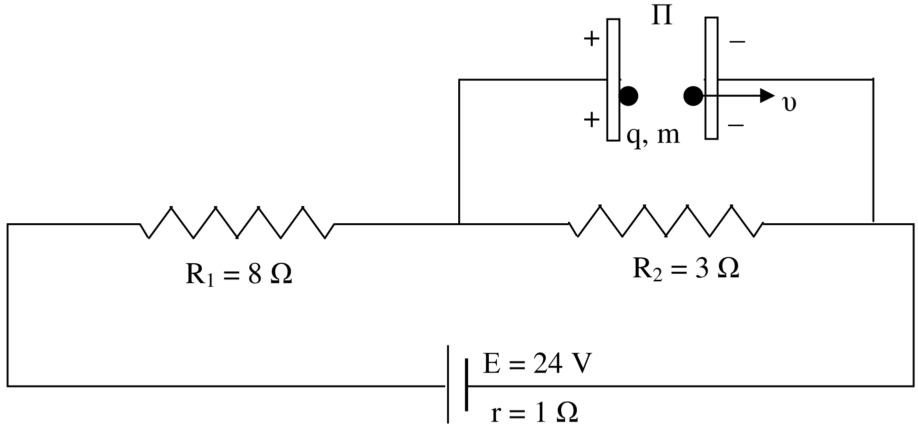
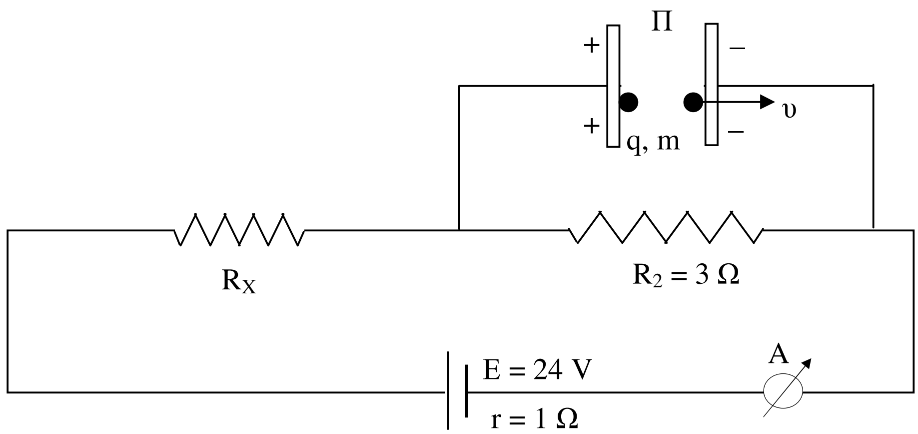
Α. Στο κύκλωμα του σχήματος ο πυκνωτής Π είναι συνδεδεμένος παράλληλα με την ωμική αντίσταση R_2.



Α1. Πόση είναι η τάση ανάμεσα στους οπλισμούς του πυκνωτή;

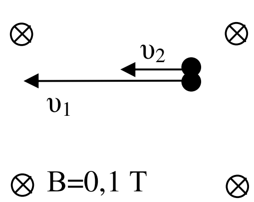
Α2. Αν από τον θετικό οπλισμό του πυκνωτής ξεκινούν χωρίς αρχική ταχύτητα θετικά σωματίδια μάζας $m = 3\cdot10^{-10}$ Kg και φορτίου $q = 1$ μC, με πόση τελική ταχύτητα φτάνουν στον αρνητικό οπλισμό αν επιταχυνθούν από το ηλεκτρικό πεδίο του πυκνωτή;

Β. Για τον καλύτερο έλεγχο της ταχύτητας των σωματιδίων βελτιώνουμε το κύκλωμα, προσθέτοντας ένα αμπερόμετρο Α αμελητέας εσωτερικής αντίστασης σε σειρά και αντικαθιστώντας την R_1 με μεταβλητή αντίσταση R_X.



Β1. Υπολογίστε την τελική ταχύτητα των σωματιδίων σε συνάρτηση με την ένδειξη του αμπερόμετρου.

Β2. Αν η R_X παίρνει τιμές από 0 έως 44 Ω, πόση είναι η μέγιστη (υ_{max}) και πόση η ελάχιστη (υ_{min}) τελική ταχύτητα που μπορεί ν' αποκτήσουν τα σωματίδια;



C. Στο ίδιο σημείο ενός ομογενούς μαγνητικού πεδίου έντασης Β = 0,1 Τ εισέρχονται, τη χρονική στιγμή t = 0, δύο από τα παραπάνω σωματίδια με ταχύτητες ίδιας κατεύθυνσης και κάθετες στις μαγνητικές γραμμές. Αν τα μέτρα των ταχυτήτων είναι $\upsilon_1 = \upsilon_{max}$ και $\upsilon_2 = \upsilon_{min}$ (όπου υ_{max} και υ_{min} οι τιμές της προηγούμενης παραγράφου), να υπολογιστεί πόσο θ' απέχουν μεταξύ τους τα σωματίδια τη χρονική στιγμή $t_1 = 3\pi\cdot10^{-3}$ s.

Δίνεται ότι α) Οι βαρυτικές αλληλεπιδράσεις να θεωρηθούν αμελητέες β) $\sqrt{3} = 1{,}7$

Λύση

Α1. Από το νόμο του Ohm: $V = I \cdot R_2 = \dfrac{E}{R_1 + R_2 + r} \cdot R_2 = \dfrac{24}{9+2+1} \cdot 3 = 6V$

Α2. Εφαρμόζοντας Θεώρημα Μεταβολής Κινητικής Ενέργειας από τον ένα οπλισμό στον άλλο: $\dfrac{1}{2} m\upsilon^2 = q \cdot V \Rightarrow \upsilon = \sqrt{\dfrac{2qV}{m}} = \sqrt{\dfrac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 6}{3 \cdot 10^{-10}}} = 200\, m/s$

Β1. Από τη σχέση της §Α2 έχουμε

$$\upsilon = \sqrt{\frac{2qV}{m}} = \sqrt{\frac{2qR_2 \cdot I}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot I}{3 \cdot 10^{-10}}} = \sqrt{2} \cdot 10^2 \sqrt{I}$$

Β2. Υπολογίζουμε πρώτα τις ακραίες τιμές της έντασης του ρεύματος:

$$I_{MAX} = \frac{E}{R_{XMIN} + R_2 + r} = \frac{24}{0+3+1} = 6A$$

$$I_{MIN} = \frac{E}{R_{XMAX} + R_2 + r} = \frac{24}{44+3+1} = \frac{1}{2}A$$

Αντικαθιστώντας στην σχέση της §Β1:

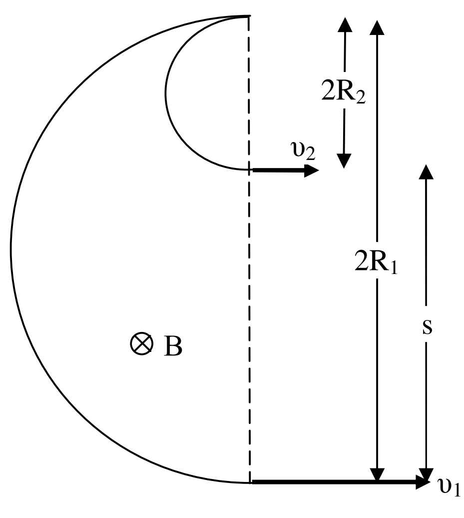
$$\upsilon_{MAX} = \sqrt{2} \cdot 10^2 \cdot \sqrt{6} \Rightarrow \upsilon_{MAX} = \sqrt{3} \cdot 200\, m/s$$

$$\upsilon_{MIN} = \sqrt{2} \cdot 10^2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \Rightarrow \upsilon_{MIN} = 100\, m/s$$

C. Η περίοδος περιστροφής των σωματιδίων είναι:

$$T_1 = T_2 = T = \frac{2\pi m}{Bq} = \frac{2\pi \cdot 3 \cdot 10^{-10}}{10^{-1} \cdot 10^{-6}} = 6\pi \cdot 10^{-3} s$$

Οπότε σε χρόνο $t_1 = 3\pi \cdot 10^{-3} = T/2$ θα έχουν διαγράψει από μια ημιπεριφέρεια (σχήμα)



Οι ακτίνες των τροχιών τους είναι:

$$R_1 = \frac{m\upsilon_1}{Bq} = \frac{3 \cdot 10^{-10} \cdot \sqrt{3} \cdot 2 \cdot 10^2}{10^{-1} \cdot 10^{-6}} = 1{,}02m$$

$$R_2 = \frac{m\upsilon_2}{Bq} = \frac{3 \cdot 10^{-10} \cdot 10^2}{10^{-1} \cdot 10^{-6}} = 3 \cdot 10^{-1} = 0{,}3m$$

Συνεπώς η μεταξύ τους απόσταση είναι:

$$s = 2R_1 - 2R_2 = 2(1{,}02 - 0{,}3) \Rightarrow s = 1{,}44m$$