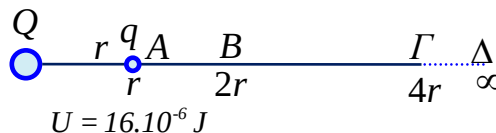


Η μελέτη της ενέργειας στο ηλεκτροστατικό πεδίο μέσα από τρεις ασκήσεις με την συμπλήρωση ισάριθμων πινάκων

1. Ένα σημειακό φορτίο Q με αδυναμία κίνησης δημιουργεί γύρω ηλεκτροστατικό πεδίο. Σε ένα σημείο A του πεδίου αφήνουμε άλλο σημειακό σωματίδιο Σ με φορτίο q , που έχει λόγω της αλληλεπίδρασής του με το πεδίο δυναμική ηλεκτρική ενέργεια $U = 16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$.



- A)** Εξηγήστε ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι σωστή,
- και τα δύο φορτία είναι θετικά,
 - και τα δύο φορτία είναι αρνητικά,
 - τα φορτία είναι ομόσημα, χωρίς να γνωρίζουμε αν είναι θετικά ή αρνητικά,
 - τα φορτία είναι ετερόσημα, χωρίς να γνωρίζουμε ποιο είναι θετικό και ποιο είναι αρνητικό,
 - δεν μπορούμε να γνωρίζουμε τι από τα ανωτέρω συμβαίνει.

B) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής του πεδίου	A	B	Γ	Δ
Απόσταση από την πηγή	r	$2r$	$4r$	$r \rightarrow \infty$
Κινητική ενέργεια Σ				
Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του Σ .	$16 \cdot 10^{-6}$			
Μηχανική ενέργεια του Σ				

Απάντηση:

A) Επειδή $U_A = Kc \frac{Qq}{r} = 16 \cdot 10^{-6} \text{ J} > 0 \Rightarrow Qq > 0 \Rightarrow Q, q$ ομόσημα χωρίς να γνωρίζουμε αν είναι θετικά ή αρνητικά.

B)

Σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής του πεδίου	A	B	Γ	Δ
Απόσταση από την πηγή	r	$2r$	$4r$	$r \rightarrow \infty$
Κινητική ενέργεια Σ	0	$8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$12 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$
Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του Σ .	$16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$8 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$4 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	0
Μηχανική ενέργεια του Σ	$16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$	$16 \cdot 10^{-6} \text{ J}$

2. Ένα σημειακό φορτίο Q με αδυναμία κίνησης δημιουργεί γύρω ηλεκτροστατικό πεδίο. Σε ένα σημείο Α του πεδίου που απέχει από την πηγή απόσταση $r = 0,1m$ φέρουμε ένα άλλο σημειακό σωματίδιο με φορτίο q , που έχει λόγω της αλληλεπίδρασής του με το πεδίο δυναμική ηλεκτρική ενέργεια $U = 3,6J$. Αν το δυναμικό του πεδίου στο σημείο Α είναι $V_A = -18.10^5 Volt$

α) Να υπολογισθούν τα φορτία Q και q .

β) Αν το φορτίο q αφεθεί ελεύθερο για κίνηση να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας

Σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής του πεδίου	A	B	Γ	Δ
Απόσταση από την πηγή	r	$2r$	$4r$	$r \rightarrow \infty$
Κινητική ενέργεια Σ				
Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του Σ.	$3,6J$			
Μηχανική ενέργεια του Σ				
Δυναμικό του πεδίου	-18.10^5V			
Ένταση του πεδίου				

Απάντηση:

$$U = qV_A \Rightarrow q = \frac{U}{V_A} \Rightarrow q = \frac{3,6J}{-18.10^5V} \Rightarrow q = 2.10^{-6} C$$

$$V_A = K_c \frac{Q}{r} \Rightarrow Q = \frac{V_A r}{K_c} \Rightarrow Q = \frac{-18.10^5V \cdot 0,1m}{9.10^9 Nm^2 / C^2} \Rightarrow Q = -20.10^{-6} C$$

Σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής του πεδίου	A	B	Γ	Δ
Απόσταση από την πηγή	$r=0,1m$	$2r=0,2m$	$4r=0,4m$	$r \rightarrow \infty$
Κινητική ενέργεια Σ	$0J$	$1,8J$	$2,7J$	$3,6J$
Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του Σ.	$3,6J$	$1,8J$	$0,9J$	$0J$
Μηχανική ενέργεια του Σ	$3,6J$	$3,6J$	$3,6J$	$3,6J$
Δυναμικό του πεδίου	-18.10^5V	-9.10^5V	$-4,5.10^5V$	$0V$
Ένταση του πεδίου	$18.10^6N/C$	$4,5.10^6N/C$	$1,125.10^6N/C$	$0N/C$

Για τον υπολογισμό της έντασης χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις έντασης

και δυναμικού $E = K_c \frac{|Qq|}{r^2} \xrightarrow{Qq < 0} E = -K_c \frac{Qq}{r^2}$ και $U = K_c \frac{Qq}{r}$... από τις οποίες παίρνουμε $E = -\frac{U}{r}$...

3. Ένα σημειακό φορτίο Q με αδυναμία κίνησης δημιουργεί γύρω ηλεκτροστατικό πεδίο. Σε ένα σημείο Α του πεδίου που απέχει από την πηγή απόσταση $r = 0,1m$ φέρουμε ένα άλλο σημειακό σωματίδιο με θετικό φορτίο q , που βάλλεται κατά μήκος μιας δυναμικής γραμμής του πεδίου με κινητική ενέργεια $K_A = 25 \cdot 10^{-2} J$. Σε ένα σημείο Γ που απέχει από την ακίνητη πηγή απόσταση $3r$ το σημειακό φορτισμένο σωματίδιο έχει μηχανική ενέργεια $E = -5 \cdot 10^{-2} J$.

α) Να συμπληρωθεί ο παρακάτω πίνακας.

Σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής του πεδίου	A	B	Γ
Απόσταση από την πηγή	r	$2r$	$3r$
Κινητική ενέργεια Σ	$25 \cdot 10^{-2} J$		
Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του Σ.			
Μηχανική ενέργεια του Σ			$-5 \cdot 10^{-2} J$

β) Να εξηγήσετε ότι το φορτισμένο σωματίδιο δεν φεύγει από την αλληλεπίδραση του πεδίου.

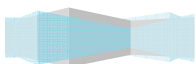
γ) Να βρείτε σε πόση απόσταση από την πηγή του πεδίου θα φθάσει το φορτισμένο σωματίδιο.

δ) Να βρείτε την δύναμη ηλεκτροστατικής αλληλεπίδρασης μεταξύ της πηγής και του φορτίου q στο σημείο Γ. $K_c = 9 \cdot 10^9 Nm^2 / C^2$.

Απάντηση.

α)

Σημεία της ίδιας δυναμικής γραμμής του πεδίου	A	B	Γ	Δ	E
Απόσταση από την πηγή	$r=0,1m$	$2r=0,2m$	$3r=0,3m$	x	$r \rightarrow \infty$
Κινητική ενέργεια Σ	$25 \cdot 10^{-2} J$	$10 \cdot 10^{-2} J$	$5 \cdot 10^{-2} J$	0J	-----
Δυναμική ηλεκτρική ενέργεια του Σ.	$-30 \cdot 10^{-2} J$	$-15 \cdot 10^{-2} J$	$-10 \cdot 10^{-2} J$	$-5 \cdot 10^{-2} J$	0J
Μηχανική ενέργεια του Σ	$-5 \cdot 10^{-2} J$	$-5 \cdot 10^{-2} J$	$-5 \cdot 10^{-2} J$	$-5 \cdot 10^{-2} J$	$-5 \cdot 10^{-2} J$



β) Αν το φορτισμένο σωματίδιο έφθανε στο $E(r \rightarrow \infty)$ "άπειρο" θα είχε $U_\infty = 0$, $E_\infty = -5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ και κινητική ενέργεια $K_\infty = E_\infty - U_\infty = -5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$ που προφανώς είναι άτοπο, αφού $K \geq 0$.

γ) Έστω ότι το φορτισμένο σωματίδιο φθάνει μέχρι ένα σημείο Δ που απέχει από την πηγή απόσταση x και στην οποία προφανώς μόλις μηδενίζεται η κινητική ενέργεια, ενώ η δυναμική θα είναι όσο η ολική $U_\Delta = -5 \cdot 10^{-2} \text{ J}$. Από τις σχέσεις για την δυναμική ενέργεια στο Α και Δ

γράφουμε $U_A = K_c \frac{Qq}{r} (1)$ και $U_\Delta = K_c \frac{Qq}{x} (2)$. Με διαίρεση αυτών κατά

μέλη παίρνουμε... $\frac{U_A}{U_\Delta} = \frac{x}{r} \Rightarrow \frac{U_A}{U_\Delta} = \frac{x}{r} \Rightarrow \frac{-30 \cdot 10^{-2}}{-5 \cdot 10^{-2}} = \frac{x}{r} \Rightarrow x = 6r = 0,6 \text{ m}$.

δ) $F_r = K_c \frac{|Qq|}{(3r)^2} \xrightarrow{Qq < 0} F_r = -K_c \frac{Qq}{(3r)^2} (3)$, $U_\Delta = K_c \frac{Qq}{3r} (4)$ Με διαίρεση

αυτών κατά μέλη παίρνουμε... $\frac{F_r}{U_r} = -\frac{1}{3r} \Rightarrow F_r = -\frac{U_r}{3r} \Rightarrow$

$$F_r = -\frac{-10 \cdot 10^{-2} \text{ J}}{0,3 \text{ m}} \Rightarrow F_r = \frac{1}{3} \text{ N}$$

