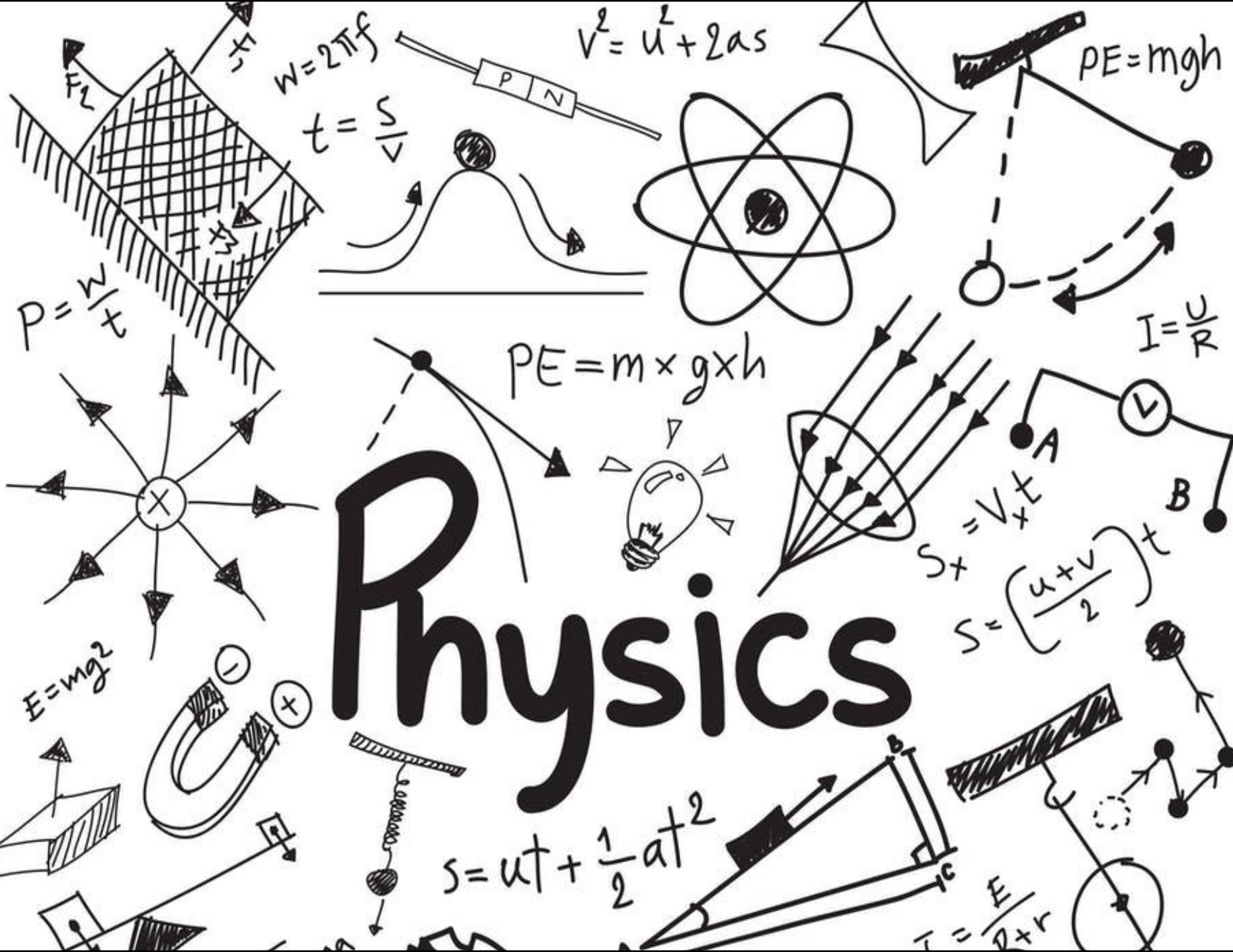


Physics



Reminder...

- Διαλέξεις
 - Προαιρετική παρουσία!
- Είστε εδώ γιατί **θέλετε** να ακούσετε/συμμετέχετε
- Δεν υπάρχουν απουσίες
- Υπάρχει σεβασμός στους συναδέλφους σας και στην εκπαιδευτική διαδικασία
- COVID attention: προσέρχεστε με τα απαραίτητα δικαιολογητικά
- Προστατέψτε εσάς και τους συναδέλφους σας: απέχετε από το μάθημα αν δεν είστε/αισθάνεστε καλά



Εικόνα: Μητέρα και κόρη απολαμβάνουν την επίδραση της ηλεκτρικής φόρτισης των σωμάτων τους. Κάθε μια ξεχωριστή τρίχα των μαλλιών τους φορτίζεται και προκύπτει μια απωθητική δύναμη μεταξύ των τριχών, με αποτέλεσμα να «σηκώνονται οι τρίχες τους». ☺ (Courtesy of Resonance Research Corporation)

Φυσική για Μηχανικούς

Ηλεκτρικά Πεδία



Εικόνα: Μητέρα και κόρη απολαμβάνουν την επίδραση της ηλεκτρικής φόρτισης των σωμάτων τους. Κάθε μια ξεχωριστή τρίχα των μαλλιών τους φορτίζεται και προκύπτει μια απωθητική δύναμη μεταξύ των τριχών, με αποτέλεσμα να «σηκώνονται οι τρίχες τους». ☺ (Courtesy of Resonance Research Corporation)

Φυσική για Μηχανικούς

Ηλεκτρικά Πεδία

Ηλεκτρικά Πεδία (επανάληψη...)

- **Ηλεκτρικό πεδίο**

- Ηλεκτρικό Πεδίο $\vec{E}$ σε ένα σημείο του χώρου: η ηλεκτρική δύναμη που ασκείται σε ένα σωματίδιο q_0 , δια το φορτίο αυτό

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}_e}{q_0}$$

- Ένα ηλεκτρικό πεδίο υπάρχει σε ένα σημείο του χώρου αν ένα φορτισμένο σωματίδιο (με μικρό q_0) υφίσταται μια ηλεκτρική δύναμη

$$\vec{F}_e = q_0 \vec{E}$$

- Το ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}$ σε ένα σημείο P λόγω της παρουσίας **πηγής φορτίου** q δίνεται ως

$$\vec{E}_P = k_e \frac{q}{r^2} \vec{r}$$

- Μέτρο του ηλεκτρικού πεδίου στο σημείο P

$$E_P = k_e \frac{|q|}{r^2}$$

Ηλεκτρικά Πεδία (επανάληψη...)

- **Ηλεκτρικό πεδίο**

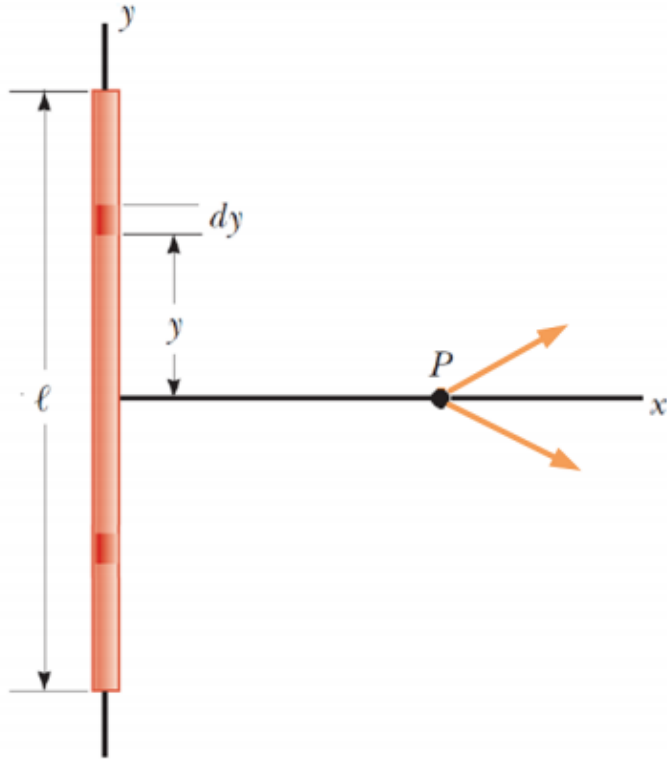
- **Ηλεκτρικό Πεδίο $\vec{E}$ από κατανομή φορτίου**

$$E_P = \int dE_P$$

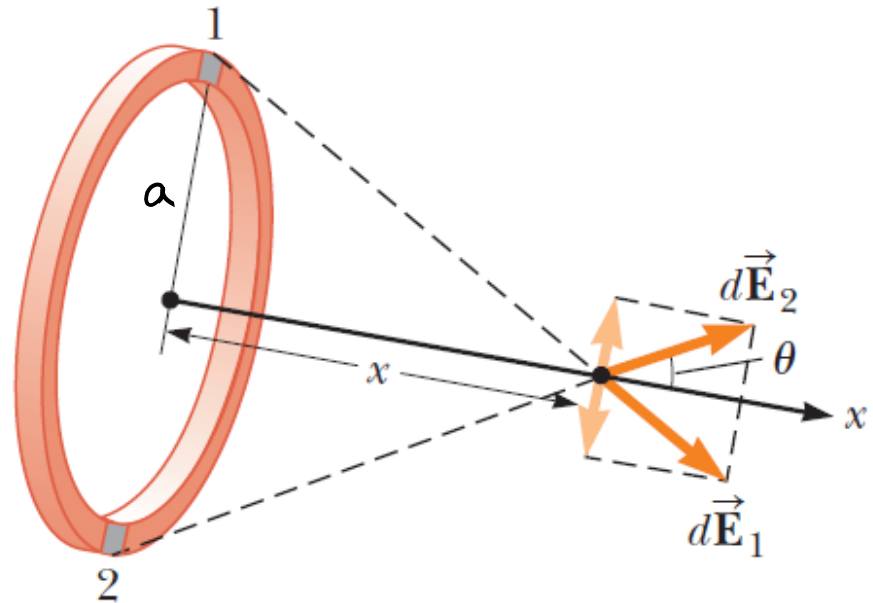
- Υπολογίζουμε το πεδίο dE_P εξ αιτίας σημειακού φορτίου dq
- Αθροίζουμε (ολοκληρώνοντας) τις συνεισφορές όλων των απειροστά μικρών φορτίων dq της κατανομής

Ηλεκτρικά Πεδία (επανάληψη...)

Κατανομές φορτίων



$$\vec{E}_P = k_e \frac{Q}{x\sqrt{x^2 + (l/2)^2}} \vec{i}$$



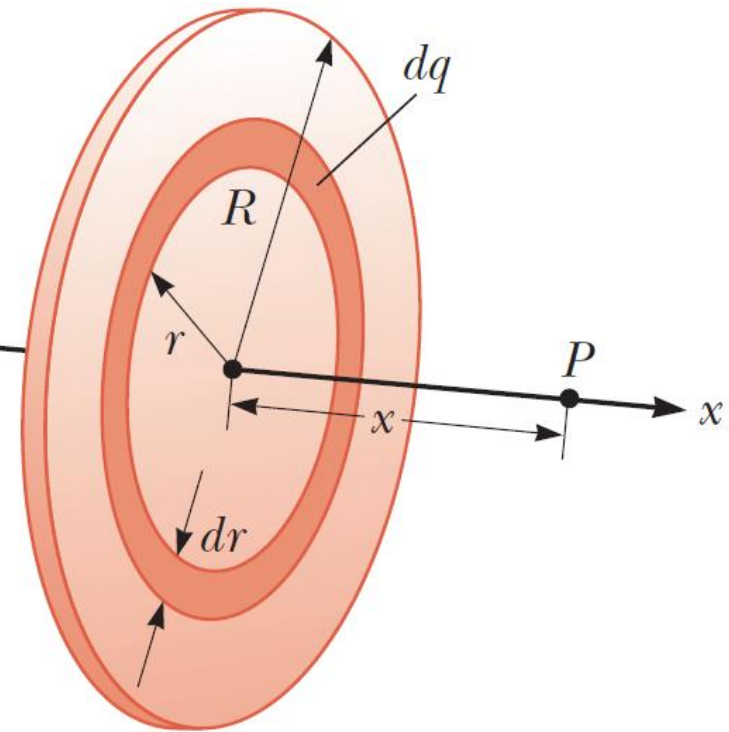
$$\vec{E}_P = k_e \frac{Qx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i}$$

Ηλεκτρικά Πεδία

◉ Παράδειγμα 3:

- ◉ Ένας δίσκος ακτίνας R έχει ομοιόμορφο επιφανειακό φορτίο πυκνότητας σ . Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P σε απόσταση x , και που βρίσκεται στον κάθετο άξονα που περνά από το κέντρο του δίσκου.

Μποράμε να θεωρήσουμε ότι ο δίσκος αποτελείται από δακτυλίους ακτίνας dr και να υπολογίσουμε τη συνεισφορά καθενός στο ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P , και στο τέλος να "αθροίσουμε" αυτές τις συνεισφορές!



Ηλεκτρικά Πεδία

● Παράδειγμα 3 – Λύση:

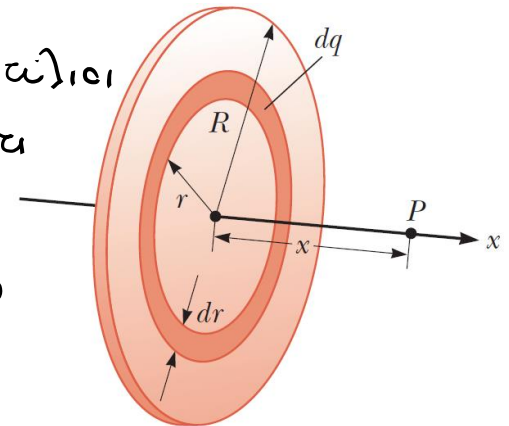
- Ένας δίσκος ακτίνας R έχει ομοιόμορφο επιφανειακό φορτίο πυκνότητας σ . Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P .

Θεωράμε δακτυλίους ακτίνας $0 < r < R$. Οι δακτύλιοι συνιστούν συνολικά τον δίσκο. Βρήκαμε πριν ότι για ένα δακτύλιο φορτίου Q , ακτίνας a , το ηλεκτρ. πεδίο στο σημείο P του σχήματος είναι:

$$\vec{E}_P = k_e \frac{Qx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i}$$

Έστω τώρα δακτύλιος φορτίου dq , ακτίνας r , και πάχους dr . Ο δακτύλιος συνιστάει ηλ. πεδίο στο σημείο P ως

$$d\vec{E}_P = k_e \frac{dq \cdot x}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i} \stackrel{(1)}{\Rightarrow} d\vec{E}_P = 2k_e \pi \sigma x \frac{r dr}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i}$$



$$(1) \quad \sigma = \frac{Q}{A} = \frac{dq}{dA} = \frac{dq}{2\pi r dr}$$

Ηλεκτρικά Πεδία

● Παράδειγμα 3 – Λύση:

- Ένας δίσκος ακτίνας R έχει ομοιόμορφο επιφανειακό φορτίο πυκνότητας σ . Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P .

Για να βρούμε το συνολικό ηλεκτρικό πεδίο στο P πρέπει να "αθροίσουμε" τις συνεισφορές από όλες των δακτυλίων που συνιστούν το δίσκο.

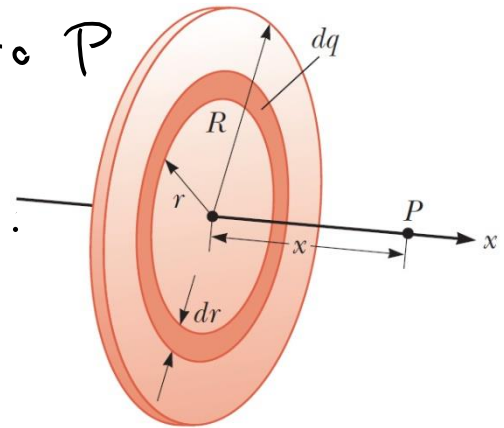
$$E_P = \int dE_P = 2\pi k_e \sigma x \int_0^R \frac{r dr}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

$$\text{Θέτουμε } u = r^2 + x^2 \Rightarrow du = 2r dr$$

$$u_1 = 0^2 + x^2 = x^2$$

$$u_2 = R^2 + x^2 = R^2 + x^2$$

$$\begin{aligned} &\Rightarrow E_P = \\ &= \pi k_e \sigma x \int_{x^2}^{R^2 + x^2} \frac{du}{u^{\frac{3}{2}}} \end{aligned}$$



Ηλεκτρικά Πεδία

Παράδειγμα 3 – Λύση:

- Ένας δίσκος ακτίνας R έχει ομοιόμορφο επιφανειακό φορτίο πυκνότητας σ . Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο στο σημείο P .

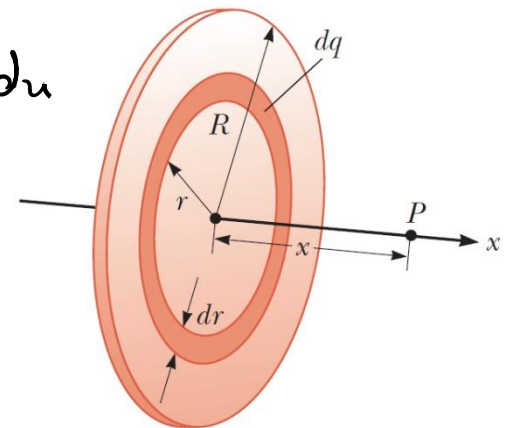
$$\int x^n dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$= \pi k_e \sigma x \int_{x^2}^{R^2+x^2} \frac{1}{u^{\frac{3}{2}}} du = \pi k_e \sigma x \int_{x^2}^{R^2+x^2} u^{-\frac{3}{2}} du$$

$$= \pi k_e \sigma x \left(-2 \cdot \frac{1}{u^{\frac{1}{2}}} \right) \bigg|_{u=x^2}^{u=R^2+x^2} =$$

= ...

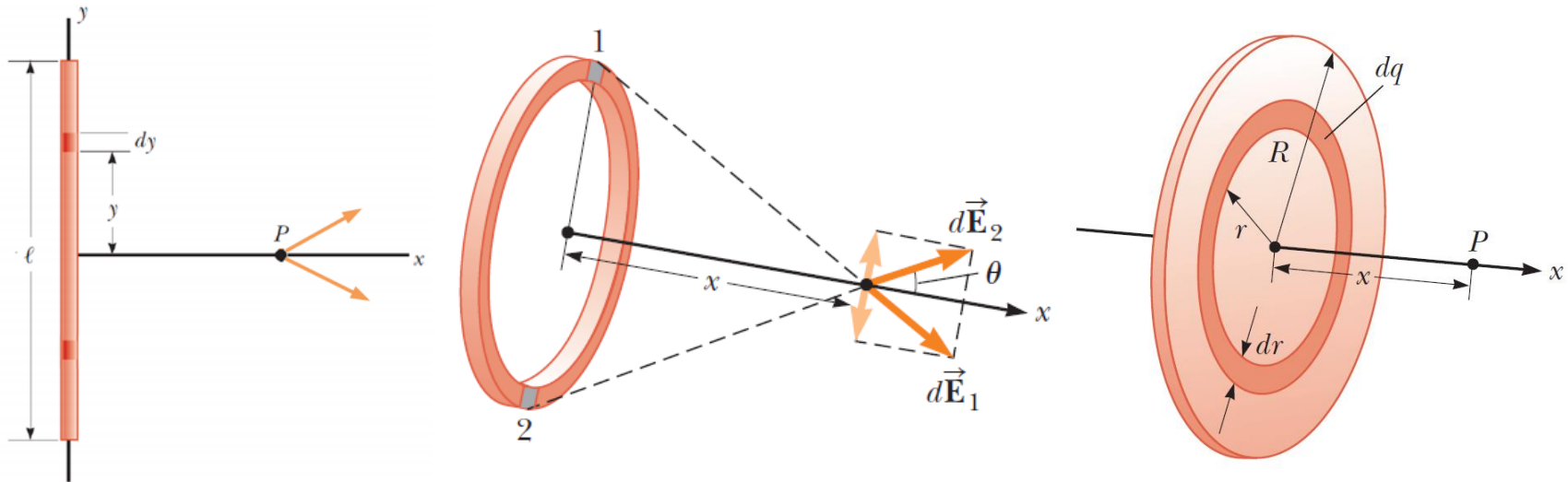
$$= 2k_e \pi \sigma \left(1 - \frac{x}{\sqrt{R^2+x^2}} \right).$$



- Τι συμβαίνει αν $x \gg R$?
- Τι συμβαίνει αν $R \rightarrow \infty$?

Ηλεκτρικά Πεδία

Κατανομές φορτίων



$$\vec{E}_P = k_e \frac{Q}{x\sqrt{x^2 + (l/2)^2}} \vec{i}$$

$$\vec{E}_P = k_e \frac{Qx}{(x^2 + a^2)^{\frac{3}{2}}} \vec{i}$$

$$\vec{E}_P = 2\pi\sigma k_e \left(1 - \frac{x}{(x^2 + R^2)^{\frac{1}{2}}} \right) \vec{i}$$

Ηλεκτρικά Πεδία

● Ηλεκτρικά Πεδία

- Σε όλα τα παραδείγματα είδατε τη φιλοσοφία προσέγγισης
- Από ένα μικρό, «σημειακό» φορτίο (είτε πραγματικό σημειακό φορτίο είτε κατανομή μικρού φορτίου) γενικεύσαμε σε ολόκληρη την κατανομή φορτίου
- Υπολογίσαμε τη συνεισφορά ηλεκτρικού πεδίου σε ένα σημείο λόγω του σημειακού φορτίου
- Αθροίσαμε (ολοκληρώσαμε) όλες τις συνεισφορές που οφείλονται σε όλα τα σημειακά φορτία

Ηλεκτρικά Πεδία

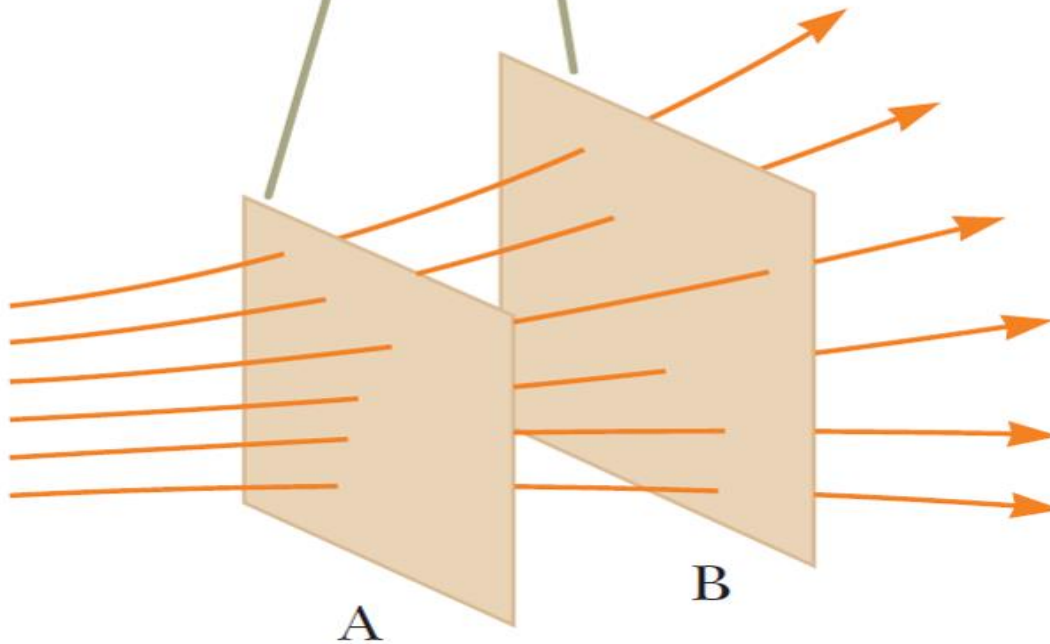
○ Δυναμικές Γραμμές Ηλεκτρικού Πεδίου

- Δεν μπορούμε να δούμε ένα ηλεκτρικό πεδίο
- Ένας βολικός τρόπος αναπαράστασης είναι οι **δυναμικές γραμμές** ηλεκτρικού πεδίου
 - Το διάνυσμα του ηλεκτρικού πεδίου $\vec{E}$ είναι εφαπτόμενο σε μια δυναμική γραμμή που διέρχεται από κάθε σημείο του χώρου
 - Η κατεύθυνση της γραμμής είναι όμοια με αυτή της ηλεκτρικής δύναμης που ασκείται σε ένα **θετικά** φορτισμένο σωματίδιο που βρίσκεται στο πεδίο
 - Ο αριθμός των γραμμών διαμέσου μιας επιφάνειας που είναι κάθετη στις δυναμικές γραμμές είναι ανάλογη του μέτρου του ηλεκτρικού πεδίου
 - Με άλλα λόγια, οι δυναμικές γραμμές είναι πιο πυκνές όπου η «δύναμη» του πεδίου είναι μεγαλύτερη

Ηλεκτρικά Πεδία

- Δυναμικές Γραμμές Ηλεκτρικού Πεδίου

Η τιμή του ηλεκτρικού πεδίου είναι μεγαλύτερη στην επιφάνεια Α από ότι στην επιφάνεια Β.



Ηλεκτρικά Πεδία

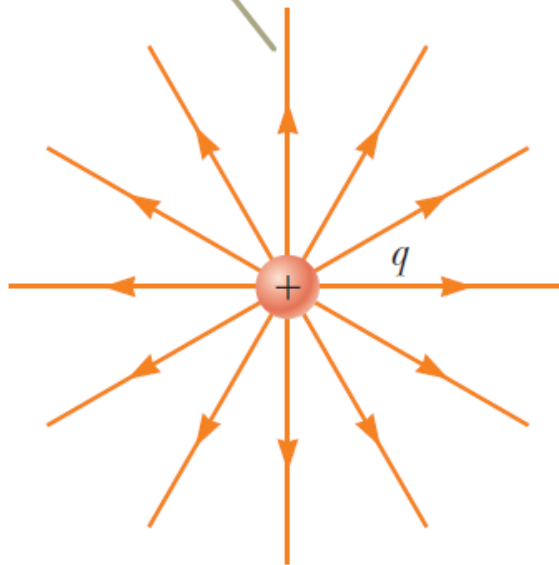
○ Δυναμικές Γραμμές Ηλεκτρικού Πεδίου

- Πώς τις σχεδιάζουμε;
- Για μεμονωμένα σημειακά φορτία, οι γραμμές κατευθύνονται ακτινικά προς τα «έξω» (θετικό φορτίο) ή προς τα «μέσα» (αρνητικό φορτίο)
- Για δύο ανόμοια φορτία, οι γραμμές πρέπει να ξεκινούν από θετικό φορτίο και να καταλήγουν σε αρνητικό φορτίο. Αν υπάρχει πλεόνασμα κάποιου φορτίου, τότε κάποιες δυναμικές γραμμές θα ξεκινούν ή θα τελειώνουν απειροστά μακριά.
- Ο αριθμός των γραμμών που ξεκινούν από ένα θετικό φορτίο ή πλησιάζουν ένα αρνητικό φορτίο είναι ανάλογη του μέτρου του φορτίου.
- Οι δυναμικές γραμμές δεν τέμνονται.

Ηλεκτρικά Πεδία

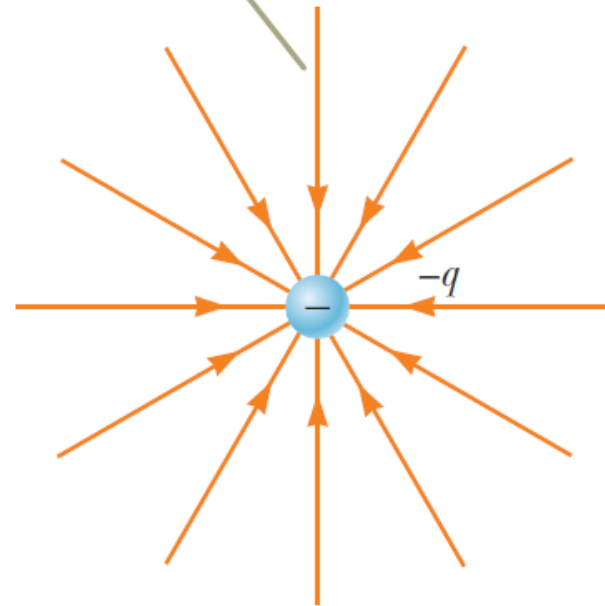
Δυναμικές Γραμμές Ηλεκτρικού Πεδίου

Για ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο, οι δυναμικές γραμμές έχουν κατεύθυνση ακτινικά προς τα έξω.



a

Για ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, οι δυναμικές γραμμές έχουν κατεύθυνση ακτινικά προς τα μέσα.

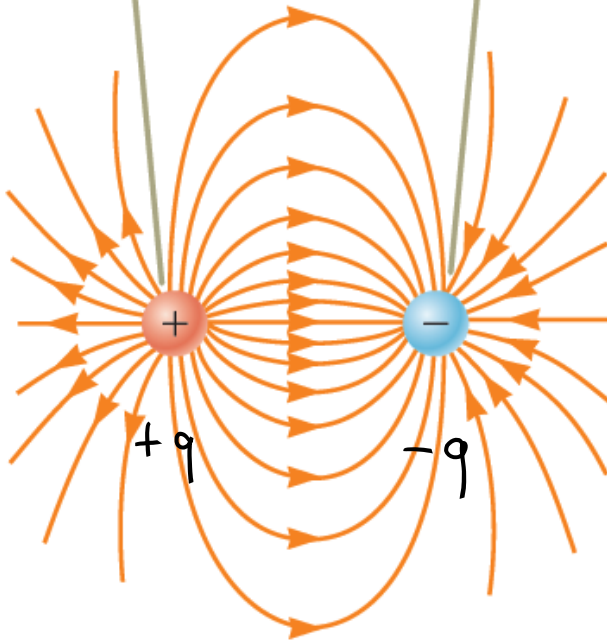


b

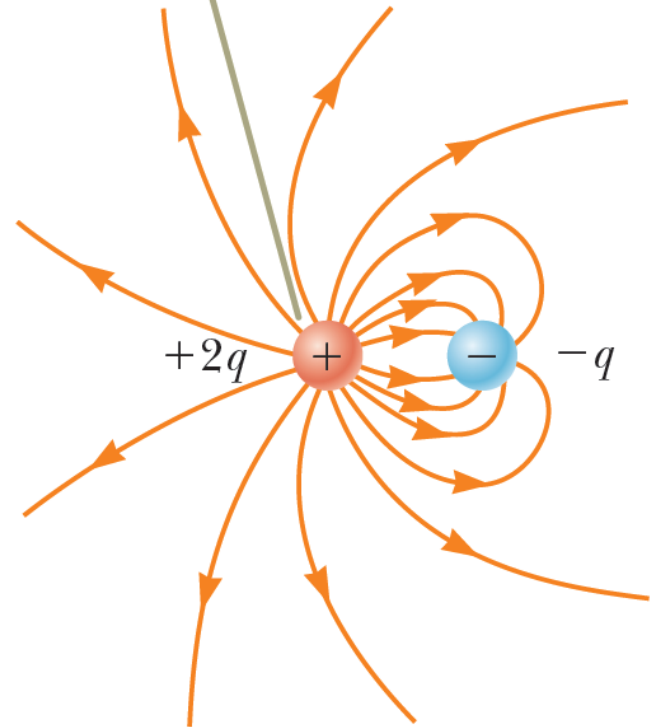
Ηλεκτρικά Πεδία

● Δυναμικές Γραμμές Ηλεκτρικού Πεδίου

Ο αριθμός των δυναμικών γραμμών που ξεκινούν από το θετικό φορτίο ισούται με τον αριθμό γραμμών που φθάνουν στο αρνητικό φορτίο.

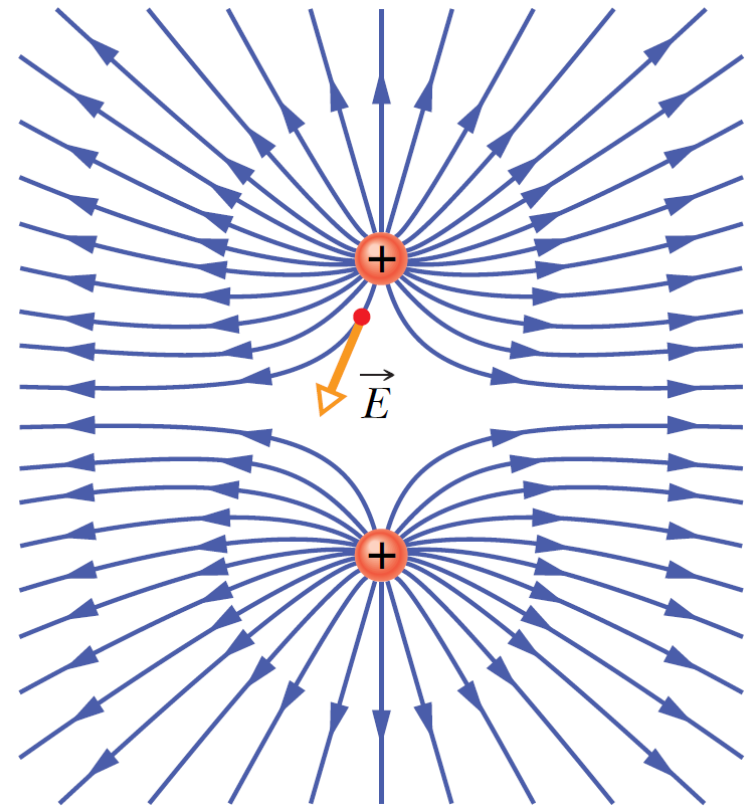
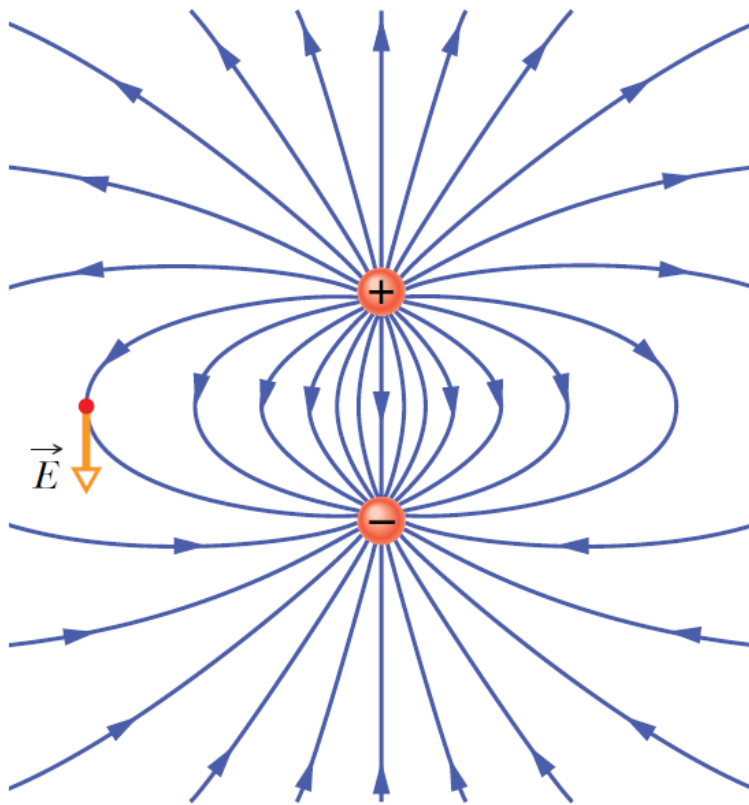


Δυο δυναμικές γραμμές ξεκινούν από το $+2q$ για κάθε μια που τερματίζει στο $-q$.



Ηλεκτρικά Πεδία

Δυναμικές Γραμμές Ηλεκτρικού Πεδίου



Ηλεκτρικά Πεδία

- **Κίνηση σωματιδίου σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο**

- Σωματίδιο μάζας m και φορτίου q
- Ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}$
- Ομογενές: **σταθερό** μέτρο, **παράλληλες** δυναμικές γραμμές που ξεκινούν από θετικά φορτία και καταλήγουν σε αρνητικά φορτία
- Επιταχυνόμενη κίνηση λόγω ηλεκτρικής δύναμης

$$\vec{F}_e = q\vec{E} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$$

- Αν το σωματίδιο έχει **θετικό** φορτίο, η κίνησή του ακολουθεί την κατεύθυνση των δυναμικών γραμμών του ηλεκτρικού πεδίου
- Αλλιώς, η κίνηση είναι αντίθετη της κατεύθυνσης του ηλεκτρικού πεδίου

Ηλεκτρικά Πεδία

◉ Παράδειγμα:

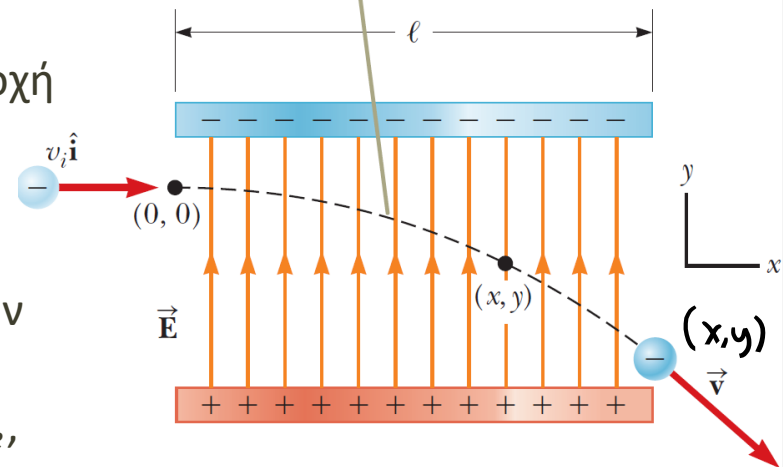
- ◉ Ένα ηλεκτρόνιο μπαίνει σε μια περιοχή ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου όπως στο σχήμα. Η αρχική ταχύτητά του είναι $u_i = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$ και $E = 200 \text{ N/C}$. Το οριζόντιο μήκος των πλακών είναι $l = 0.1 \text{ m}$. Θεωρήστε γνωστή τη μάζα του ηλεκτρονίου m_e , καθώς και το φορτίο του, e .

A) Βρείτε την επιτάχυνση του ηλεκτρονίου όσο βρίσκεται ανάμεσα στις πλάκες.

B) Υποθέτοντας ότι το ηλεκτρόνιο μπαίνει στο πεδίο τη χρονική στιγμή $t = 0$, βρείτε το χρόνο που εγκαταλείπει το πεδίο.

Γ) Υποθέτοντας ότι η y -συνιστώσα του ηλεκτρονίου όταν μπαίνει στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $y = 0$, ποια είναι αυτή με την οποία εγκαταλείπει το πεδίο;

Το ηλεκτρόνιο υφίσταται μια επιτάχυνση προς τα κάτω (αντίθετη του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου, και η κίνησή του είναι παραβολική όσο βρίσκεται ανάμεσα στις πλάκες.

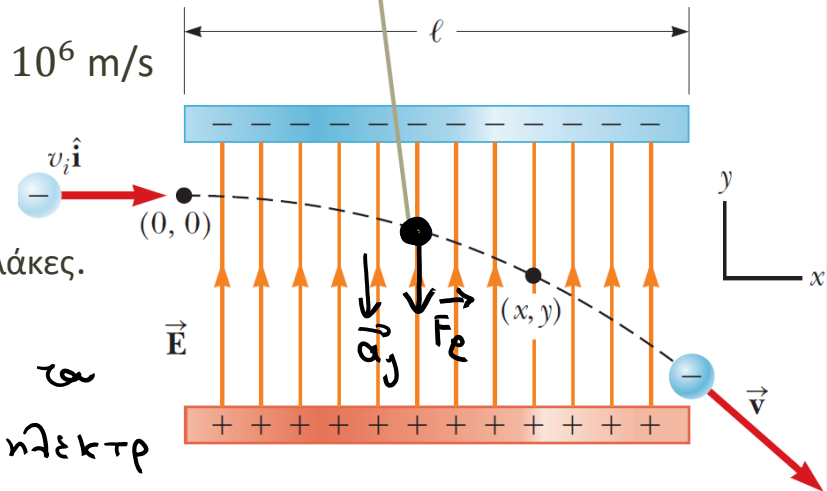


Ηλεκτρικά Πεδία

● Παράδειγμα – Λύση:

- Η αρχική ταχύτητά του είναι $u_i = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$ και $E = 200 \text{ N/C}$. Το οριζόντιο μήκος των πλακών είναι $l = 0.1 \text{ m}$.
Α) Βρείτε την επιτάχυνση του ηλεκτρονίου όσο βρίσκεται ανάμεσα στις πλάκες.

Το ηλεκτρόνιο υφίσταται μια επιτάχυνση προς τα κάτω (αντίθετη του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου, και η κίνησή του είναι παραβολική όσο βρίσκεται ανάμεσα στις πλάκες).



Το ηλεκτρόνιο επιταχύνεται λόγω του ομογενούς ηλεκτρ. πεδίου και της ηλεκτρ. δύναμης που του ασκείται εξ' αιτίας του πεδίου. Από το 2^ο νόμο του Newton θα έχουμε:

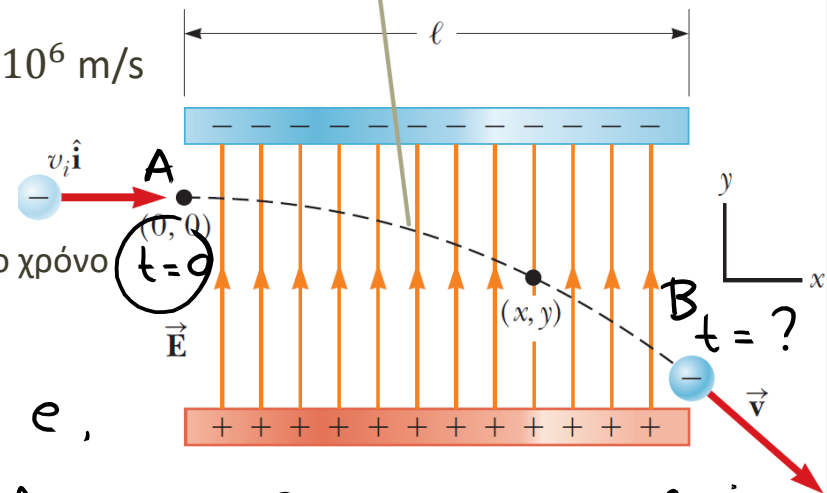
$$\begin{aligned} \sum \vec{F}_y &= m_e \vec{a}_y \Leftrightarrow \vec{F}_e = m_e \vec{a}_y \Rightarrow -F_e = m_e a_y \Rightarrow a_y = \frac{-F_e}{m_e} \Rightarrow \\ \Rightarrow \boxed{a_y &= -\frac{q_e E}{m_e}} \end{aligned}$$

Ηλεκτρικά Πεδία

● Παράδειγμα – Λύση:

- Η αρχική ταχύτητά του είναι $u_i = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$ και $E = 200 \text{ N/C}$. Το οριζόντιο μήκος των πλακών είναι $l = 0.1 \text{ m}$.
Β) Υποθέτοντας ότι το ηλεκτρόνιο μπαίνει στο πεδίο τη χρονική στιγμή $t = 0$, βρείτε το χρόνο που εγκαταλείπει το πεδίο.

Το ηλεκτρόνιο υφίσταται μια επιτάχυνση προς τα κάτω (αντίθετη του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου, και η κίνησή του είναι παραβολική όσο βρίσκεται ανάμεσα στις πλάκες.



Στον x -άξονα της κίνησης του e ,
δεν ασκείται καμία δύναμη! Άρα το ηλεκτρόνιο εκτελεί
ευθύγραμμη ομαλή κίνηση στον άξονα x της κίνησης του.
Στη διαδρομή $A \rightarrow B$:

$$x_B = x_A + u_x t \Leftrightarrow \underbrace{x_B - x_A}_l = u_x t \Leftrightarrow l = u_x t \Rightarrow$$

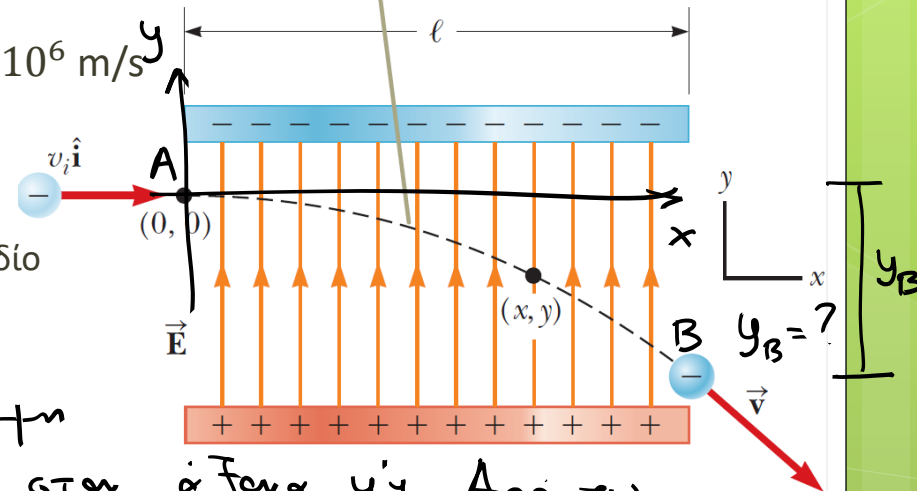
$$\Rightarrow t = \frac{l}{u_x} = \frac{l}{u_i} = \frac{10^{-1}}{3 \cdot 10^6} = \frac{1}{3} \cdot 10^{-7} \text{ sec}$$

Ηλεκτρικά Πεδία

● Παράδειγμα – Λύση:

- Η αρχική ταχύτητά του είναι $u_i = 3 \times 10^6 \text{ m/s}$ και $E = 200 \text{ N/C}$. Το οριζόντιο μήκος των πλακών είναι $l = 0.1 \text{ m}$.
Γ) Υποθέτοντας ότι η y -συνιστώσα του ηλεκτρονίου όταν μπαίνει στο ηλεκτρικό πεδίο είναι $y = 0$, ποια είναι αυτή με την οποία εγκαταλείπει το πεδίο;

Το ηλεκτρόνιο υφίσταται μια επιτάχυνση προς τα κάτω (αντίθετη του διανύσματος του ηλεκτρικού πεδίου, και η κίνησή του είναι παραβολική όσο βρίσκεται ανάμεσα στις πλάκες.



Το ηλεκτρόνιο εκτελεί ευθύγραμμη ομόλ. επιταχυνόμενη κίνηση στον άξονα y . Από τις εξισώσεις της επιταχυνόμενης κίνησης, έχουμε:

$$y_B = y_A + u_{iy} t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

$$y_B = 0 + 0 \cdot t + \frac{1}{2} a_y t^2 = \frac{1}{2} \left(-\frac{eE}{m_e} \right) \left(\frac{l}{u_i} \right)^2 =$$

$$= -\frac{eEl^2}{2m_e u_i^2} \simeq -0.0195 \text{ m}.$$

• Ποια άλλη εξίσωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί;



Εικόνα: Οι διαδικασίες που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας προκαλούν μεγάλες διαφορές ηλεκτρικού δυναμικού ανάμεσα στα σύννεφα και στο έδαφος. Το αποτέλεσμα αυτής της διαφοράς είναι μια ηλεκτρική εκφόρτιση που τη λέμε «κεραυνό», όπως στην εικόνα.

Φυσική για Μηχανικούς

Ηλεκτρικό Δυναμικό



Εικόνα: Οι διαδικασίες που συμβαίνουν κατά τη διάρκεια μιας καταιγίδας προκαλούν μεγάλες διαφορές ηλεκτρικού δυναμικού ανάμεσα στα σύννεφα και στο έδαφος. Το αποτέλεσμα αυτής της διαφοράς είναι μια ηλεκτρική εκφόρτιση που τη λέμε «κεραυνό», όπως στην εικόνα.

Φυσική για Μηχανικούς

Ηλεκτρικό Δυναμικό

Ηλεκτρικό Δυναμικό

○ Εισαγωγή

- Στη μελέτη του ηλεκτρισμού ως τώρα, τον σχετίσαμε με την έννοια της ηλεκτρικής *δύναμης*
- Τώρα, θα συσχετίσουμε τα ηλεκτρικά φαινόμενα με την έννοια της *ενέργειας*
- Θα ορίσουμε την έννοια του **ηλεκτρικού δυναμικού και της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας**
 - Το ηλεκτρικό δυναμικό έχει μεγάλη εφαρμογή στη λειτουργία των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και συσκευών
- Θα περιγράψουμε φαινόμενα με μεγαλύτερη ευκολία απ' ό,τι με χρήση πεδίων και δυνάμεων
 - Όπως περιγράψαμε πιο εύκολα τα φαινόμενα της Μηχανικής με ενεργειακά θεωρήματα σε σχέση με την περιγραφή μέσω δυνάμεων και εξισώσεων κινηματικής

Ηλεκτρικό Δυναμικό

○ Ηλεκτρικό Δυναμικό

- Έστω ένα φορτίο q τοποθετείται σε ηλεκτρικό πεδίο $\vec{E}$
- Έστω το **φορτίο + πεδίο** ως ένα **σύστημα**
- Δύναμη $F_e = qE$ ασκείται στο φορτίο
 - Η δύναμη οφείλεται στο πεδίο
 - Το φορτίο κινείται λόγω της ηλεκτρικής δύναμης
 - Η δύναμη είναι **συντηρητική** και **εσωτερική** δύναμη του συστήματος
 - Άρα το έργο της είναι **εσωτερικό** στο σύστημα
- Άρα το **πεδίο παράγει εσωτερικό έργο στο σύστημα**
 - Όπως ακριβώς η βαρύτητα (βαρυτικό πεδίο) στο σύστημα Γης-βιβλίου, όταν το βιβλίο αφήνεται να πέσει από ύψος

Ηλεκτρικό Δυναμικό

○ Ηλεκτρικό Δυναμικό

- Για μια απειροστά μικρή μετατόπιση $d\vec{s}$ ενός σημειακού φορτίου στο ηλεκτρικό πεδίο...

- Το έργο της ηλεκτρικής δύναμης είναι

$$dW_{int} = \vec{F}_e \cdot d\vec{s} = q\vec{E} \cdot d\vec{s}$$

- Θυμηθείτε: το έργο μιας εσωτερικής συντηρητικής δύναμης σε ένα σύστημα ισούται με την αρνητική μεταβολή της **δυναμικής του ενέργειας: της ηλεκτρικής δυναμικής του ενέργειας!**

$$dW_{int} = -dU_e$$

- Άρα

$$dU_e = -dW_{int} = -q\vec{E} \cdot d\vec{s}$$

- Για πεπερασμένη μετατόπιση από το σημείο (A) στο (B) είναι

$$\Delta U_e = -q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

Δεν εξαρτάται από το μονοπάτι (η qE είναι συντηρητική δύναμη)!

Ηλεκτρικό Δυναμικό

- **Ηλεκτρικό Δυναμικό**

- Για μια **συγκεκριμένη θέση** του φορτίου στο πεδίο, το σύστημα έχει μια δυναμική ενέργεια U_e , σε σχέση με μια θέση όπου έχει δυναμική ενέργεια $U_e = 0$ (διάταξη αναφοράς)

- Για παράδειγμα, όταν το φορτίο βρίσκεται στο άπειρο

- Διαιρώντας τη U_e με το φορτίο q :

$$V = \frac{U_e}{q}$$

το οποίο ονομάζεται **ηλεκτρικό δυναμικό** V

Ηλεκτρικό Δυναμικό

- Ηλεκτρικό Δυναμικό

- Η **διαφορά δυναμικού** μεταξύ δυο σημείων (A) και (B) ορίζεται ως: η **μεταβολή** στην ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος «πεδίο-φορτίο» όταν ένα φορτίο q μετακινείται μεταξύ δυο σημείων (A) και (B), δια το φορτίο αυτό:

$$\begin{aligned}\Delta V_{A \rightarrow B} &= V_B - V_A = \frac{\Delta U_e}{q} \\ &= -\frac{1}{q} q \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}\end{aligned}$$

- Το ηλεκτρικό δυναμικό μετρά δυναμική ενέργεια ανά μονάδα φορτίου: J/C = Volt (V)

Ηλεκτρικό Δυναμικό

◉ Ηλεκτρικό Δυναμικό

$$\Delta V_{A \rightarrow B} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

- ◉ Δεν εξαρτάται από το φορτίο q , παρά μόνο από το ηλεκτρικό πεδίο!
- ◉ Άρα το δυναμικό αποτελεί ένα **χαρακτηριστικό του πεδίου!**
- ◉ Παρατηρήστε ότι $\text{Volt} = \frac{\text{N}}{\text{C}} \text{ m}$
- ◉ Όπως και με τη δυναμική ενέργεια που έχουμε δει ως τώρα (βαρυτική, ελαστική), μόνο διαφορές δυναμικού έχουν νόημα
- ◉ Πολλές φορές ορίζουμε εμείς ένα σημείο/μια περιοχή/μια διάταξη του συστήματος ως μηδενικού δυναμικού

Ηλεκτρικό Δυναμικό

○ Ηλεκτρικό Δυναμικό

- Προσοχή: η διαφορά δυναμικού δεν είναι το ίδιο με τη διαφορά δυναμικής ενέργειας
 - Η διαφορά δυναμικού μεταξύ (A) και (B) υπάρχει αποκλειστικά λόγω **μιας πηγής φορτίου, δηλ. ενός ηλεκτρικού πεδίου**, και εξαρτάται από την κατανομή αυτής
 - Για να υπάρχει διαφορά δυναμικής ενέργειας, πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα με τουλάχιστον **δυο** μέλη (δυο φορτία ή ένα φορτίο και ένα πεδίο)!
 - Η δυναμική ενέργεια ανήκει στο σύστημα και αλλάζει μόνον αν ένα φορτίο μετακινηθεί σε σχέση με τη διάταξη αναφοράς του συστήματος!
- Σκεφτείτε το όμοια με το ηλ. πεδίο και την ηλ. δύναμη...
 - Το πεδίο υπάρχει λόγω μιας πηγής φορτίου
 - Η ηλ. δύναμη εγείρεται σε άλλο φορτίο στο χώρο του πεδίου
 - Απαιτούνται δηλαδή τουλάχιστον δυο φορτία για τη δύναμη!



Συνεχίζεται... 😊
