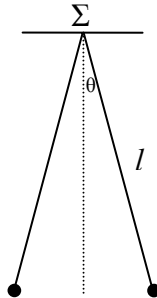


ΦΥΕ14 - ΕΡΓΑΣΙΑ 6
Προθεσμία αποστολής: 4/7/2006

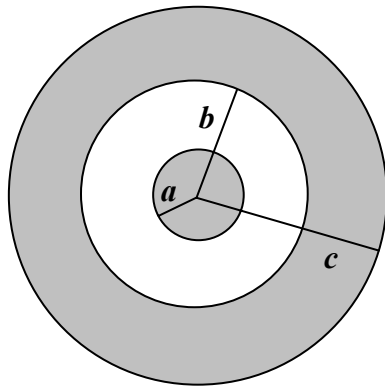
Άσκηση 1

Δύο σφαίρες με ίσες μάζες m είναι δεμένες με νήματα μήκους l από το ίδιο σημείο της οροφής Σ . Αν η κάθε σφαίρα φέρει φορτίο q να βρεθεί η γωνία θ που σχηματίζουν τα νήματα με την κατακόρυφο λόγω της άπωσης των σφαιρών. Υποθέστε ότι οι γωνίες απόκλισης είναι πολύ μικρές οπότε ισχύουν οι προσεγγίσεις $\sin\theta \cong \theta$ και $\cos\theta \cong 1$. Δίνεται η σταθερά του Coulomb K και η επιτάχυνση της βαρύτητας g .



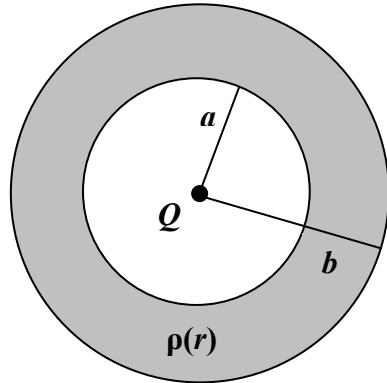
Άσκηση 2

Μία συμπαγής αγωγίμη σφαίρα ακτίνας a έχει θετικό φορτίο $4Q$. Ένα αγωγίμο σφαιρικό κέλυφος εσωτερικής ακτίνας b και εξωτερικής c είναι ομόκεντρο με τη σφαίρα και έχει φορτίο $-Q$. Υπολογίστε το ηλεκτρικό πεδίο σε όλο το χώρο. Ποια είναι η κατανομή του ηλεκτρικού φορτίου στην εσωτερική και την εξωτερική επιφάνεια του σφαιρικού κελύφους; Δίνεται η διηλεκτρική σταθερά του κενού ϵ_0 .



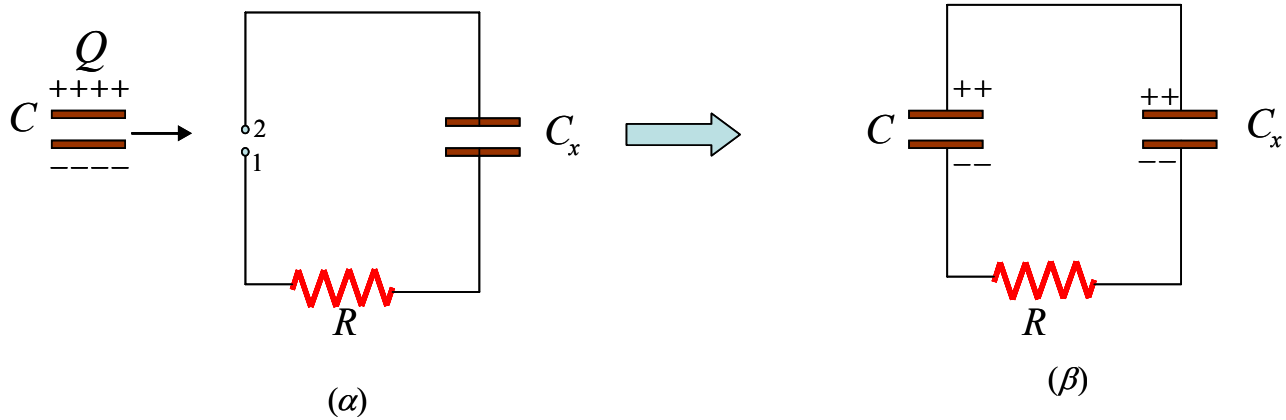
Άσκηση 3

Ένας σφαιρικός φλοιός εσωτερικής ακτίνας a και εξωτερικής ακτίνας b είναι φορτισμένος με χωρική πυκνότητα φορτίου $\rho(r) = \mu/r$ (για $a < r < b$), όπου r είναι η απόσταση από το κέντρο και μ είναι μία σταθερά. Στο κέντρο του φλοιού υπάρχει σημειακό φορτίο Q . Να υπολογιστεί η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου σε κάθε σημείο του χώρου. Δίνεται η διηλεκτρική σταθερά του κενού ϵ_0 .



Άσκηση 4

Στους ακροδέκτες 1,2 του κυκλώματος, στο σχήμα (α), που περιλαμβάνει αφόρτιστο πυκνωτή C_x και αντίσταση R , συνδέεται πυκνωτής C που φέρει αρχικά φορτίο Q . Μετά από μια μεταβατική περίοδο το σύστημα έρχεται σε κατάσταση ισορροπίας όπως φαίνεται στο σχήμα (β). Αν $C_x = \kappa C$ όπου κ γνωστός πολλαπλασιαστικός παράγοντας να βρεθούν ως συνάρτηση των κ, Q, C τα ακόλουθα : (1) Οι τελικές διαφορές δυναμικού μεταξύ των οπλισμών κάθε πυκνωτή, (2) το τελικό φορτίο σε κάθε πυκνωτή, (3) Οι τελικές ενέργειες αποθηκευμένες σε κάθε πυκνωτή, (4) Η ενέργεια που καταναλώθηκε στην αντίσταση R , (5) Σχολιάστε τις περιπτώσεις (3) και (4) στην περίπτωση που $\kappa \rightarrow \infty$



Άσκηση 5

Ένα ψηφιακό πολύμετρο εσωτερικής αντίστασης r χρησιμοποιείται για να μετρήσει την τάση στα άκρα του πυκνωτή σε ένα RC κύκλωμα όπως φαίνεται στο σχήμα. Επειδή το πολύμετρο έχει πεπερασμένη εσωτερική αντίσταση, τμήμα του ρεύματος που παρέχεται από μπαταρία με ΗΕΔ E θα περνάει από το πολύμετρο. Θεωρείστε τα R, C, E, r γνωστά.

(α) Εφαρμόστε τον νόμο του Kirchhoff και το γεγονός ότι $i_C = \frac{dq}{dt}$, όπου q το φορτίο του πυκνωτή προκειμένου να αποδείξετε ότι η εξίσωση που δίνει τη συσσώρευση φορτίου στον πυκνωτή, μετά το κλείσιμο του διακόπτη S , είναι η ακόλουθη :

$$\frac{dq}{dt} = \frac{E}{R} - \frac{r+R}{rRC}q$$

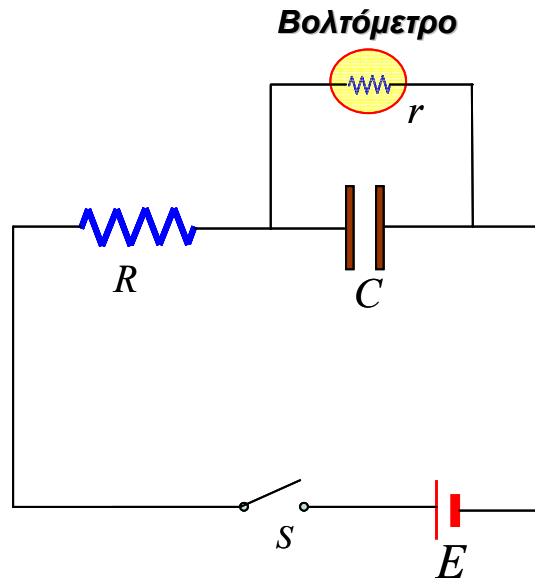
(β) Δείξτε ότι η λύση της εξίσωσης αυτής η οποία δίνει το φορτίο στον πυκνωτή ως συνάρτηση του χρόνου είναι :

$$q(t) = \frac{r}{r+R}CE \left(1 - e^{-t/\left(\frac{rRC}{r+R}\right)} \right)$$

(γ) Βρείτε την τάση στα άκρα των οπλισμών του πυκνωτή $V(t)$ ως συνάρτηση του χρόνου

(δ) Κάνετε τη γραφική παράσταση της $V(t)$ ως συνάρτηση του χρόνου για τις ακόλουθες τιμές των παραμέτρων, $R=10k\Omega$, $C=1nF$, $E=5V$, $r=10M\Omega$.

(ε) Ποια είναι η τάση στα άκρα του πυκνωτή στην κατάσταση ισορροπίας ?



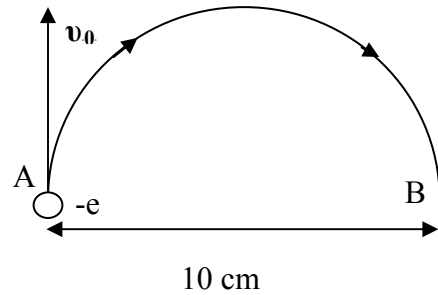
Άσκηση 6

(α) Αντικείμενο με μάζα 0.5 kg εκτελεί απλή αρμονική κίνηση στο άκρο ενός οριζοντίου ελατηρίου με σταθερά $k=300 \text{ N/m}$. Όταν το αντικείμενο βρίσκεται 0.012 m από την θέση ισορροπίας έχει ταχύτητα 0.3 m/s . (i) Πόση είναι η ολική ενέργεια του αντικειμένου σε οποιοδήποτε σημείο της διαδρομής; (ii) Πόσο είναι το πλάτος της κίνησης; (iii) Πόση είναι η μέγιστη ταχύτητα που αποκτά κατά την κίνηση του; (iv) Ποια είναι η μέγιστη επιτάχυνση του;

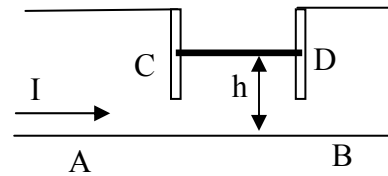
(β) Τέσσερις επιβάτες με συνολική μάζα 350 kg μπαίνουν σε ένα αυτοκίνητο με χαλασμένα αμορτισέρ και συμπιέζουν τα ελατήρια του κατά 5 cm . Αν το συνολικό βάρος που ασκείται στα ελατήρια είναι 1200 kg να βρείτε την περίοδο με την οποία ταλαντώνεται το φορτωμένο αυτοκίνητο.

Άσκηση 7

(α) Ένα ηλεκτρόνιο στο σημείο A έχει ταχύτητα $v_0 = 4 \times 10^6$ m/s. Βρείτε (i) το μέτρο και την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου που θα αναγκάσει το ηλεκτρόνιο να ακολουθήσει την ημικυκλική τροχιά από το A στο B (ii) τον χρόνο που απαιτείται για να μεταβεί το ηλεκτρόνιο από το A στο B.



(β) Οριζόντιο σύρμα AB μεγάλου μήκους είναι τοποθετημένο πάνω σε ένα τραπέζι. Ένα δεύτερο σύρμα CD μήκους 0.4 m βρίσκεται πάνω από το πρώτο παράλληλα με αυτό και είναι ελεύθερο να ολισθαίνει χάρη σε δύο λείους, κατακόρυφους, μεταλλικούς αγωγούς C και D. Τα δύο σύρματα συνδέονται μεταξύ τους και διαρρέονται από ρεύμα 40 A. Το σύρμα CD έχει γραμμική πυκνότητα μάζας 5×10^{-3} kg/m. Σε τι απόσταση h από το σύρμα AB θα ισορροπήσει το σύρμα CD, αν υποθέσουμε ότι η μαγνητική δύναμη που ασκείται σε αυτό οφείλεται αποκλειστικά στο ρεύμα μέσω του AB;



Άσκηση 8

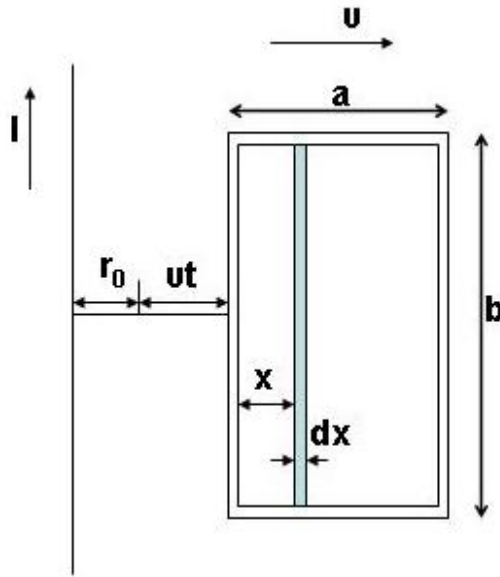
Στη θεωρία του Bohr για το άτομο του υδρογόνου το ηλεκτρόνιο θεωρείται ότι κινείται σε κυκλική τροχιά ακτίνας r γύρω από το πρωτόνιο. Υποθέστε ότι ένα τέτοιο άτομο τοποθετείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο με το επίπεδο της τροχιάς του κάθετο προς το B. (α) Αν το ηλεκτρόνιο κινείται όπως οι δείκτες του ρολογιού ως προς τον παρατηρητή που παρατηρεί κατά την διεύθυνση του B, η συχνότητα θα αυξηθεί ή θα ελαττωθεί; (β) Τι θα συμβεί αν το ηλεκτρόνιο κινηθεί αντίστροφα; Υποθέστε ότι η ακτίνα της τροχιάς δε μεταβάλλεται. (γ) Δείξτε ότι η μεταβολή στη συχνότητα περιστροφής η οποία προκαλείται από το μαγνητικό πεδίο δίνεται κατά προσέγγιση από την σχέση

$$\Delta \nu = \pm \frac{Be}{4\pi m}$$

όπου m και e είναι η μάζα και το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου αντίστοιχα. Υπενθυμίζεται ότι η γωνιακή ταχύτητα ω και η συχνότητα περιστροφής ν σχετίζονται με την σχέση $\omega = 2\pi\nu$. Τέτοιες μεταβολές συχνότητας παρατηρήθηκαν στην πράξη από τον Zeeman το 1896.

Άσκηση 9

Το ορθογώνιο πλαίσιο του σχήματος απομακρύνεται από τον ευθύγραμμο αγωγό, που διαρρέεται από ρεύμα εντάσεως I , με ταχύτητα v . Να βρεθεί η επαγόμενη ΗΕΔ.



Άσκηση 10

Δύο παράλληλες οριζόντιες ράγες συνδέονται με αντίσταση R , όπως στο σχήμα. Μία ράβδος μάζας m και μήκους l μπορεί να γλιστρά χωρίς τριβές κάθετα πάνω σε αυτές. Η διάταξη είναι τοποθετημένη κάθετα σε μαγνητικό πεδίο εντάσεως B . Στη ράβδο δίδεται αρχική ταχύτητα v_0 . Να βρεθούν:

- το μέτρο και η φορά της επαγόμενης ΗΕΔ στο κύκλωμα, όταν $t=0$ και $v=v_0$
- Ποια η φορά του ρεύματος επαγωγής και ποια είναι η διεύθυνση της μαγνητικής δύναμης πάνω στη ράβδο
- η εξίσωση κίνησης της ράβδου
- η ταχύτητά της σαν συνάρτηση του χρόνου
- η επαγόμενη ΗΕΔ και το επαγόμενο ρεύμα σαν συνάρτηση του χρόνου

