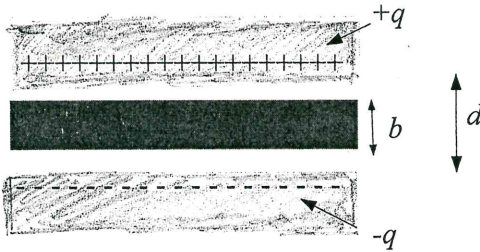


**ΕΞΕΤΑΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΦΙΙ ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΥ 2015:
ΘΕΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΣΜΟΥ**

ΔΙΑΒΑΣΤΕ ΠΡΟΣΕΚΤΙΚΑ ΤΗΝ ΕΚΦΩΝΗΣΗ ΤΩΝ ΘΕΜΑΤΩΝ. ΚΑΛΗ ΕΠΙΤΥΧΙΑ.
Ι. ΠΑΠΑΔΑΚΗΣ.

1ο Θέμα: α) Το σχήμα δείχνει ένα επίπεδο πυκνωτή με χωρητικότητα C_0 και απόσταση d μεταξύ των οπλισμών. Μια διαφορά δυναμικού V_0 εφαρμόζεται ανάμεσα στους οπλισμούς. Κατόπιν η μπαταρία αποσυνδέεται και ένα διηλεκτρικό πλακίδιο, πάχους b και διηλεκτρικής σταθεράς κ ,



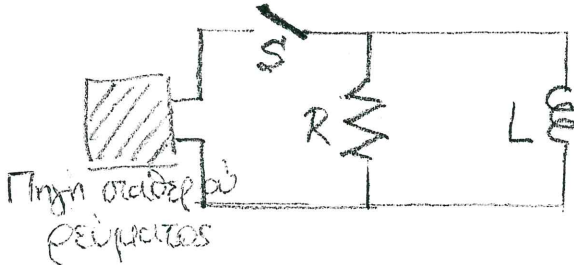
τοποθετείται ανάμεσα στους οπλισμούς, όπως φαίνεται στο σχήμα. Υποθέστε πως: $C_0=8.21 \text{ pF}$, $V_0=85.5 \text{ V}$, $b=0.78 \text{ cm}$ και $\kappa=2.61$.

α) Πόσο είναι το ηλεκτρικό πεδίο στο κενό ανάμεσα στους οπλισμούς και το διηλεκτρικό πλακίδιο; **(1)**

β) Πόσο είναι το ηλεκτρικό πεδίο μέσα στο διηλεκτρικό πλακίδιο; **(1)**

γ) Πόση είναι η διαφορά δυναμικού ανάμεσα στους οπλισμούς μετά την εισαγωγή του πλακιδίου; **(1)** (Υπενθύμιση: Το επαγόμενο φορτίο στο διηλεκτρικό, $q_{\text{επαγ}}$, και σ' ένα από τους οπλισμούς του πυκνωτή, q , συνδέονται με τη σχέση: $q_{\text{επαγ}}=(\kappa-1)q/\kappa$).

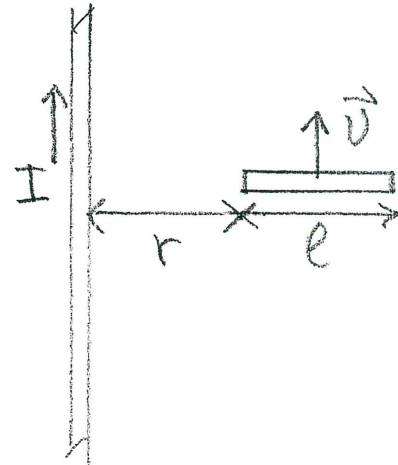
2ο Θέμα: Στο σχήμα, αφού κλείσουμε το διακόπτη S τη χρονική στιγμή $t=0$, η ΗΕΔ της πηγής προσαρμόζεται αυτόματα ώστε να διατηρήσει σταθερό ρεύμα I διαμέσου του S .



α) Να βρείτε το ρεύμα που περνάει από το πηνίο ως συνάρτηση του χρόνου. **(3)** **β)** Σε ποια χρονική στιγμή το ρεύμα που περνάει από τον αντιστάτη είναι ίσο με το ρεύμα που περνάει από το πηνίο; **(1)**

3ο Θέμα: Μία αγώγιμη ράβδος μήκους ℓ κινείται με ταχύτητα μέτρου u παράλληλα σε σύρμα μεγάλου μήκους, το οποίο φέρει σταθερό ρεύμα I . Ο άξονας της ράβδου δαίτηρείται κάθετος στο σύρμα, με το πλησιέστερο άκρο της να απέχει r από το σύρμα. Δείξτε ότι το μέτρο της ΗΕΔ που επάγεται στα άκρα της ράβδου είναι **(3)**:

$$|\mathcal{E}| = \frac{\mu_0 I u}{2\pi} \ln \left(1 + \frac{\ell}{r} \right)$$

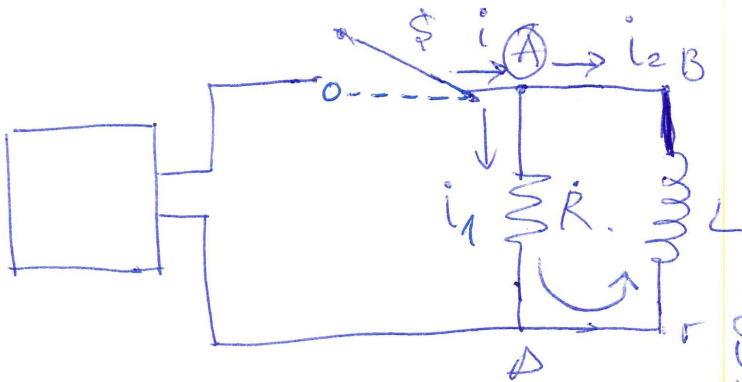


Δίνονται: $\mu_0=4\pi \times 10^{-7} \text{ Tm/A}$, $V(r)=k_e(dq/r)$, $d\vec{B}=\frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times \hat{r}}{r^2}$, $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}=\frac{Q_{\text{μεσα}}}{\epsilon_0}$,

$$\epsilon_0=8.854 \times 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}, \quad B=\frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$

1^ο Δέμα: Ενδεικτικό πρόβλημα 25-7 στο
βιβλίο των HALLIDAY - RESNICK -
WALKER, ΦΥΣΙΚΗ, ΤΟΜΟΣ Β.

2^ο Δεμα.



Ισχύει (σαν κόμβο A):

$$i = i_1 + i_2$$

Στο βρόχο ABΓΔ,

συνήχθη το i_1 προς τα κάτω, το ίδιο για το i_2 , άρα: $\Delta V_{B\Gamma} = V_B - V_{\Gamma} = \phi$.

Ο 2^{ος} κανόνας του Kirchhoff μας δίνει

$$-i_1 R + \Delta V_{B\Gamma} = -i_1 R - \mathcal{E}_L = \phi \Rightarrow -i_1 R + L \frac{di_2}{dt} = \phi, \quad (1), \quad (0.5)$$

Όπως μας λέει η άσκηση, $\frac{di}{dt} = \phi$, ενφώνως:

$i = I = \text{const}$, άρα:

$$\frac{di_1}{dt} = -\frac{di_2}{dt}, \quad (2)$$

Αντικαθιστώ το $\frac{di_2}{dt}$ σαν (1), με το $-\frac{di_1}{dt}$ (από την (2))

και έχω: $-i_1 R - L \frac{di_1}{dt} = \phi \Rightarrow$

$$i_1 R + L \frac{di_1}{dt} = \phi \Rightarrow L \frac{di_1}{dt} = -i_1 R \Rightarrow$$

$$\frac{di_1}{i_1} = -\frac{R}{L} dt \Rightarrow \int_{i_0}^{i_1} \frac{di_1}{i_1} = -\frac{R}{L} \int_0^t dt \Rightarrow$$

$$\ln i_1 \Big|_{i_0}^{i_1} = -\frac{R}{L} t \Rightarrow \ln(i_1/i_0) = -\frac{R}{L} t \Rightarrow$$

$$i_1 = i_0 e^{-R/L t}$$

(3)

(0.5)

i_0 είναι το ρεύμα που διαρρέει τον αντιστάτη τη χρονική στιγμή $t=0$. Βέβαια ενώ η σπυρή, το ηνίο αποσφηνε τον αναγκαία αύξηση του ρεύματος που το διαρρέει, άρα $i_2=0$ και $i_1=i$. Οπότε; $i_0=I$, και άρα:

$$i_1(t) = I e^{-R/L t} \quad (4), \quad \text{και άρα: } \textcircled{1.φ.}$$

$$i_2(t) = i - i_1 \Rightarrow \boxed{i_2(t) = I \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t} \right)}$$

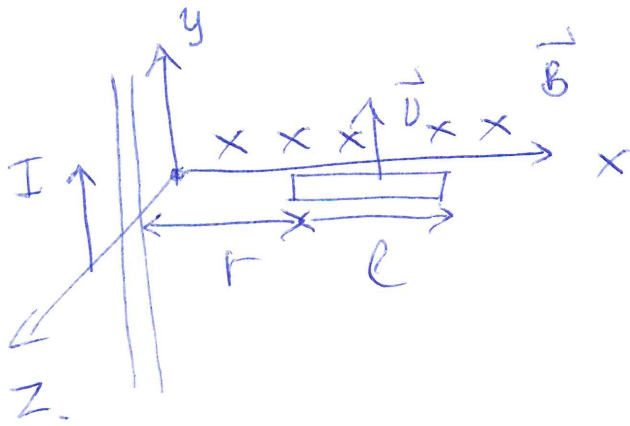
β) Όταν $i_2 = i$, τότε:

$$e^{-Rt/L} = 1 - e^{-Rt/L} \Rightarrow$$

$$e^{-Rt/L} = \frac{1}{2} \Rightarrow -Rt/L = \ln(1/2) = -\ln(2) \Rightarrow$$

$$Rt/L = \ln(2) \Rightarrow \boxed{t = \frac{L}{R} \ln(2)}. \quad \textcircled{1.φ.}$$

3^ο Θέμα.



Το μαγνητικό πεδίο που δημιουργεί το σύρμα λόγω της ροής του είναι διαφορετικό από το ρεύμα έντασης I , έχει μέτρο $B(r) = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$. Για το σύρμα

αναφοράς που έχει σχεδιασθεί, το μαγνητικό πεδίο στη ράβδο δίνεται από τη σχέση: $\vec{B}(r) = -B(r) \hat{k} = -\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \hat{k}$ (0.5)

Λόγω του πραγματικού πεδίου, τα κινούμενα ηλεκτρόνια στη ράβδο δέχονται μαγνητική δύναμη:

$$\vec{F}_B = (-q_e \vec{v}) \times \vec{B} = (-q_e) B(r) [\hat{j} \times (-\hat{k})] = q_e v B(r) \hat{i} \quad (0.5)$$

Η κίνηση των ηλεκτρονίων δημιουργεί ηλεκτρικό πεδίο, οπότε τα κινούμενα φορτία δέχονται δύναμη \vec{F}_E . Η κίνηση λόγω της ύπαρξης του ηλεκτρικού πεδίου, \vec{F}_E . Η κίνηση σταματάει όταν τα μέτρα των δυνάμεων \vec{F}_E και \vec{F}_B γίνουν ίσα, δηλαδή όταν: $E q = q v B \Rightarrow E = v B$ (0.5).
Γ' αυτή την περίπτωση, η ΗΕΔ που επαίεται στα άκρα της ράβδου είναι: $|E| \Delta l = E \cdot l \Rightarrow |E| = v B$. Επειδή όμως

το B δεν είναι σταθερό, έχουμε:

$$|E| \int_r^{l+r} dl = \int_r^{l+r} v \cdot \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \cdot dr = \frac{v \mu_0 I}{2\pi} \int_r^{l+r} \frac{dr}{r} =$$

$$= \frac{v \mu_0 I}{2\pi} [\ln(l+r) - \ln(r)] = \frac{v \mu_0 I}{2\pi} \ln\left(\frac{l+r}{r}\right) \Rightarrow$$

$$\boxed{|E| = \frac{\mu_0 I v}{2\pi} \ln\left(1 + \frac{l}{r}\right)} \quad (1 \phi)$$