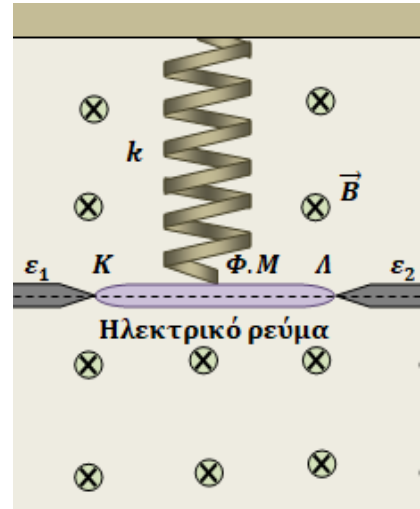


ΘΕΜΑ 4

Ευθύγραμμος μεταλλικός αγωγός $ΚΛ$, μήκους $l = 20 \text{ cm}$ και μάζας $m = 200 \text{ g}$, είναι στερεωμένος στο κάτω άκρο ιδανικού κατακόρυφου ελατηρίου σταθεράς $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, το πάνω άκρο του οποίου είναι στερεωμένο σε οροφή, έτσι ώστε ο αγωγός να είναι πάντα οριζόντιος. Αρχικά τα άκρα του αγωγού $ΚΛ$ είναι σε αγώγιμη επαφή με δύο μεταλλικές επαφές $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ οι οποίες δεν ασκούν καμία δύναμη στήριξης στον αγωγό, απλά η επαφή μαζί τους έχει ως αποτέλεσμα αυτός να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα σταθερής έντασης και φοράς. Η όλη διάταξη βρίσκεται μέσα σε οριζόντιο ομογενές μαγνητικό πεδίο έντασης \vec{B} μέτρου $B = 4 \text{ T}$, με αποτέλεσμα ο αγωγός $ΚΛ$, να ισορροπεί ακίνητος και το ελατήριο να έχει το φυσικό του μήκος. Στο σχήμα βλέπετε μια όψη αυτής της υποθετικής διάταξης, με τις δυναμικές γραμμές του μαγνητικού πεδίου να κατευθύνονται από τον αναγνώστη προς τη σελίδα. Να θεωρήσετε $g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ το μέτρο της έντασης του πεδίου βαρύτητας.



4.1. Να προσδιορίσετε την ένταση και τη φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό $ΚΛ$.

Μονάδες 6

Τη χρονική στιγμή $t_0 = 0$, με τη βοήθεια αυτοματισμού που υπάρχει στη διάταξη, απομακρύνονται ακαριαία οι δύο επαφές $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ με αποτέλεσμα ο αγωγός $ΚΛ$ να πάψει να διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα και να αρχίσει να ταλαντώνεται. Οι αντιστάσεις αέρα μπορούν να αγνοηθούν.

4.2. Να αποδείξετε ότι η ταλάντωση που εκτελεί ο αγωγός $ΚΛ$ είναι απλή αρμονική και να υπολογίσετε την κυκλική συχνότητά της.

Μονάδες 7

4.3. Να υπολογίσετε τη μέγιστη δυναμική ενέργεια ελατηρίου στη διάρκεια της ταλάντωσης του αγωγού $ΚΛ$.

Μονάδες 6

4.4. Να εκφράσετε τη διαφορά δυναμικού $V_K - V_L$ που επάγεται στα άκρα του αγωγού $ΚΛ$, ως συνάρτηση του χρόνου από τη στιγμή που άρχισε η ταλάντωσή του.

Μονάδες 6