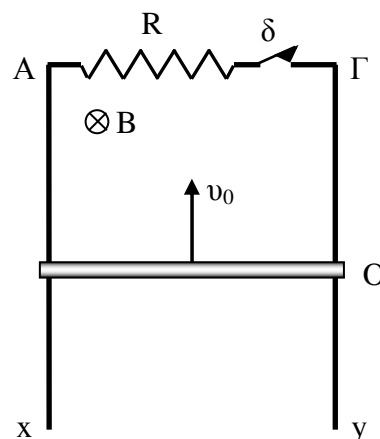


«Η ράβδος που ανεβοκατεβαίνει»*

Απρίλιος 2009

Ευθύγραμμοι αγωγοί Αx και Γy μεγάλου μήκους και αμελητέας ηλεκτρικής αντίστασης κρατούνται σε κατακόρυφη θέση και τα άκρα τους Α και Γ συνδέονται μέσω του διακόπτη (δ), με αντιστάτη ηλεκτρικής αντίστασης R. Το όλο σύστημα των αγωγών είναι κάθετο στις δυναμικές γραμμές οριζόντιου ομογενούς μαγνητικού πεδίου (σχήμα). Σε σημείο Ο κάτω από τον αντιστάτη, βρίσκεται οριζόντια ράβδος αμελητέας αντίστασης και μάζας $m = 2 \text{ Kg}$. Κρατώντας το διακόπτη κλειστό, εκσφενδονίζουμε τη ράβδο προς τα πάνω με αρχική ταχύτητα $u_0 = 5 \text{ m/s}$ ενώ αυτή διατηρείται συνεχώς σε οριζόντια θέση και σε διαρκή επαφή με τους κάθετους αγωγούς. Τη στιγμή που ράβδος έχει αρχίσει τη καθοδική της πορεία και έχει αποκτήσει ταχύτητα $-u_0$ (δηλ. έχει ίδιο μέτρο με την αρχική, αλλά φορά προς τα κάτω), ανοίγουμε το διακόπτη.



Να βρεθεί πόσο απέχει η ράβδος από την αρχική θέση Ο μετά την παρέλευση χρονικού διαστήματος 2 s από το άνοιγμα του διακόπτη, αν ξέρουμε ότι η συνολική θερμότητα που αναπτύχθηκε στον αντιστάτη R είναι 200 J .

Δίνεται α) ότι $g = 10 \text{ m/s}^2$ και β) ότι το σημείο Ο απέχει αρκετά από τον αντιστάτη R ώστε κατά την άνοδο της η ράβδος δεν φτάνει στο ανώτερο σημείο των κατακόρυφων αγωγών.

Η λύση στην επόμενη σελίδα

ΛΥΣΗ

☞ Αν ο διακόπτης ήταν ανοιχτός, η ράβδος θ' αποκτούσε ταχύτητα $-v_0$ στη θέση O (λόγω της Αρχής Διατήρησης της Μηχανικής Ενέργειας). Τώρα όμως, όσο ο διακόπτης θα παραμένει κλειστός, θα έχουμε απώλειες της μηχανικής ενέργειας σε θερμότητα πάνω στον αντιστάτη R. Συνεπώς η ταχύτητα $-v_0$ θ' αποκτηθεί σε κατώτερη θέση από την αρχική O (έστω σε h) και η απώλεια της δυναμικής ενέργειας (αφού η κινητική θα παραμένει ίδια) θα έχει χαθεί σε θερμότητα.

$$\text{Άρα: } mgh = Q_R \Rightarrow h = \frac{Q}{mg} = \frac{200}{2 \cdot 10} \Rightarrow h = 10m$$

☞ Από τη στιγμή που αποκτά ταχύτητα $-v_0$ ο διακόπτης ανοίγει, οπότε η ράβδος κάνει ελεύθερη πτώση. Συνεπώς μετά από χρονικό διάστημα $\Delta t = 2 \text{ s}$ θα έχει κατέβει επιπλέον:

$$h' = v_0 \cdot \Delta t + \frac{1}{2} g \cdot \Delta t^2 \text{ (δουλεύοντας με μέτρα)}$$

Και με αντικατάσταση:

$$h' = 5 \cdot 2 + \frac{1}{2} 10 \cdot 2^2 = 10 + 20 \Rightarrow h' = 30m$$

☞ Συνεπώς η συνολική απόσταση της ράβδου από το σημείο O θα είναι: $H = h + h' \Rightarrow \boxed{H = 40m}$

