα είναι πολλαπλό**, ένα για κάθε διάσταση.

21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

Φορτισμένο Δακτυλίδι

Ένα λεπτό δακτυλίδι με ακτίνα a έχει συνολικό φορτίο $+Q$ κατανεμημένο ομοιόμορφα. Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P πάνω στον άξονα συμμετρίας του σε απόσταση x από το κέντρο του δακτυλιδιού. Ορίζουμε λ το φορτίο ανά μονάδα μήκους (C/m).





APPROACH AND SOLUTION We explicitly follow the steps of the Problem Solving Strategy on page 571.

- 1. Draw a careful diagram.** The **direction** of the electric field due to one infinitesimal length $d\ell$ of the charged ring is shown in Fig. 21–28.
- 2. Apply Coulomb’s law.** The electric field, $d\vec{E}$, due to this particular segment of the ring of length $d\ell$ has magnitude

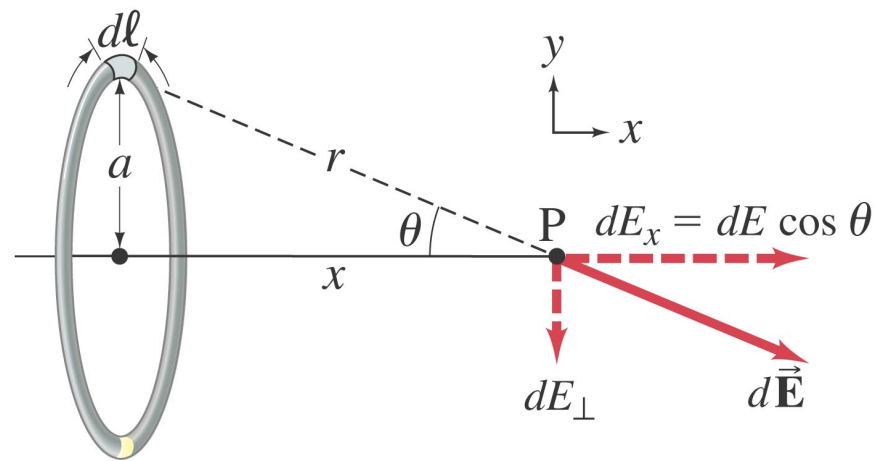
$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dQ}{r^2}.$$

The whole ring has length (circumference) of $2\pi a$, so the charge on a length $d\ell$ is

$$dQ = Q \left(\frac{d\ell}{2\pi a} \right) = \lambda d\ell$$

where $\lambda = Q/2\pi a$ is the charge per unit length. Now we write dE as

$$dE = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda d\ell}{r^2}.$$



3. Add **vectorially** and use **symmetry**: The vector $d\vec{E}$ has components dE_x along the x axis and dE_{\perp} perpendicular to the x axis (Fig. 21–28). We are going to sum (integrate) around the entire ring. We note that an equal-length segment diametrically opposite the $d\ell$ shown will produce a $d\vec{E}$ whose component perpendicular to the x axis will just cancel the dE_{\perp} shown. This is true for all segments of the ring, so by symmetry \vec{E} will have zero y component, and so we need only sum the x components, dE_x . The total field is then

$$E = E_x = \int dE_x = \int dE \cos \theta = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \lambda \int \frac{d\ell}{r^2} \cos \theta.$$

Since $\cos \theta = x/r$, where $r = (x^2 + a^2)^{\frac{1}{2}}$, we have

$$E = \frac{\lambda}{(4\pi\epsilon_0)} \frac{x}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \int_0^{2\pi a} d\ell = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\lambda x (2\pi a)}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

4. To **check reasonableness**, note that at great distances, $x \gg a$, this result reduces to $E = Q/(4\pi\epsilon_0 x^2)$. We would expect this result because at great distances the ring would appear to be a point charge ($1/r^2$ dependence). Also note that our result gives $E = 0$ at $x = 0$, as we might expect because all components will cancel at the center of the circle.

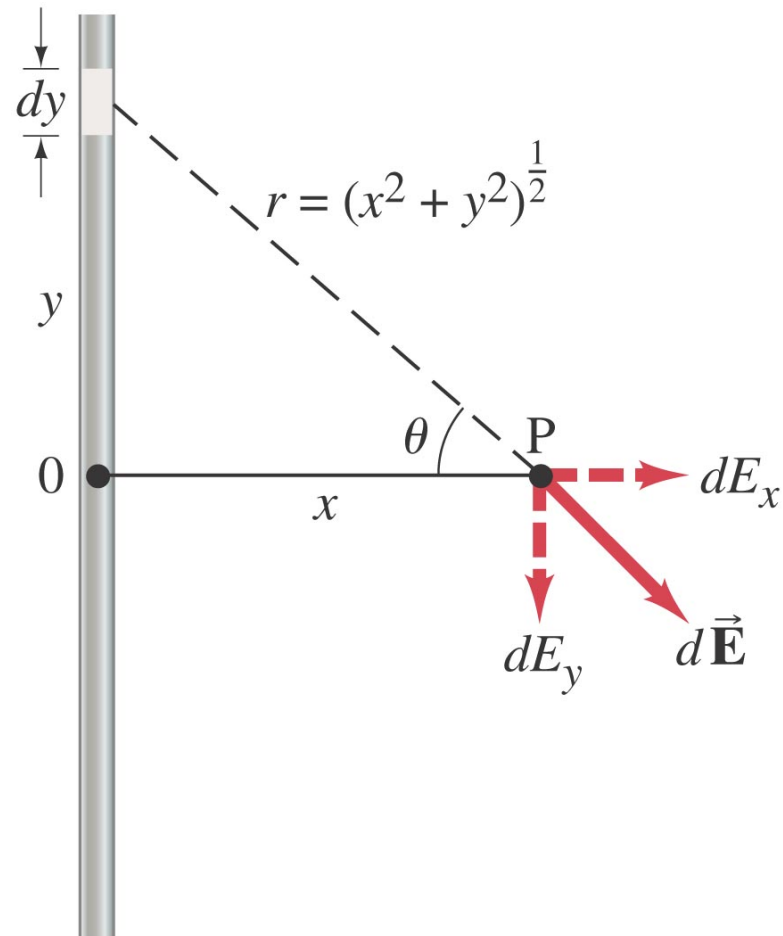
21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

Φανταστείτε ένα μικρό θετικό φορτίο στο κέντρο ενός πλαστικού δακτυλιδιού που φέρει ομοιόμορφο αρνητικό φορτίο. Βρίσκεται σε ισορροπία; Τι θα συμβεί εάν το μετατοπίσουμε ελάχιστα από το κέντρο; Τι αλλάζει εάν το φορτίο είναι αρνητικό; (αγνοήστε τη βαρύτητα)

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο σε οποιοδήποτε σημείο P σε απόσταση x από ένα μακρύ καλώδιο με ομοιόμορφο φορτίο. Υποθέτουμε ότι η απόσταση x είναι πολύ μικρότερη από το μήκος του καλωδίου και ότι λ είναι το φορτίο ανά μονάδα μήκους (C/m).

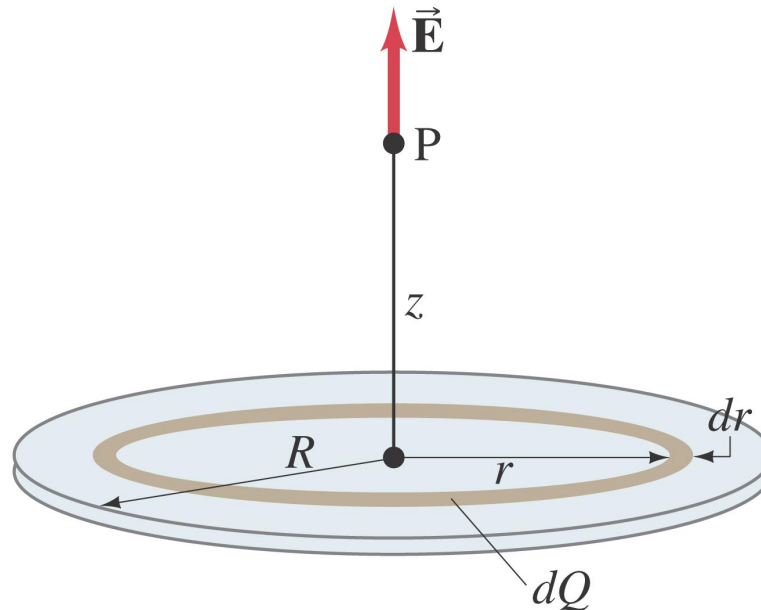


ΛΥΣΗ

21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

Ένας δίσκος με ακτίνα R έχει ομοιόμορφο φορτίο. Το φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας (C/m^2) είναι σ . βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο σε σημείο P πάνω στο άξονα συμμετρίας που βρίσκεται σε απόσταση z από το κέντρο του δίσκου.

ΛΥΣΗ



21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

Στο προηγούμενο παράδειγμα εάν $z \ll R$, δηλ. πολύ κοντά στο δίσκο το ηλεκτρικό πεδίο είναι :

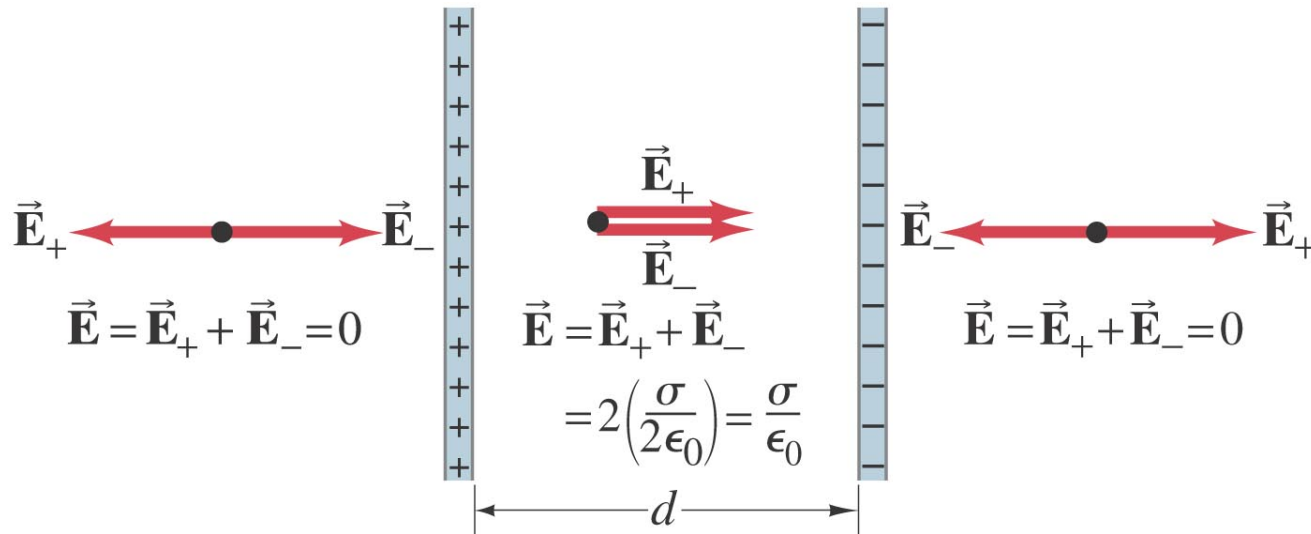
$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}.$$

[infinite plane]

Το αποτέλεσμα είναι το πεδίο ενός επιπέδου «άπειρων» διαστάσεων.

21-7 Υπολογισμός Ηλεκτρικού Πεδίου για Συνεχή Κατανομή Φορτίων

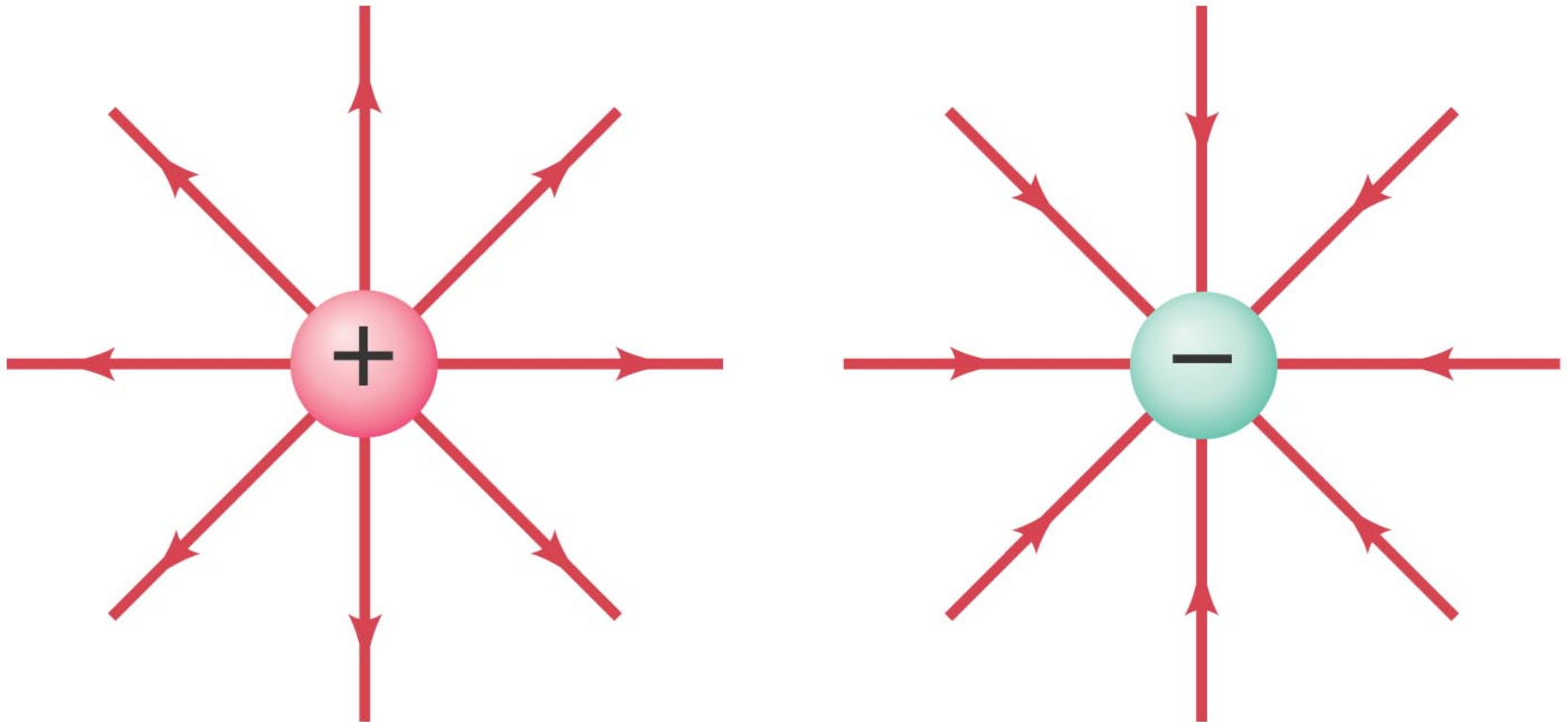
Βρείτε το ηλεκτρικό πεδίο που σχηματίζουν δύο παράλληλες πλάκες (πολύ λεπτές) που απέχουν d μεταξύ τους, απόσταση η οποία είναι πολύ μικρότερη από τις διαστάσεις των πλακών (οπλισμών). Η μια πλάκα έχει ομοιόμορφο φορτίο ανά μονάδα επιφάνειας σ και η άλλη $-\sigma$.



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

21-8 Γραμμές πεδίου

Ένα ηλεκτρικό πεδίο μπορεί να αναπαρασταθεί από τις γραμμές του πεδίου. Οι γραμμές αυτές ξεκινούν στα θετικά φορτία και καταλήγουν στα αρνητικά .



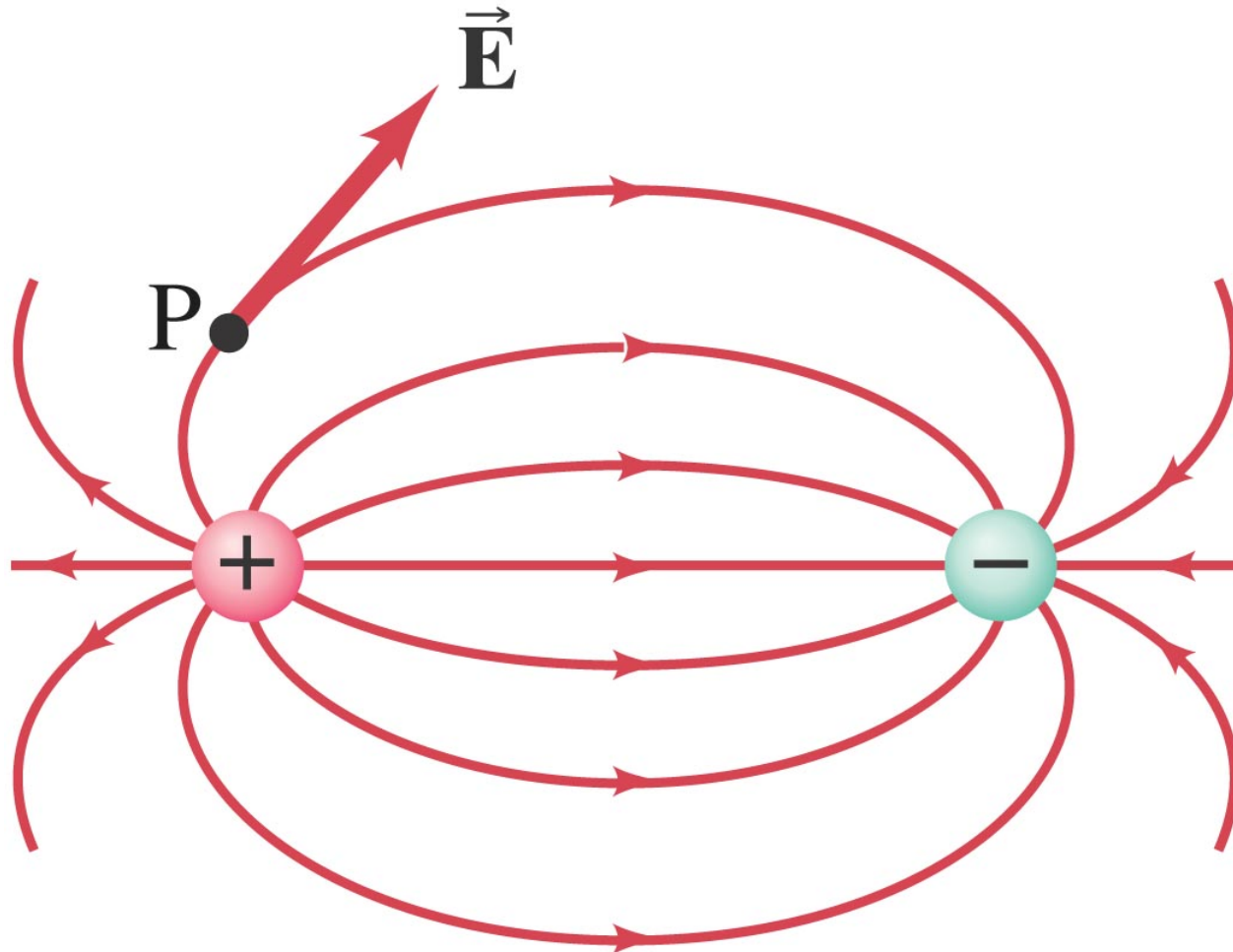
21-8 Γραμμές Πεδίου

Το πλήθος των γραμμών που πηγάζει (ή καταλήγει) σε ένα φορτίο είναι ανάλογο του μεγέθους του φορτίου.

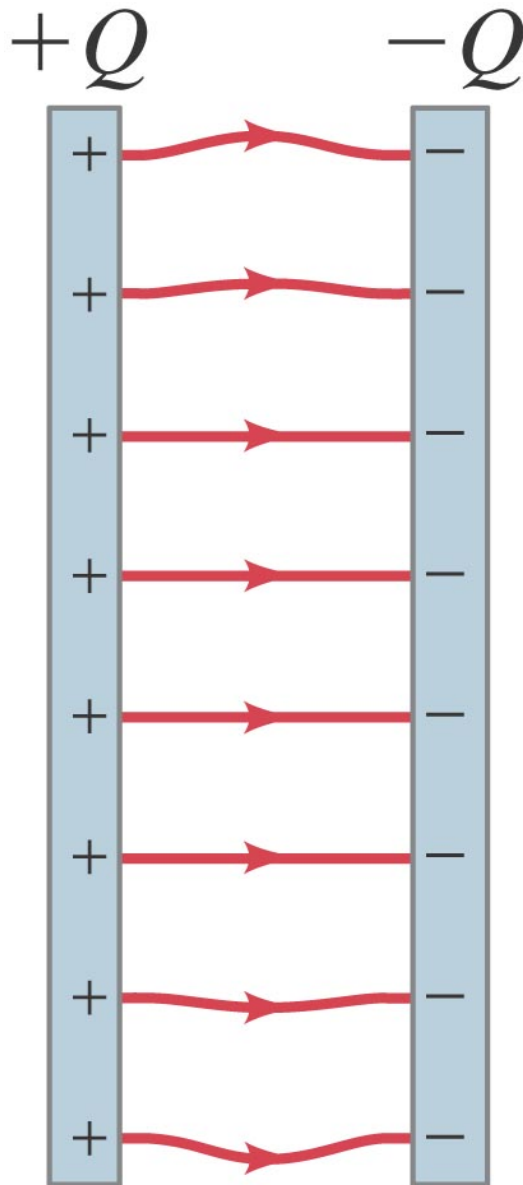
Η πυκνότητα των γραμμών του πεδίου ορίζει και την **ένταση του πεδίου**: πυκνές γραμμές ισχυρό πεδίο.

21-8 Γραμμές Πεδίου

Ηλεκτρικό Δίπολο: δύο ΑΝΤΙΘΕΤΑ (ετερώνυμα)
φορτία με το ίδιο μέγεθος :



21-8 Γραμμές πεδίου



Το ηλεκτρικό πεδίο μεταξύ δύο παράλληλων πλακών που είναι αντίθετα φορτισμένες, είναι σταθερό (ΟΜΟΓΕΝΕΣ).

Παρατηρεστε ότι, όσο πλησίζουμε στις άκρες των πλακών οι γραμμές καμπυλώνουν

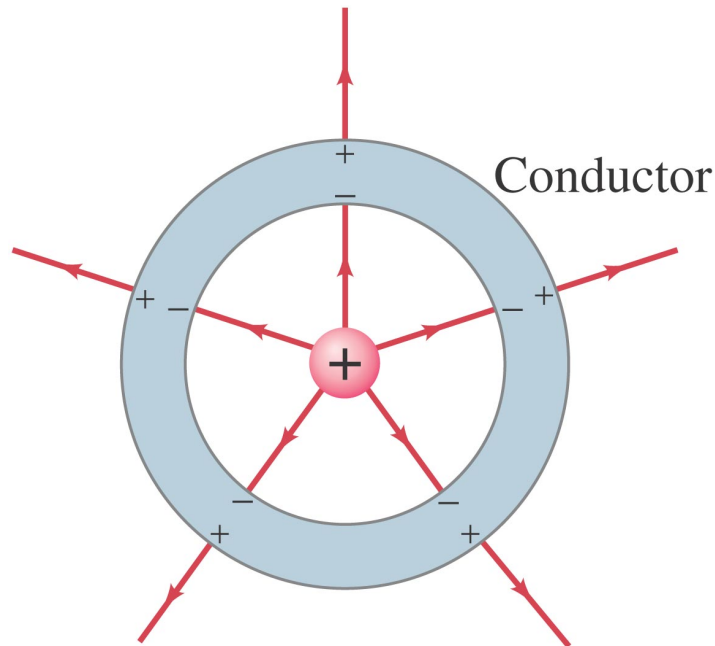
21-8 Γραμμές πεδίου

Σύνοψη Γραμμών Ηλεκτρικού Πεδίου:

1. Οι γραμμές του πεδίου δηλώνουν και τη διεύθυνση του πεδίου. Το πεδίο **εφάπτεται** στις γραμμές.
2. Η πυκνότητα των γραμμών είναι ανάλογη του πεδίου.
3. Οι γραμμές πηγάζουν από τα θετικά πεδία και καταλήγουν στα αρνητικά. Το πλήθος τους είναι ανάλογο του μεγέθους του φορτίου.

21-9 Ηλεκτρικά Πεδία και Αγωγοί

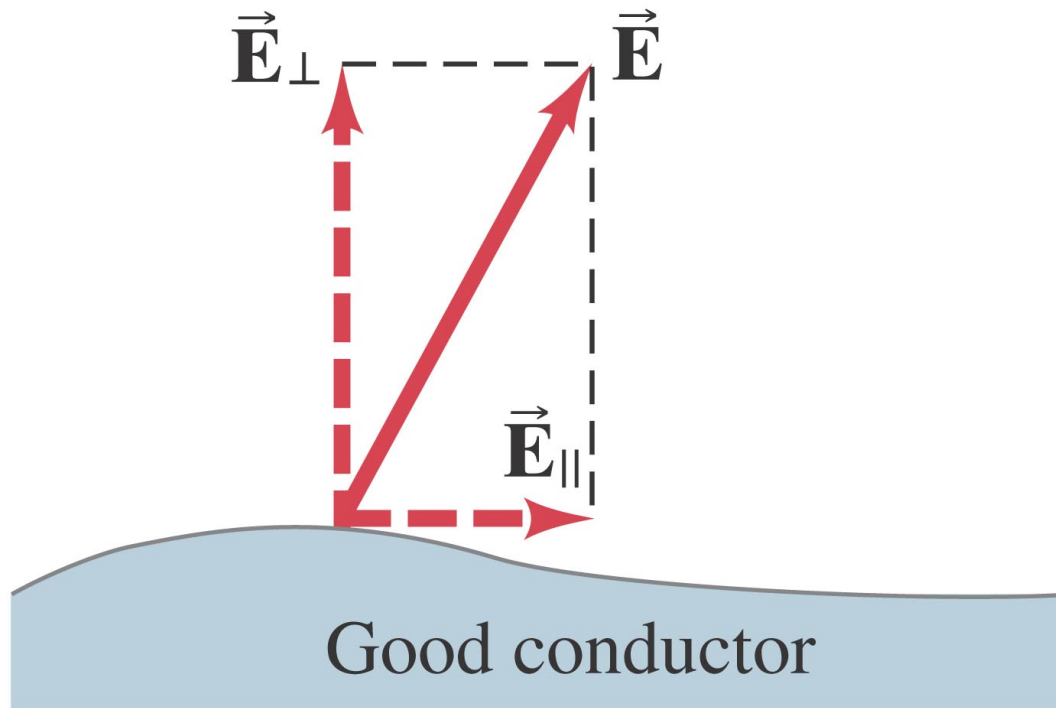
Το ηλεκτρικό πεδίο εντός των **αγωγών** είναι **ΜΗΔΕΝ-**διαφορετικά τα φορτία θα μπορούσαν να μετακινηθούν ώστε να το αναιρέσουν.



Το φορτίο ενός αγωγού **κατανέμεται στην επιφάνεια** του αγωγού και μόνο.

21-9 Ηλεκτρικά Πεδία και Αγωγοί

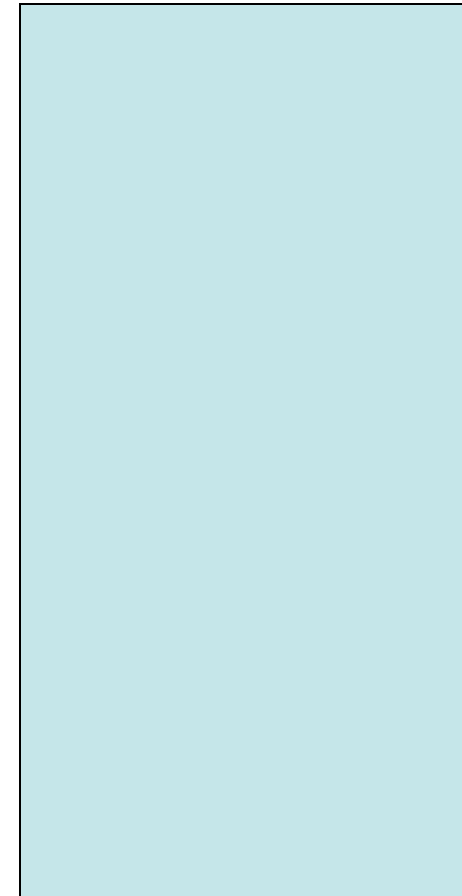
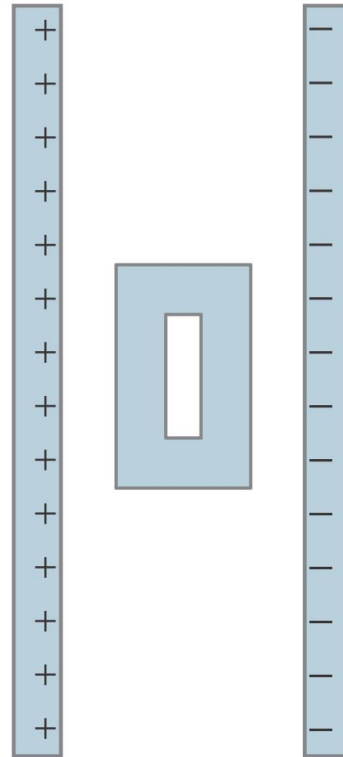
Για τους **αγωγούς**, το πεδίο στην επιφάνεια του αγωγού είναι **ΚΑΘΕΤΟ** σε αυτήν-διαφορετικά, η παράλληλη συνιστώσα θα προκαλούσε μετακίνηση φορτίου ώστε να το αναιρέσει.



21-9 Ηλεκτρικά πεδία και Αγωγοί

Ηλεκτρική Θωράκιση

Ένας κλωβός
(κούφιο μεταλλικό
κλειστό κουτί)
εισάγεται μεταξύ δύο
παράλληλων
οπλισμών του
σχήματος. Πως
αλλάζει το πεδίο και
πως μοιάζουν οι
γραμμές του;



ΑΠΑΝΤΗΣΗ

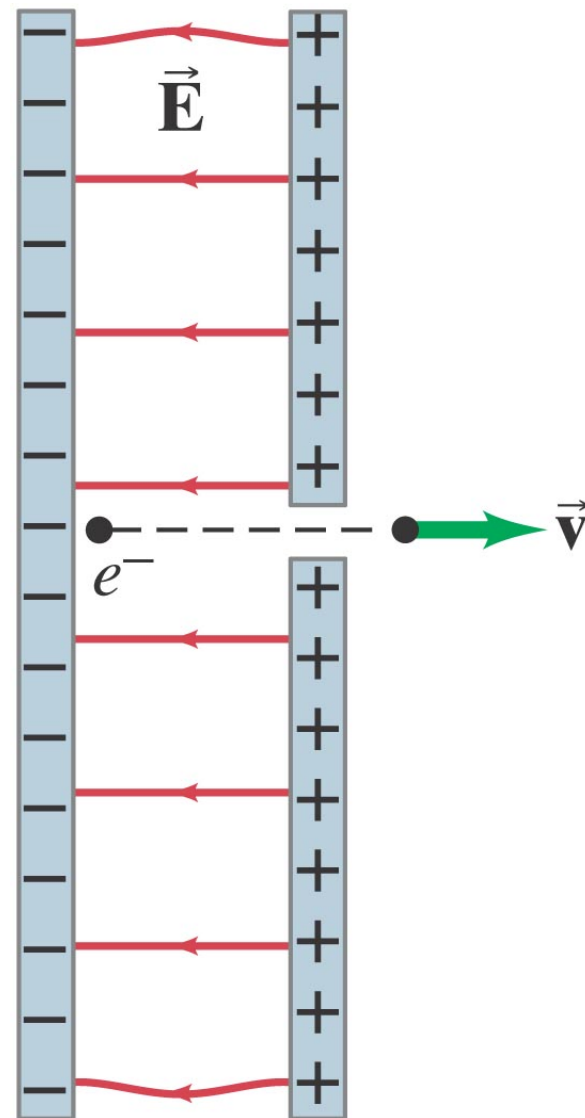
21-10 Κίνηση Φορτισμένων Σωματιδίων σε ηλεκτρικό πεδίο

Η δύναμη που ασκείται σε ένα σωματίδιο με φορτίο q που βρίσκεται σε πεδίο E :

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

Εάν γνωρίζουμε τη μάζα του σωματιδίου τότε εφαρμόζοντας του νόμους της μηχανικής μπορούμε να περιγράψουμε την κίνησή του, λόγο του πεδίου.

Ένα ηλεκτρόνιο (μάζα $m = 9.11 \times 10^{-31}$ kg = $5,5 \times 10^{-4}$ amu (ή u)) επιταχύνεται σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο ($E = 2.0 \times 10^4$ N/C) μεταξύ των οπλισμών. Η απόσταση μεταξύ των οπλισμών είναι 1.5 cm. Το ηλεκτρόνιο είναι αρχικά ακίνητο πάνω στην επιφάνεια του αρνητικά φορτισμένου οπλισμού και εξέρχεται μετά την επιτάχυνσή τους από μια μικρή οπή στον θετικά φορτισμένο οπλισμό. (α) Ποια είναι η ταχύτητα του ηλεκτρονίου κατά την έξοδο του από το πεδίο (β) Δείξτε ότι, το βαρυτικό πεδίο μπορεί να αγνοηθεί. Υποθέτουμε ότι η οπή εξόδου είναι επαρκώς μικρή ώστε να μην δεν διαταράσσει τις γραμμές του πεδίου.

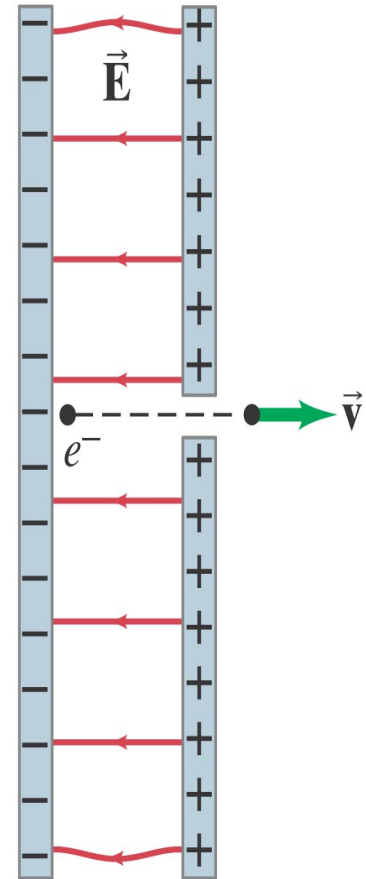


ΛΥΣΗ

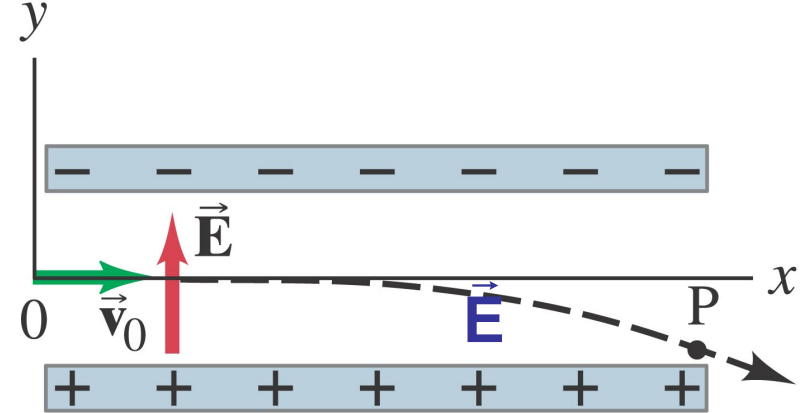
$$a = 3.5 \times 10^{15} \text{ m/s}^2$$

$$v = 1.0 \times 10^7 \text{ m/s}$$

$$mg = 8.9 \times 10^{-30} \text{ N}$$



Ένα ηλεκτρόνιο κινείται με ταχύτητα $v_0 = 1.0 \times 10^7$ m/s και εισέρχεται σε ένα ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, όπως φαίνεται στο σχήμα. Αγνοώντας τη βαρύτητα περιγράψτε την κίνηση του ηλεκτρονίου.



ΛΥΣΗ

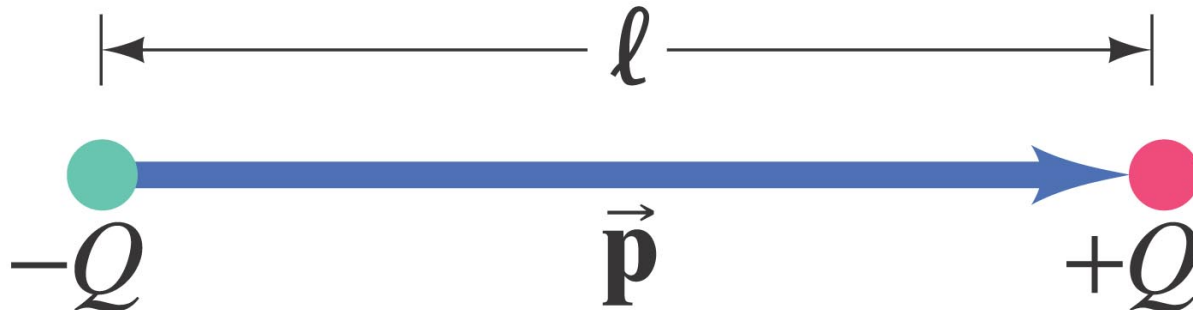
$$y = -[eE/(2mv_0^2)]x^2$$

21-11 Ηλεκτρικά Δίπολα

Ένα ηλεκτρικό δίπολο αποτελείται από δύο φορτία Q , ίσου μεγέθους αλλά αντίθετα σε πρόσημο, που βρίσκονται σε μια σταθερή απόσταση ℓ . Η διπολική ροπή ορίζεται ως το διάνυσμα

$$\vec{p} = Q\ell$$

με φορά από το αρνητικό προς το θετικό φορτίο.



21-11 Ηλεκτρικά Δίπολα

Η **ροπή** που ασκείται σε ένα δίπολο που βρίσκεται σε ηλεκτρικό πεδίο δίνεται από τη σχέση:

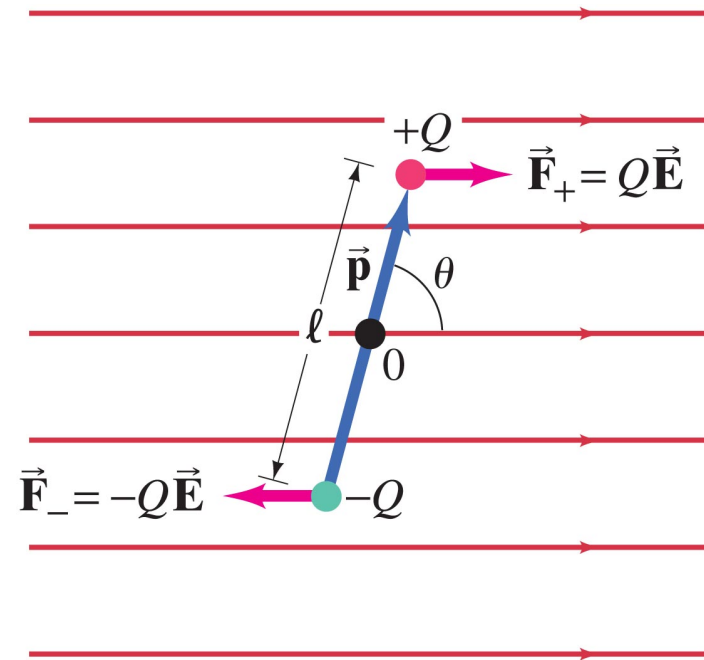
$$\tau = QE \frac{\ell}{2} \sin \theta + QE \frac{\ell}{2} \sin \theta = pE \sin \theta.$$

$$\vec{\tau} = \vec{p} \times \vec{E}.$$

$$= -pE \sin(\theta)$$

Δυναμική Ενέργεια

$$U = -pE \cos(\theta)$$

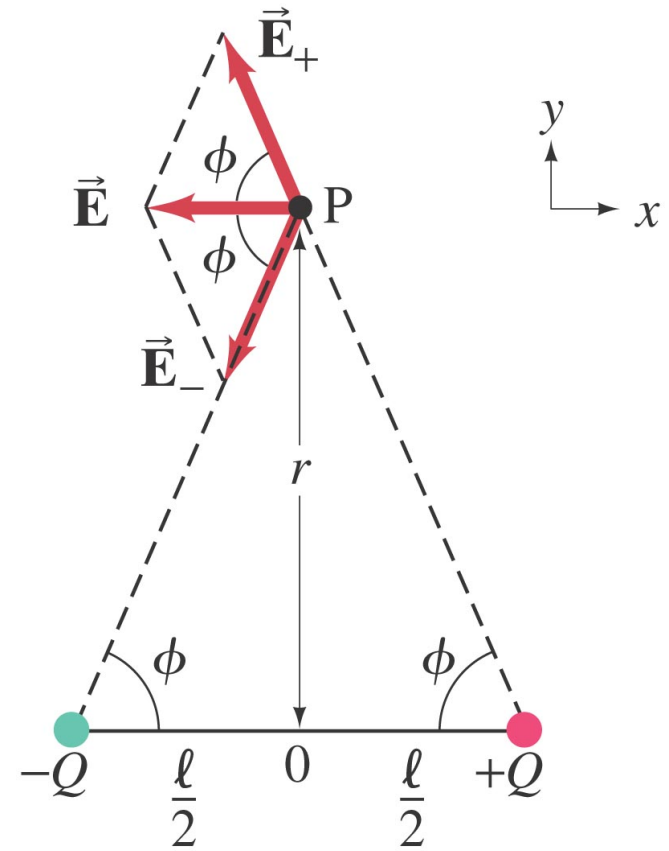


21-11 Electric Dipoles

Ένα δίπολο δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο που είναι το άθροισμα των πεδίων που δημιουργούν τα δύο φορτία του. Σε μεγάλες αποστάσεις (σε σχέση με τις διαστάσεις του διπόλου) το πεδίο είναι ανάλογο του $1/r^3$ όπου r είναι η απόσταση:

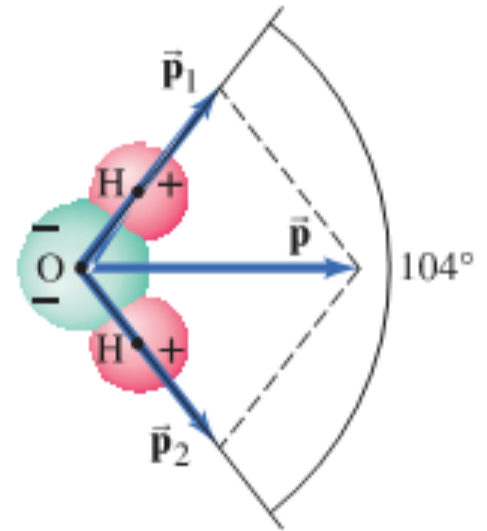
$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{(r^2 + \ell^2/4)^{3/2}} \quad \left[\begin{array}{l} \text{on perpendicular bisector} \\ \text{of dipole} \end{array} \right]$$

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{p}{r^3} \quad \left[\begin{array}{l} \text{on perpendicular bisector} \\ \text{of dipole; } r \gg \ell \end{array} \right]$$



Η διπολική ροπή του νερού είναι $6.1 \times 10^{-30} \text{ C}\cdot\text{m}$. Ένα μόριο νερού βρίσκεται μέσα σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο με ένταση $2.0 \times 10^5 \text{ N/C}$. (α) Ποια είναι η μέγιστη ροπή που μπορεί να ασκήσει το πεδίο στο μόριο του νερού; (β) Πόση είναι η δυναμική ενέργεια όταν η ροπή είναι μέγιστη; (γ) Σε ποια θέση λαμβάνει τη μέγιστη τιμή της η δυναμική ενέργεια και γιατί αυτή είναι διαφορετική από τη θέση στην οποία μεγιστοποιείται η ροπή;

ΛΥΣΗ



**ΕΞΕΤΑΣΕΙΣ ΧΗΜ-013 (ΦΥΣΙΚΗ Ι)
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 04-2013**

Ένα ηλεκτρικό δίπολο αποτελείται από δύο φορτία με ίση απόλυτη τιμή (q) και με αντίθετο πρόσημο, τα οποία απέχουν $2a$ μεταξύ τους. Το δίπολο είναι διατεταγμένο κατά μήκος του άξονα x και το κέντρο του ταυτίζεται με την αρχή των αξόνων.

- α) Υπολογίστε το ηλεκτρικό δυναμικό σε σημείο του άξονα y και σε απόσταση y_1 .
- β) Υπολογίστε το ηλεκτρικό δυναμικό σε σημείο του άξονα x και σε απόσταση $+x_1$.

21-12 Ηλεκτρικές Δυνάμεις στη Μοριακή Βιολογία: DNA

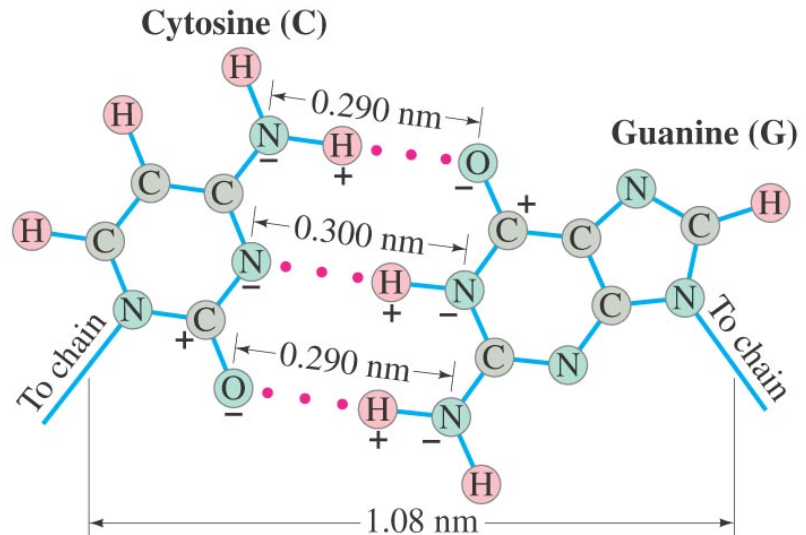
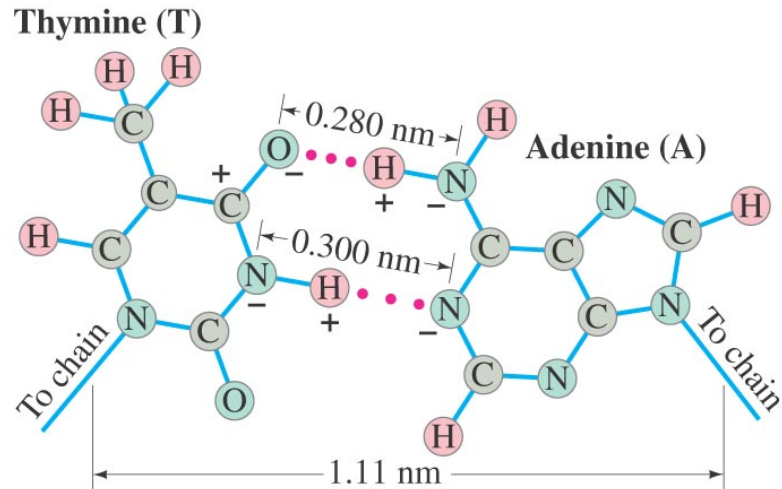
Η Μοριακή βιολογία
προσπαθεί να κατανοήσει
τη δομή και δραστηριότητα
των κυττάρων σε μοριακό
επίπεδο.

Το μόριο του DNA είναι μια
διπλή έλικα :



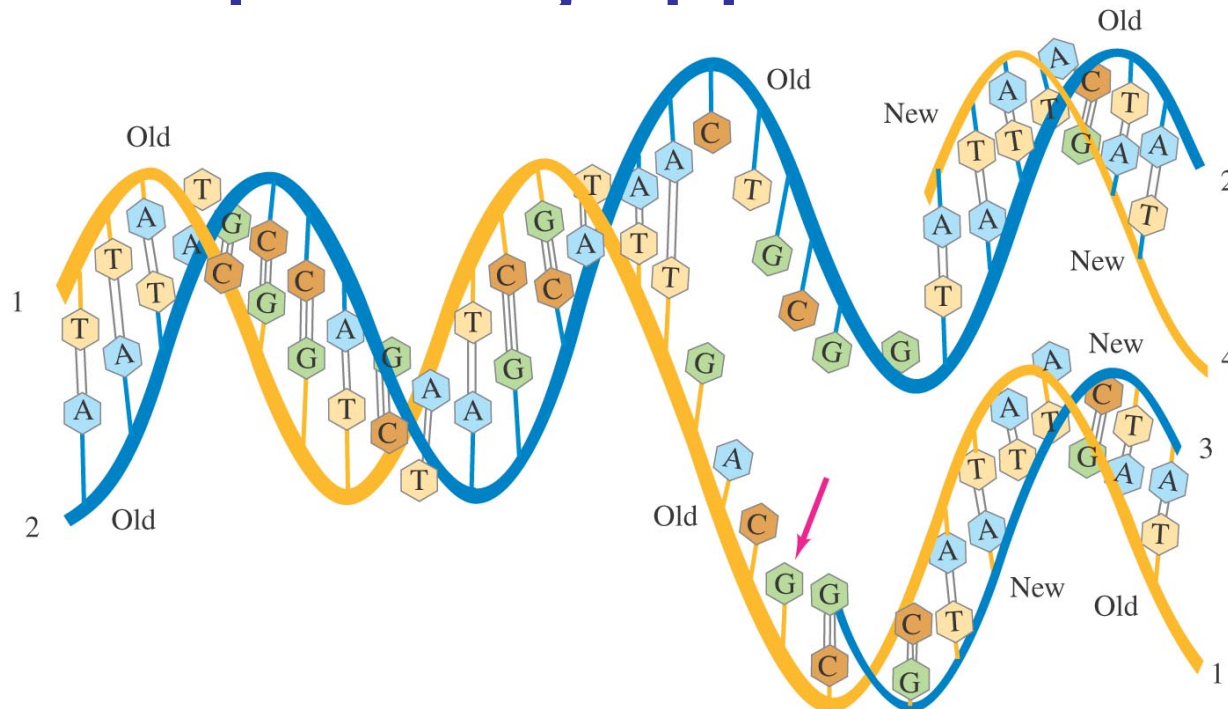
21-12 Ηλεκτρικές Δυνάμεις στη Μοριακή Βιολογία: DNA

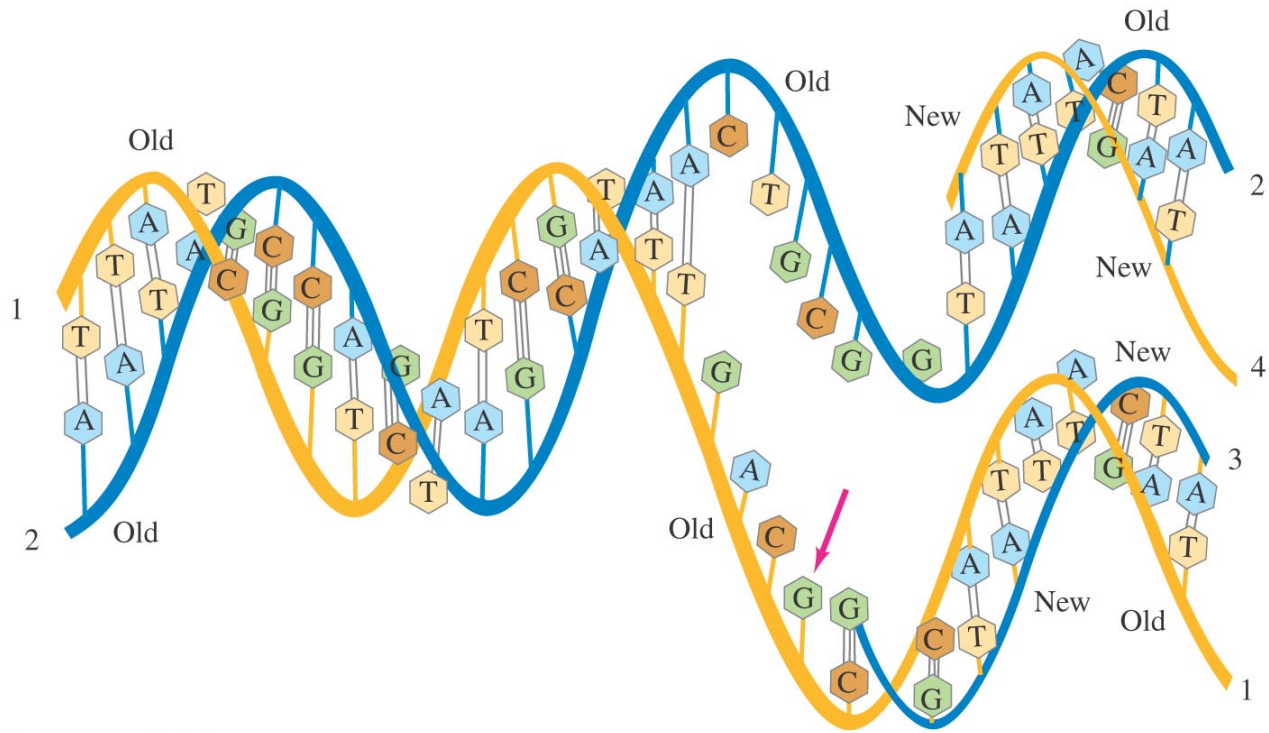
Οι βάσεις A-T και G-C έλκονται μέσω ηλεκτροστατικών δυνάμεων



21-12 Ηλεκτρικές Δυνάμεις στη Μοριακή Βιολογία: DNA

Replication: Το DNA βρίσκεται σε μια «σούπα» A, C, G, και T μέσα στο κύτταρο. Κατά τη διάρκεια τυχαίων κρούσεων, τα ζεύγη (A,T) καθώς και (G,C) έλκονται μεταξύ τους, ενώ αυτό δεν συμβαίνει για άλλα ζεύγη.



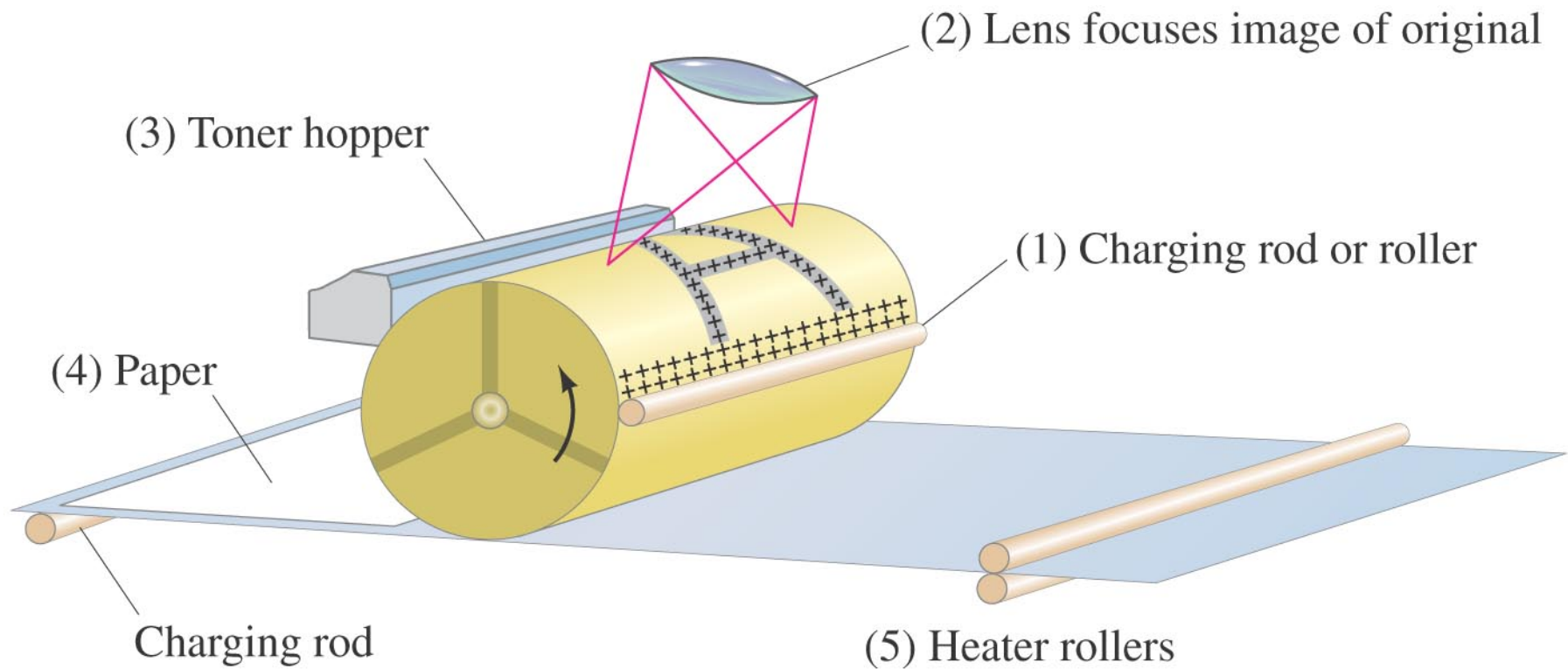


21-13 Φωτοτυπικά και Εκτυπωτές

Φωτοτυπικό:

- Ο κύλινδρος είναι θετικά φορτισμένος.
- Το είδωλο εστιάζεται πάνω στον κύλινδρο.
- Μόνο οι μαύρες περιοχές παραμένουν φορτισμένες και «έλκουν» τα αρνητικά φορτισμένα μόρια του μελανιού.
- Το είδωλο μεταφέρεται στο χαρτί όπου σταθεροποιείται («ψήνεται») με θερμότητα.

21-13 Photocopy Machines and Computer Printers Use Electrostatics



21-13 Photocopy Machines and Computer Printers Use Electrostatics

Στην περίπτωση του εκτυπωτή με laser ο υπολογιστής ελέγχει την ένταση του laser που «γράφει» το είδωλο πάνω στον κύλινδρο.

