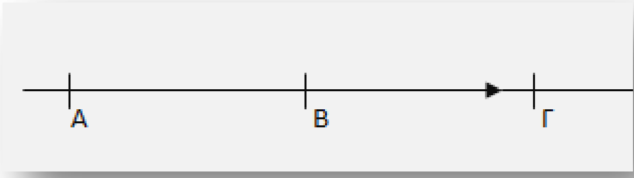
Ομογενές ηλεκτρικό πεδίο

58. Σε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής, βρίσκονται, διαδοχικά, τα σημεία Α, Β και Γ. Εάν V_A-V_B = 5V και οι αποστάσεις μεταξύ των σημείων είναι ΑΒ= x και ΒΓ= x, ποια είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στα σημεία Α-Γ και Β-Γ;



Γνωρίζουμε καλά τη σχέση $\in = \frac{V}{d}$, επομένως...

$V_A - V_B = \in . x = 5\, volt$ (1)

$V_B - V_\Gamma = \in . x$ (2)

Και $V_A - V_\Gamma = \in \ .2x$ (3) Αυτές οι εξισώσεις λένε : $V_{B\Gamma} = 5\, volt$ και $V_{A\Gamma} = 10\, volt$

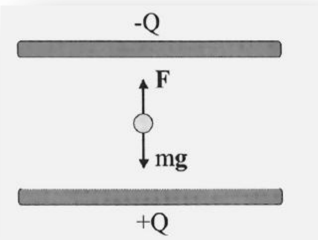
59. Ο αέρας είναι μονωτής, αλλά για ηλεκτρικό πεδίο έντασης μεγαλύτερης από $3x10^6$V/m γίνεται αγωγός (δημιουργείται ηλεκτρικός σπινθήρας). Η απόσταση μεταξύ των ηλεκτροδίων σε ένα μπουζί είναι περίπου 0,5mm. Πόση είναι η ελάχιστη διαφορά δυναμικού που πρέπει να εφαρμοστεί στα ηλεκτρόδια, ώστε να παραχθεί ηλεκτρικός σπινθήρας; Θεωρήστε το πεδίο που δημιουργείται ανάμεσα στα ηλεκτρόδια ομογενές.

Στο σχήμα βλέπετε τα δυο ηλεκτρόδια στο μπουζί. Ανάμεσα σε αυτά έχουμε διαφορά δυναμικού αρκετά μεγάλη, την οποία φτιάχνουν συστήματα του κινητήρα (πολλαπλασιαστές...).

Αν θεωρήσουμε ότι στη μικρή περιοχή –ανάμεσα στα ηλεκτρόδια- έχουμε ομογενές ηλεκτρικό πεδίο, τότε έχουμε εξισώσεις!

$$\Sigma\pi\iota\nu\theta\acute{\eta}\rho\alpha\varsigma \rightarrow \{s.i.\} \quad \in > 3\,.\,10^6 \quad \rightarrow \quad \in .\, d > \ 3\,.\,10^6\,.\ 0{,}5\ 10^{-3} \quad \rightarrow \quad V \ > 1500\, volt$$

60. Στο ομογενές ηλεκτρικό πεδίο που υπάρχει ανάμεσα σε δυο οριζόντιες πλάκες με φορτία +Q και –Q, αιωρείται (ισορροπεί) σωματίδιο μάζας m=10^{-3}kg και φορτίου *q* = $5x10^{-7}$C. Αν οι δύο πλάκες απέχουν μεταξύ τους απόσταση d=2cm, να υπολογιστεί η διαφορά δυναμικού που παρουσιάζουν. Δίνεται: g = 10m/s^2.



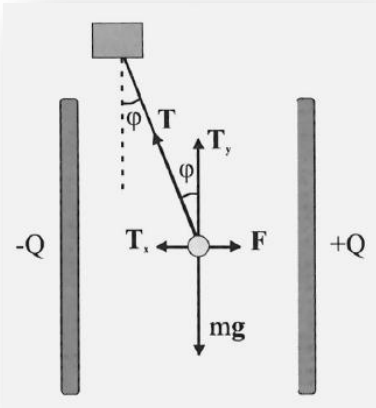
Η επάνω πλάκα πρέπει να είναι φορτισμένη αρνητικά, ώστε η δύναμη του πεδίου να έχει αντίθετη φορά από το βάρος του σωματίου.

Ισορροπία : $\vec{F} + m.\vec{g} = 0 \ \rightarrow (*) \ \rightarrow \ F - mg = 0 \ \rightarrow F = mg \ \rightarrow \in . q = mg \ \rightarrow$

$\frac{V.q}{d} = mg \ \rightarrow V = \frac{mgd}{q} \ \rightarrow \ \{s.i.\} \ \rightarrow V = \frac{10^{-3}\,.10\,.2\,.10^{-2}}{5\,.10^{-7}} = 400\, volt$

*(*) Όταν επιλύεται αλγεβρικά διανυσματική εξίσωση, με **γνωστές** τις φορές όλων των διανυσμάτων, τότε έχουμε σχέση μέτρων!*

61. Ανάμεσα σε δύο παράλληλες κατακόρυφες μεταλλικές πλάκες, που είναι φορτισμένες με φορτία +Q και -Q, ισορροπεί μια μικρή φορτισμένη σφαίρα εκκρεμούς, σε θέση τέτοια ώστε το νήμα του να σχηματίζει γωνία 6^o με την κατακόρυφο. Οι δύο παράλληλες μεταλλικές πλάκες απέχουν απόσταση d=10cm και παρουσιάζουν διαφορά δυναμικού V=200V. Η σφαίρα του εκκρεμούς έχει μάζα m=2mg. Να υπολογιστεί το φορτίο της σφαίρας.
Δίνονται: $g = 10m/s^2$, $εφ6^o=0{,}1$.



Σχήμα, ισορροπία …

$$\overrightarrow{\Sigma F_\chi} = 0 \rightarrow \vec{F} + \vec{T_x} = 0 \rightarrow F = T.\eta\mu\varphi \qquad (1)$$

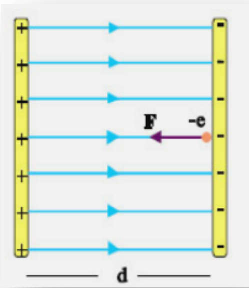
$$\overrightarrow{\Sigma F_y} = 0 \rightarrow m\vec{g} + \vec{T_y} = 0 \rightarrow mg = T.\sigma\upsilon\nu\varphi \qquad (2)$$

Διαιρούμε κατά μέλη…

$$\frac{F}{mg} = \varepsilon\varphi\varphi \rightarrow F = mg\ \varepsilon\varphi\varphi \rightarrow \in.q = mg\ \varepsilon\varphi\varphi \rightarrow \frac{V}{d}.q = mg\ \varepsilon\varphi\varphi \qquad (3)$$

Από την (3) εύκολα προκύπτει ότι $q=10^{-9}$ C

62. Ηλεκτρόνιο βάλλεται με ταχύτητα $υ_o=2x10^4 m/s$ παράλληλα στις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου έντασης E=91V/m.
α) Να υπολογιστεί η δύναμη που δέχεται το ηλεκτρόνιο και η επιτάχυνση που θα αποκτήσει.
β) Να γραφούν οι σχέσεις που περιγράφουν την κίνησή του μέσα στο πεδίο.
Εξετάστε τις περιπτώσεις στις οποίες η ταχύτητα του ηλεκτρονίου είναι I) ομόρροπη και II) αντίρροπη προς τις δυναμικές γραμμές.
Δίνονται η μάζα του ηλεκτρονίου $m_e = 9{,}1x10^{-31}$ kg και το στοιχειώδες φορτίο e = $1{,}6x10^{-19}$ *C*.



Το ηλεκτρόνιο θα δεχτεί δύναμη σταθερή σε μέτρο, με κατεύθυνση αντίθετη αυτής των δυναμικών γραμμών αφού $\vec{F} = -e.\vec{\in}$ και αφού η ένταση έχει ΠΑΝΤΑ τη φορά των δυναμικών γραμμών. (σχήμα)

Ώστε : $\vec{F} = -e.\vec{\in} \rightarrow F = -e.(-\in) \rightarrow F = e.\in \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow F = 1{,}456\ 10^{-17}\ N$

Επιτάχυνση…

$$\vec{F} = m.\vec{a} \rightarrow a = \frac{F}{m} \rightarrow \{s.i.\} \rightarrow a = 16\,.10^{12}\ m/sec$$

Οι εξισώσεις κίνησης –εφόσον έχουμε αρχική ταχύτητα- είναι οι παρακάτω.

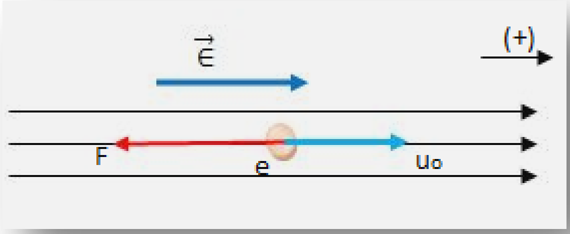
$$u = u_o + a.t \qquad \text{και} \qquad \Delta x = u_o t + \frac{1}{2}a\,t^2$$

Αν $\vec{u}_o \uparrow\uparrow \vec{a}$, τότε θα αντικαταστήσουμε την επιτάχυνση αλγεβρικά με $a = +16\,.10^{12}\ m/sec$

Αν $\vec{u}_o \uparrow\downarrow \vec{a}$, τότε θα αντικαταστήσουμε την επιτάχυνση αλγεβρικά με $a = -16\,.10^{12}\ m/sec$

Αυτά…

63. Ηλεκτρόνιο βάλλεται με ταχύτητα u_o ομόρροπη με τις δυναμικές γραμμές ομογενούς ηλεκτροστατικού πεδίου έντασης **E**. Να βρεθεί σε πόσο χρόνο θα μηδενιστεί στιγμιαία η ταχύτητά του, σε πόσο χρόνο θα επιστρέψει στην αρχική του θέση και τι ταχύτητα θα έχει τότε. Σχολιάστε το αποτέλεσμα. Δίνονται η μάζα του ηλεκτρονίου m και το στοιχειώδες φορτίο e.



Στο σχήμα εμφανίζονται τα διανύσματα, που συμμετέχουν στις εξισώσεις κίνησης φορτίου (ηλεκτρόνιο στη περίπτωσή μας), εντός ομογενούς ηλεκτρικού πεδίου.

Η επιτάχυνση είναι ομόρροπη της δύναμης $\vec{F}$ του πεδίου.

$u = u_o + a.t$ (1) και $\Delta x = u_o t + \frac{1}{2}\, a\, t^2$ (2) …

…με την παρατήρηση ότι η επιτάχυνση στις δυο εξισώσεις φέρει αλγεβρικό πρόσημο πλην (-), ως αντίρροπη με την αρχική ταχύτητα, που θεωρούμε –αυθαίρετα- ως θετική.

Χρόνος απαιτούμενος να μηδενιστεί η ταχύτητα…

$$(1)\ απαιτείται\ \ u = 0 \ \rightarrow\ t_{κιν} = -\frac{u_o}{a} = -u_o \frac{1}{-\frac{F}{m}} = \frac{m\,.u_o}{F} = \frac{m\,.u_o}{\epsilon.e}$$

Χρόνος επιστροφής στο σημείο βολής…

$$(2)\ \ απαιτείται\ \ \Delta x = 0 \ \rightarrow\ \ t = 0\ \ ή\ \ t = -\frac{2.\,u_o}{a} \rightarrow t = -\frac{2.\,u_o}{-F/m} \ \rightarrow t = \frac{2m\,u_o}{\epsilon\,.\,e}$$

Ταχύτητα επιστροφής στο σημείο βολής…

$$u = u_o + a.t \qquad και \qquad t = -\frac{2.u_o}{a} \quad οπότε \quad u = u_o + a.\left(-\frac{2.u_o}{a}\right) = u_o - 2u_o = -u_o$$

Νίκος Δημάσης
Φυσικός (ψηφ.υπ.)