Δυναμικές ενέργειες και δυναμικό.

Στις κορυφές ενός ορθογωνίου ΑΒΓΔ με πλευρές (ΑΒ)=4cm και (ΒΓ)=3cm βρίσκονται τρία σημειακά φορτία q_1=0,4μC, q_2=-0,3μC και q_3=0,5μC, τοποθετημένα όπως στο σχήμα.

i) Να υπολογίσετε την δυναμική ενέργεια του συστήματος.

ii) Πόση ενέργεια απαιτείται για να μεταφέρουμε το φορτίο q_3 από την κορυφή Γ στην Δ;

iii) Με το φορτίο q_3 στην κορυφή Δ, να υπολογίσετε το δυναμικό στο κέντρο Ο του ορθογωνίου, καθώς και την ενέργεια που θα απαιτηθεί για να τοποθετήσουμε ένα άλλο σημειακό φορτίο q=-1μC στο Ο.

Δίνεται $k_c = 9\cdot 10^9\, Nm^2/C^2$

Απάντηση:

i) Από το Π.Θ. βρίσκουμε την διαγώνιο ΑΓ: $(A\Gamma) = \sqrt{(AB)^2 + (B\Gamma)^2} = \sqrt{4^2+3^2}cm = 5cm$

οπότε η δυναμική ενέργεια του συστήματος θα είναι ίση με:

$$U = k_c\frac{q_1q_2}{(AB)} + k_c\frac{q_1q_3}{(A\Gamma)} + k_c\frac{q_2q_3}{(B\Gamma)} \rightarrow$$

$$U = 9\cdot 10^9\frac{4\cdot 10^{-7}\cdot(-3\cdot 10^{-7})}{4\cdot 10^{-2}}J + 9\cdot 10^9\frac{4\cdot 10^{-7}\cdot 5\cdot 10^{-7}}{5\cdot 10^{-2}}J + 9\cdot 10^9\frac{(-3\cdot 10^{-7})\cdot 5\cdot 10^{-7}}{3\cdot 10^{-2}}J$$

$$U = -0{,}036\,J$$

ii) Όταν έρθει το φορτίο q_3 στην κορυφή Δ, το σύστημα των φορτίων, θα έχει ενέργεια:

$$U_1 = k_c\frac{q_1q_2}{(AB)} + k_c\frac{q_1q_3}{(A\Delta)} + k_c\frac{q_2q_3}{(\Gamma\Delta)} \rightarrow$$

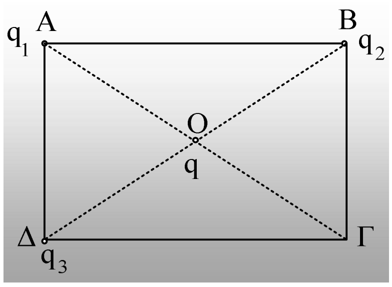
$$U_1 = 9\cdot 10^9\frac{4\cdot 10^{-7}\cdot(-3\cdot 10^{-7})}{4\cdot 10^{-2}}J + 9\cdot 10^9\frac{4\cdot 10^{-7}\cdot 5\cdot 10^{-7}}{3\cdot 10^{-2}}J + 9\cdot 10^9\frac{(-3\cdot 10^{-7})\cdot 5\cdot 10^{-7}}{5\cdot 10^{-2}}J$$

$$U_1 = 0{,}006\,J$$

Συνεπώς κατά την μετακίνηση έχουμε αύξηση της δυναμικής ενέργειας κατά:

$$\Delta U = U_1 - U = 0{,}006\,J - (-0{,}036)J = 0{,}042\,J$$

συνεπώς πρέπει να προσφερθεί εξωτερικά (με την εξάσκηση κάποιας δύναμης, η οποία θα παράγει έργο, ενέργεια ίση με 0,042J, για την μετακίνηση του φορτίου.



iii) Το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου στο Ο, είναι ίσο με το άθροισμα των δυναμικών, που θα δημιουργούσε μόνο του κάθε φορτίο:

$$V_O = k_c\frac{q_1}{(AO)} + k_c\frac{q_2}{(BO)} + k_c\frac{q_3}{(\Delta O)} = k_c\frac{q_1 + q_2 + q_3}{r}$$

Όπου r=2,5cm το μισό της διαγωνίου.

$$V_O = 9\cdot 10^9\frac{(4-3+5)\cdot 10^{-7}}{2,5\cdot 10^{-2}}V = 21,6\cdot 10^4 V = 2,16\cdot 10^5 V$$

Εξάλλου η ενέργεια που απαιτείται για την τοποθέτηση του φορτίου q στο Ο, είναι ίση με την δυναμική ενέργεια που θα αποκτήσει το φορτίο αυτό, ερχόμενο στο Ο, δηλαδή:

$$W = U_{Oq} = qV = 10^{-6}\cdot 2,16\cdot 10^5 J = 0,216 J$$

Σχόλιο:

Στις παραπάνω απαντήσεις στηριχθήκαμε στην διατήρηση της ενέργειας, για να υπολογίσουμε τις ενέργειες που απαιτούνται για μετακίνηση των φορτίων. Θα μπορούσαμε βέβαια να χρησιμοποιήσουμε το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας. Έτσι για παράδειγμα στο ii) ερώτημα, θα μπορούσαμε να βρούμε την ενέργεια που απαιτείται για την μετακίνηση, υπολογίζοντας το έργο κάποιας δύναμης που θα υποχρεωθούμε να ασκήσουμε προκειμένου να κάνουμε την μετακίνηση:

$$K_{τελ}-K_{αρχ}= W_{Fεξ}+W_{F,ηλ} \rightarrow$$

$$0-0= W_{Fεξ}+q_3(V_Γ-V_Δ) \rightarrow$$

$$W_{F,εξ} = -q_3\left(\left(k_c\frac{q_1}{(AΓ)} + k_c\frac{q_2}{(BΓ)}\right) - \left(k_c\frac{q_1}{(AΔ)} + k_c\frac{q_2}{(BΔ)}\right)\right) = \quad 0,042J$$

Ο πρώτος τρόπος, πιθανόν να φαίνεται πιο αφηρημένος και να δυσκολεύει τους μαθητές, ενώ ο δεύτερος γίνεται ευκολότερα εφαρμόσιμος, αλλά η φυσική κρύβεται στη διατήρηση της ενέργειας και αν ο μαθητής μπορεί να τον χειριστεί, θα έχει κατανοήσει νομίζω, καλύτερα την ουσία του προβλήματος.

Υλικό Φυσικής - Χημείας.
Επειδή το να μοιράζεσαι πράγματα, είναι καλό για όλους....

Επιμέλεια

Διονύσης Μάργαρης