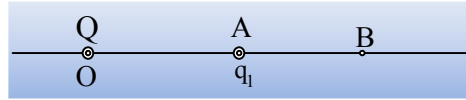


Δυναμικό και κίνηση.

- 1) Στο σημείο O μιας ευθείας βρίσκεται ακλόνητο ένα σημειακό θετικό φορτίο Q. Στο σημείο A αφήνεται ένα φορτισμένο θετικά με φορτίο q_1 σωματίδιο, το οποίο μετά από λίγο περνά από το σημείο B.



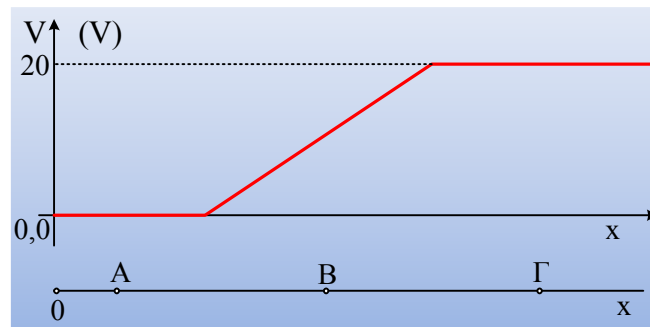
- i) Να σχεδιάσετε τη δύναμη που ασκείται στο σωματίδιο και να συμπληρώσετε τα κενά στο παρακάτω κείμενο.

Κατά την κίνηση του σωματιδίου, η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο, παράγει έργο $W = \dots\dots\dots$ με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια του σωματιδίου να $\dots\dots\dots$. Η αύξηση αυτή, γίνεται εις βάρος της $\dots\dots\dots$. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του σωματιδίου στη θέση A είναι ίση με $\dots\dots\dots$ ενώ στο σημείο B $\dots\dots\dots$.

- ii) Να χαρακτηρίστε ως σωστή ή λανθασμένη η παρακάτω πρόταση. Στην περίπτωση που υπάρχει λάθος να την επαναδιατυπώσετε, ώστε να αποκτήσει ορθή απόδοση.

«Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο αφεθεί μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο, θα δεχθεί δύναμη, με αποτέλεσμα να κινηθεί από σημείο με μεγαλύτερο δυναμικό σε σημείο με μικρότερο δυναμικό. Το αποτέλεσμα είναι, να μειώνεται η δυναμική του ενέργεια και να αυξάνεται ισόποσα η κινητική του ενέργεια»

- 2) Κατά μήκος μιας ευθείας (ε), η οποία ταυτίζεται με μια (ή με μέρος μιας) δυναμική γραμμή, το δυναμικό μεταβάλλεται όπως φαίνεται στο παρακάτω διάγραμμα.



- i) Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο αφήνεται στην θέση B. Τότε θα κινηθεί:

α) Προς το σημείο A, β) Προς το σημείο Γ, γ) Θα παραμείνει ακίνητο.

- ii) Αν το θετικά φορτισμένο σωματίδιο αφεθεί στο σημείο Γ, θα κινηθεί προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά;

- iii) Αν ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο αφεθεί στο σημείο B, τότε:

α) Θα κινηθεί προς το σημείο A

β) Θα κινηθεί προς σημεία με μεγαλύτερο δυναμικό.

γ) Θα κινηθεί προς σημείο με μικρότερη δυναμική ενέργεια.

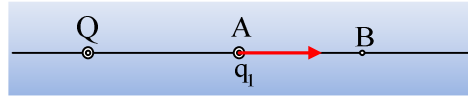
- iv) Ένα θετικά φορτισμένο σωματίδιο, με φορτίο $q=1\mu\text{C}$, εκτοξεύεται με αρχική κινητική ενέργεια

$K_A=3 \cdot 10^{-5}\text{J}$, από το σημείο A, με κατεύθυνση προς το σημείο B. Θα φτάσει μέχρι τη θέση Γ;

- ν) Στο σημείο A ηρεμεί ένα σημειακό φορτίο $q_1=0,2\mu\text{C}$. Πόση είναι η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται για να το μεταφέρουμε στο σημείο Γ;

Απάντηση:

- 1) Η δύναμη είναι απωστική, όπως στο σχήμα:

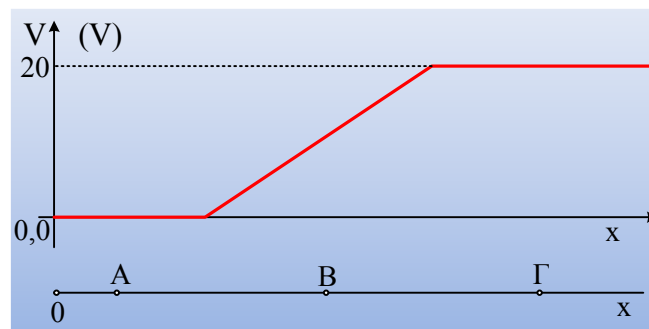


- i) Κατά την κίνηση του σωματιδίου, η δύναμη που δέχεται το σωματίδιο, παράγει έργο $W=q_1(V_A-V_B)$ με αποτέλεσμα η κινητική ενέργεια του σωματιδίου να **αυξάνεται**. Η αύξηση αυτή, γίνεται εις βάρος της **δυναμικής ενέργειας**. Η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του σωματιδίου στη θέση A είναι ίση με $U_A=q_1 \cdot V_A$, ενώ στο σημείο B $U_B=q_1 \cdot V_B$.

- ii) Η πρόταση είναι λανθασμένη. Θα ήταν σωστή αν είχαμε μόνο θετικά φορτία. Μια σωστότερη διατύπωση θα ήταν:

«Όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο αφηθεί μέσα σε ένα ηλεκτρικό πεδίο, θα δεχθεί δύναμη, με αποτέλεσμα να κινηθεί από σημείο με μεγαλύτερη δυναμική ενέργεια προς σημείο με μικρότερη δυναμική ενέργεια. Συνεπώς θα μειώνεται η δυναμική του ενέργεια και θα αυξάνεται ισόποσα η κινητική του ενέργεια. Αν το φορτίο είναι θετικό, αυτό θα συνεπάγεται κίνησή του από σημείο με μεγαλύτερο δυναμικό σε σημείο με μικρότερο δυναμικό. Αν αντίθετα το κινούμενο σωματίδιο είναι αρνητικό, τότε θα κινηθεί από σημείο με μικρότερο προς σημείο με μεγαλύτερο δυναμικό».

- 2) Με βάση το διάγραμμα, στο σημείο B το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου είναι θετικό.



- i) Το σωματίδιο θα κινηθεί και θα αποκτήσει κινητική ενέργεια, συνεπώς θα μειωθεί η δυναμική ενέργειά του. Αλλά αυτό σημαίνει ότι θα κινηθεί προς σημείο με μικρότερο δυναμικό, συνεπώς θα κινηθεί προς το σημείο A.
- ii) Αν αφηθεί στο σημείο Γ, **δεν θα κινηθεί**, αλλά θα παραμείνει ακίνητο. Αν το πάρτε σε άλλο σημείο, είτε δεξιά είτε αριστερά του Γ, το δυναμικό είναι το ίδιο. Αλλά τότε και η δυναμική του ενέργεια θα είναι σταθερή, οπότε δεν μπορεί να αποκτήσει ταχύτητα και κινητική ενέργεια.
- iii) Αν στο B αφηθεί ένα αρνητικά φορτισμένο σωματίδιο, τότε, θα κινηθεί προς σημείο με μεγαλύτερο δυναμικό, αφού έτσι θα μειωθεί η δυναμική του ενέργεια $U=-qV$. Έτσι οι απαντήσεις είναι:
- α) Θα κινηθεί προς το σημείο A **Λ**.
- β) Θα κινηθεί προς σημεία με μεγαλύτερο δυναμικό. **Σ**.

- γ) Θα κινηθεί προς σημείο με μικρότερη δυναμική ενέργεια. **Σ.**
 iv) Υποθέτοντας ότι το σωματίδιο φτάνει στο Γ, εφαρμόζοντας την διατήρηση της μηχανικής ενέργειας μεταξύ των θέσεων Α και Γ, έχουμε:

$$K_A + U_A = K_\Gamma + U_\Gamma \rightarrow$$

$$K_\Gamma = K_A + U_A - U_\Gamma = K_A - q \cdot V_\Gamma \rightarrow$$

$$K_\Gamma = 3 \cdot 10^{-5} \text{J} - 10^{-6} \cdot 20 \text{J} = 1 \cdot 10^{-5} \text{J}.$$

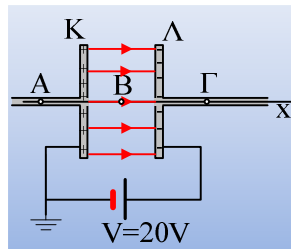
Συνεπώς το σωματίδιο θα φτάσει στο Γ, έχοντας και κινητική ενέργεια.

- v) Στο σημείο Α, το φορτίο δεν έχει δυναμική ενέργεια. Όταν όμως φτάσει στο Γ, θα έχει δυναμική ενέργεια $U_\Gamma = q \cdot V_\Gamma = 0,2 \cdot 10^{-6} \cdot 20 \text{J} = 4 \cdot 10^{-6} \text{J}$. Συνεπώς η ελάχιστη ενέργεια που απαιτείται να του προσφέρουμε είναι ίση με $4 \cdot 10^{-6} \text{J}$.

Σχόλια:

- 1) Προφανώς ηλεκτρικό πεδίο υπάρχει στην περιοχή που το δυναμικό μεταβάλλεται. Τα σημεία που το δυναμικό παραμένει σταθερό, είναι εκτός ηλεκτρικού πεδίου. Έτσι στο παραπάνω παράδειγμα τα σημεία Α και Γ είναι εκτός ηλεκτρικού πεδίου.

Πώς θα μπορούσε να υπάρξει η παραπάνω περίπτωση; Ας δούμε το παρακάτω σχήμα, όπου στα κέντρα των οπλισμών έχουμε δυο μικρές οπές στις οποίες έχουμε προσαρμόσει δυο μεταλλικούς σωλήνες. Το δυναμικό του οπλισμού Κ, καθώς και του αριστερού σωλήνα, όπως και κάθε σημείου στο εσωτερικό του (εδώ σημείο Α) το δυναμικό είναι ίσο με μηδέν, όσο δηλαδή και το δυναμικό της γης. Αντίθετα το δυναμικό του οπλισμού Λ, του δεξιού σωλήνα, αλλά και κάθε σημείου στο εσωτερικό του, έχει δυναμικό $V=20\text{V}$



Έτσι στην διάταξη αυτή ηλεκτρικό πεδίο υπάρχει μόνο στο εσωτερικό του πυκνωτή, ενώ στα σημεία Α και Γ η ένταση του πεδίου είναι μηδενική, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι και το δυναμικό είναι μηδέν.

- 2) Μόνο για καθηγητές:

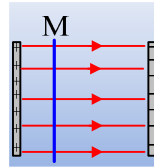
Η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου στην διεύθυνση του άξονα x, προκύπτει από την σχέση:

$$\vec{E}_x = -\frac{dV}{dx}$$

Πράγμα που σημαίνει ότι ηλεκτρικό πεδίο υπάρχει εκεί, που έχουμε διαφορά δυναμικού, και όχι εκεί που έχουμε δυναμικό.

- 3) Όταν αναφερόμαστε για σημεία με το ίδιο δυναμικό, μιλάμε βέβαια για σημεία μιας γραμμής, πάνω στην οποία υπάρχει και το διάνυσμα της έντασης του πεδίου. Υπάρχουν βέβαια άπειρα σημεία πάνω σε

κάθε επιφάνεια, κάθετη στην δυναμική γραμμή, τα οποία έχουν το ίδιο δυναμικό. Κάθε τέτοια επιφάνεια ονομάζεται ισοφασική επιφάνεια. Τα σημεία αυτά έχουν το ίδιο δυναμικό, ενώ είναι σημεία μέσα στο πεδίο. Για να γίνει η διάκριση, ας δούμε στο παρακάτω σχήμα, το πεδίο ενός πυκνωτή.



Όλα τα σημεία που βρίσκονται σε μια επιφάνεια (M) παράλληλη προς τους οπλισμούς του πυκνωτή, έχουν το ίδιο δυναμικό, ενώ είναι σημεία μέσα σε ηλεκτρικό πεδίο.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.

Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια:

Διονύσης Μάργαρης