

Φυσική γενικής Παιδείας Β ΓΕ. Λ.

Ένταση συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος

Μεθοδολογία ασκήσεων - ασκήσεις

1. Για τη λύση των ασκήσεων που σχετίζονται με την ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιείται συχνά ο μαθηματικός τύπος

$$I = \frac{q}{t} \quad (1)$$

Αν λύσουμε ως προς q προκύπτει

$$q = I \cdot t \quad (2)$$

Τον τελευταίο τύπο μπορούμε να χρησιμοποιούμε μόνο στην περίπτωση που το ρεύμα έχει σταθερή ένταση.

Παράδειγμα 1

Αγωγός διαρρέεται από ρεύμα $I = 2 \text{ A}$. Να βρεθεί το φορτίο που περνά από μια διατομή του αγωγού σε χρόνο 2 s .

Αντικαθιστώ τα δεδομένα μου στον τύπο (2) και βρίσκω:

$$q = I \cdot t \Rightarrow q = 2\text{A} \cdot 2\text{s} \Rightarrow q = 4\text{C}$$

2. Συχνά στις ασκήσεις δίνεται ο αριθμός των ηλεκτρονίων που περνούν από μια διατομή του αγωγού σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και ζητείται η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος, με δεδομένο το φορτίο του ηλεκτρονίου q_e . Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούμε τον τύπο που δίνει το συνολικό φορτίο N ηλεκτρονίων:

$$|q| = N \cdot |q_e| \quad (3)$$

Στη συνέχεια λύνουμε την άσκηση κατά τα γνωστά.

Παράδειγμα 2

Χάλκινο σύρμα διαρρέεται από συνεχές ρεύμα σταθερής έντασης. Αν από μία διατομή του σύρματος περνούν 10^{16} ηλεκτρόνια σε 20 δευτερόλεπτα, να βρεθεί η ένταση του ρεύματος. Δίνεται $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{ C}$.

Το συνολικό φορτίο των ηλεκτρονίων που περνούν από τη διατομή του αγωγού είναι:

$$|q| = N \cdot |q_e| = 10^{16} \cdot 1,6 \cdot 10^{-17} \text{C} \Rightarrow |q| = 1,6 \cdot 10^{-1} \text{C}$$

Το δεδομένο χρονικό διάστημα είναι

$$t = 20\text{s}$$

Συνεπώς από τον τύπο (1) προκύπτει

$$I = \frac{1,6 \cdot 10^{-1} \text{C}}{20\text{s}} = \frac{1,6 \cdot 10^{-1}}{2 \cdot 10} \text{A} = 0,8 \cdot 10^{-2} \text{A} = 8 \cdot 10^{-3} \text{A} \Rightarrow I = 8\text{mA}$$

3. Άλλες φορές δίνεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό και ζητείται ο αριθμός των ηλεκτρονίων που περνούν από μία διατομή του σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούμε και πάλι τον τύπο (3) λύνοντας ως προς N:

$$N = \frac{|q|}{|q_e|} \quad (4)$$

Παράδειγμα 3

Ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα σταθερής έντασης 32mA. Να υπολογιστεί ο αριθμός των ηλεκτρονίων που περνούν από μία διατομή του αγωγού σε 1 δευτερόλεπτο. Δίνεται $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-17} \text{C}$.

Αρχικά μετατρέπουμε την ένταση του ρεύματος σε Αμπέρ

$$32\text{mA} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{A}$$

Στη συνέχεια με τη βοήθεια του τύπου (2) υπολογίζουμε το συνολικό ηλεκτρικό φορτίο που περνά από τη διατομή του αγωγού σε χρονικό διάστημα 1 s.

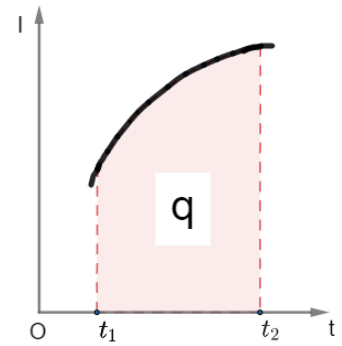
$$q = I \cdot t \Rightarrow q = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{A} \cdot 1\text{s} \Rightarrow q = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{C}$$

Τέλος, εφαρμόζουμε τη σχέση (4)

$$N = \frac{|q|}{|q_e|} \Rightarrow N = \frac{3,2 \cdot 10^{-3}}{1,6 \cdot 10^{-17}} \Rightarrow N = 2 \cdot 10^{-3+17} \Rightarrow N = 2 \cdot 10^{14}$$

4. Υπάρχουν ασκήσεις στις οποίες το ρεύμα δεν έχει σταθερή ένταση αλλά μεταβαλλόμενη. Σε αυτές δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο (2).

Σε αυτήν την περίπτωση το διερχόμενο φορτίο από μια διατομή του αγωγού μεταξύ των χρονικών στιγμών t_1 και t_2 υπολογίζεται από το διάγραμμα $I = f(t)$. Συγκεκριμένα το ζητούμενο φορτίο ισοϋται αριθμητικά με το εμβαδόν της γραμμοσκιασμένης περιοχής.

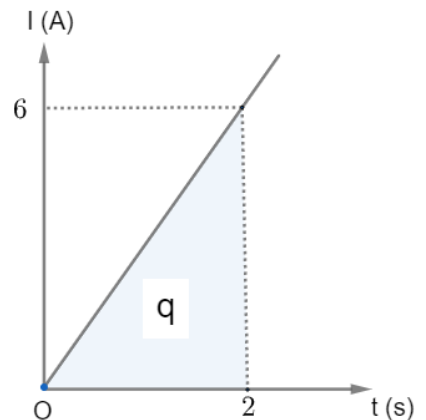


Παράδειγμα 4

Αγωγός διαρρέεται από ρεύμα έντασης $I = 3t$ (S.I.). Να βρεθεί το φορτίο που περνά από μία διατομή του αγωγού σε χρόνο $2s$.

Το ρεύμα δεν είναι σταθερό στο χρονικό διάστημα $(0, 2s)$ συνεπώς θα πρέπει να σχεδιάσω το διάγραμμα $I = 3t$ το οποίο είναι μία ευθεία που περνάει από το 0 και έχει κλίση $3 A/s$. Το ζητούμενο φορτίο είναι αριθμητικά ίσο με το εμβαδόν του γαλάζιου τριγώνου. Δηλαδή:

Πίνακας τιμών	
t (s)	I (A)
0	0
2	6



$$q = \frac{1}{2} \cdot 2 \cdot 6C \Rightarrow q = 6C$$

5. Άλλη μία χαρακτηριστική περίπτωση ασκήσεων είναι αυτές στις οποίες δίνεται η ταχύτητα των φορέων του ρεύματος και ζητείται η ένταση του ρεύματος. Ας δούμε μία περίπτωση.

Παράδειγμα 5

Δέσμη ηλεκτρονίων έχει ταχύτητα $v = 2 \cdot 10^4 m/s$. Για κάθε μέτρο μήκους της δέσμης, περιέχεται ηλεκτρικό φορτίο $3,5 \cdot 10^{-7} C$. Να βρεθεί η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος.

Η ταχύτητα των ηλεκτρονίων είναι σταθερή και το ίδιο και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος. Συνεπώς για την υπολογίσουμε μπορούμε να κάνουμε χρήση της σχέσης (1).

Σε χρονική διάρκεια t η δέσμη διανύει απόσταση $d = 1m$ με σταθερή ταχύτητα μέτρου v . Συνεπώς ισχύει

$$v = \frac{s}{t} \Leftrightarrow t = \frac{s}{v}$$

Συνεπώς μπορούμε να γράψουμε

$$I = \frac{q}{t} \Rightarrow I = \frac{q}{\frac{s}{v}} \Rightarrow I = \frac{q \cdot v}{s} \Rightarrow I = \frac{3,5 \cdot 10^{-7} C \cdot 2 \cdot 10^4 m/s}{1m} \Rightarrow I = 7 \cdot 10^{-3} A \text{ ή } I = 7mA$$

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

1. Στη θεωρία αναφέρεται πως τα ηλεκτρόνια κινούνται προσανατολισμένα εξαιτίας της ηλεκτρικής δύναμης ($\vec{F} = -|q_e| \cdot \vec{E}$) που ασκεί σε αυτά το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί η πηγή. Εφόσον η ηλεκτρική πηγή διατηρεί το πεδίο η δύναμη αυτή επιδρά συνεχώς στα ελεύθερα ηλεκτρόνια.
Εκτιμάς ότι αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να αυξάνεται η ταχύτητα των ηλεκτρονίων συνεχώς; Να δικαιολογήσεις την απάντησή σου.
2. Αφού τα ηλεκτρόνια σε ένα κύκλωμα κινούνται με πολύ μικρή ταχύτητα, γιατί μια λάμπα φωτοβολεί πρακτικά αμέσως μόλις γυρίσουμε τον διακόπτη;
3. Σε ένα διάλυμα νερού – χλωριούχου νατρίου υπάρχει ηλεκτρικό πεδίο. Μεταξύ δύο σημείων A και B υπάρχει διαφορά δυναμικού, $V_A > V_B$.
 - (α) Τα ιόντα νατρίου (Na^+) κινούνται από το A προς το B ή αντιστρόφως;
 - (β) Τα ιόντα χλωρίου (Cl^-) κινούνται από το A προς το B ή αντιστρόφως;

ΑΣΚΗΣΕΙΣ

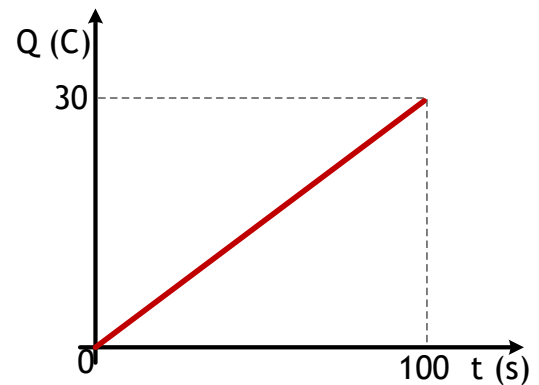
Δίνεται, για όσες ερωτήσεις είναι απαραίτητο, το φορτίο του ηλεκτρονίου $q_e = -1,6 \cdot 10^{-17} \text{ C}$

1. Από τη διατομή ενός χάλκινου σύρματος διέρχονται $1,8 \cdot 10^{21}$ ηλεκτρόνια ανά λεπτό. Να υπολογίσετε την ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το σύρμα.
2. Μία μπαταρία τροφοδοτεί τον ηλεκτρικό κινητήρα σε ένα τρενάκι με ρεύμα έντασης 500mA. Να υπολογίσετε την ποσότητα του φορτίου που περνάει από μία διατομή του καλωδίου σύνδεσης σε χρονικό διάστημα 2min.
3. (α) Το καλώδιο ενός CD Player διαρρέεται από ρεύμα έντασης 5 mA. Να υπολογίσετε σε πόσο χρονικό διάστημα διέρχεται από μία διατομή αυτού του καλωδίου φορτίο 2 C.
(β) Εάν η ένταση του ρεύματος, που διαρρέει ένα καλώδιο είναι 80 mA να υπολογίσετε σε πόσο χρονικό διάστημα διέρχονται από μία διατομή αυτού του καλωδίου $3 \cdot 10^{20}$ ηλεκτρόνια.
4. Από την εγκάρσια διατομή ενός σύρματος χρωμονικελίνης, σταθερής διατομής, διέρχεται συνολικό φορτίο 9 mC σε χρονικό διάστημα 3,5 s. Να υπολογίσετε:
 - (α) Την ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το σύρμα.
 - (β) Τον αριθμό ελεύθερων ηλεκτρονίων, που διέρχονται από μία εγκάρσια διατομή του σύρματος σε χρονικό διάστημα 10 s.

5. Δύο σύρματα Σ_1 και Σ_2 διαρρέονται από ρεύματα έντασης I_1 και $I_2 = 10I_1$ αντίστοιχα. Το φορτίο που περνάει, σε χρονική διάρκεια t , από μία διατομή του Σ_1 είναι $0,32 \text{ C}$. Να υπολογίσετε τον αριθμό των ηλεκτρονίων που περνάνε από μία διατομή του Σ_2 στην ίδια χρονική διάρκεια.
6. (Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο εκτοξεύεται με ταχύτητα \vec{v} κάθετη στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου, επιδρά σε αυτό μία δύναμη –που ονομάζεται δύναμη Lorentz– εξαναγκάζοντάς το να διαγράψει κυκλική τροχιά).

Δέσμη πρωτονίων συνολικού φορτίου 10 nC κινείται κάθετα στις δυναμικές γραμμές ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου διαγράφοντας κυκλική τροχιά συχνότητας $f = 5000 \text{ Hz}$. Να βρείτε την ένταση του ρεύματος με την οποία ισοδυναμεί η περιστροφή της δέσμης.

7. Το διπλανό διάγραμμα παριστάνει το φορτίο που περνάει από τη διατομή ενός σύρματος σε συνάρτηση με το χρόνο.



(α) Να υπολογίσετε την τιμή της έντασης του ρεύματος που διαρρέει το σύρμα.

(β) Πόσο φορτίο περνάει από μία διατομή του σύρματος σε 2 min ;

(γ) Πόσος χρόνος (σε δευτερόλεπτα και λεπτά) απαιτείται για να περάσει από μία διατομή του σύρματος φορτίο 90 C ;

(δ) Να κατασκευάσετε το διάγραμμα της έντασης του ρεύματος σε συνάρτηση με το χρόνο.

8. Στο διπλανό διάγραμμα απεικονίζεται η ένταση του ρεύματος που διαρρέει έναν αγωγό σε συνάρτηση με το χρόνο. Να υπολογίσετε:

(α) το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του αγωγού τη χρονική διάρκεια $0 - 8 \text{ s}$ και το ηλεκτρικό φορτίο που διέρχεται από μία διατομή του αγωγού τη χρονική διάρκεια $0 - 12 \text{ s}$.

(β) τον αριθμό των ηλεκτρονίων που διέρχονται από μία διατομή του αγωγού από $0-12 \text{ s}$.

