ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ -ΔΥΝΑΜΙΚΟ - ΕΡΓΟ

7. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΔΥΟ ΦΟΡΤΙΩΝ

Βήμα 1: σχεδιάζουμε τα δυο φορτία που δημιουργούν το πεδίο Coulomb την μεταξύ τους απόσταση

Βήμα 2: γράφουμε την σχέση ου δίνει την δυναμική ενέργεια στο σημείο αυτό **$U_{(A)}$=** $\frac{kQ_1Q_2}{r}$

Προσοχή : <u>στον τύπο της δυναμικής ενέργειας τα φορτία μπαίνουν με το πρόσημο τους !!!</u>

Βήμα 3: επιλύουμε τον τύπο ως προς τον άγνωστο που ζητά η άσκηση

Βήμα 4: κάνουμε αριθμητική αντικατάσταση και λύνουμε την σχέση

8. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ πολλών ΦΟΡΤΙΩΝ

Βήμα 1: σχεδιάζουμε τα φορτία που δημιουργούν το πεδίο Coulomb την μεταξύ τους απόσταση

Βήμα 2: γράφουμε την σχέση ου δίνει την δυναμική ενέργεια στο σημείο αυτό **$U_{(A)1}$=** $\frac{kQ_1Q_2}{r_1}$

Ο τύπος αυτός ισχύει μόνο για δυο φορτία , για αυτό αν έχω περισσότερα από δυο φορτία γράφω τον τύπο κάνοντας συνδυασμούς των φορτίων ανά δύο π.χ αν έχουμε τρία φορτία τότε 1

$U_{(A)1}$= $\frac{kQ_1Q_2}{r_1}$ Και $U_{(A)2}$= $\frac{kQ_3Q_2}{r_2}$ και $U_{(A)3}$= $\frac{kQ_1Q_3}{r_3}$

Βήμα 3: Η ολική δυναμική ενέργεια στο σημείο Α είναι απλά το αριθμητικό άθροισμα των παραπάνω σχέσεων δηλαδή : $U_{(A)} = \mathbf{U_{(A)1}} + U_{(A)2} + U_{(A)3}$

9. Σχέση έργου – δυναμικής ενέργειας

Δυναμική ενέργεια στο άπειρο **$U_\infty=0$**

Δυναμική ενέργεια σε ένα σημείο - έργο : **$U_{(A)}= W_{A\to\infty}$**

Έργο για την μετακίνηση φορτίου q από ένα σημείο του πεδίου Α σε ένα άλλο σημείο Γ **$U_{(A)}- U_{(\Gamma)}= W_{A\to\Gamma}$**

Αν το έργο W>0 παράγεται έργο για την μετακίνηση του φορτίου

Αν το έργο W<0 καταναλώνεται έργο για την μετακίνηση του φορτίου

10. ΔΥΝΑΜΙΚΟ

Βήμα 1: σχεδιάζουμε το φορτίο και σημειώνουμε το σημείο στο οποίο θα υπολογίσουμε το δυναμικό και την μεταξύ τους απόσταση

Βήμα 2: γράφουμε τον τύπο του δυναμικού του ηλεκτρικού πεδίου **V_A=** $\frac{kQ}{r}$

Βήμα 3: επιλύουμε τον τύπο ως προς τον άγνωστο που ζητά η άσκηση

Βήμα 4: κάνουμε αριθμητική αντικατάσταση και λύνουμε την σχέση
Προσοχή : στον τύπο του δυναμικού τα φορτία μπαίνουν με το πρόσημο τους !!!

11. Σχέση δυναμικού – Δυναμικές ενέργειας

Αν γνωρίζουμε το δυναμικό σε ένα σημείο του πεδίου μπορούμε να υπολογίσουμε και την δυναμική του ενέργεια του σημείου αυτού από την σχέση

V_A= $\frac{U_A}{q}$ και το αντίστροφο

12. δυναμικό πεδίου που οφείλεται σε πολλά φορτία

Βήμα 1: σχεδιάζουμε τα φορτία που δημιουργούν το πεδίο Coulomb την μεταξύ τους απόσταση
Βήμα 2: γράφουμε την σχέση ου δίνει το δυναμικό στο σημείο αυτό από το κάθε φορτίο ξεχωριστά π.χ **V_{A1}=** $\frac{kQ}{r}$

Και $V_{(A)2}$= $\frac{kQ_2}{r_2}$ και $V_{(A)3}$= $\frac{k_1Q_3}{r_3}$

Βήμα 3: το ολικό δυναμικό στο σημείο Α είναι απλά το αριθμητικό άθροισμα των παραπάνω σχέσεων δηλαδή : $V_{(A)} = V_{(A)1} + V_{(A)2} + V_{(A)3}$

13. προσδιορισμός σημείου στο οποίο ισχύει ΣV=0

Βήμα 1: σχεδιάζουμε τα δυο φορτία που δημιουργούν το πεδίο Coulomb την μεταξύ τους απόσταση
Βήμα 2: θεωρούμε ότι το σημείο που μας ενδιαφέρει βρίσκεται σε ένα σημείο που απέχει αποστάση χ και r-x από τα άλλα φορτία
Βήμα 3: υπολογίζουμε το δυναμικό χωριστά από τον τύπο του δυναμικού
Π.χ **V_{A1}=** $\frac{kQ}{r}$ και $V_{(A)2}$= $\frac{kQ_2}{r-x}$
Τα δυο φορτία θα πρέπει να έχουν αντίθετα πρόσημα για να ισχύσει ΣV=0
Βήμα 4: θα ισχύει

$$\Sigma V = 0 \rightarrow V_1 - V_2 = 0 \rightarrow V_1 = V_2 \rightarrow \frac{kQ}{r} = \frac{kQ_2}{r-x}$$

Βήμα 5: κάνω απλοποιήσεις ,
Βήμα 6:, κάνω χιαστί και λύνω ως προς τον άγνωστο x

14.. Σχέση έργου – δυναμικού

Δυναμικό στο άπειρο **V_∞=0**

Δυναμικό σε ένα σημείο - έργο : **V_A= $\frac{W_{A\rightarrow\infty}}{q}$**

Έργο για την μετακίνηση φορτίου q από ένα σημείο του πεδίου Α σε ένα άλλο σημείο Γ **$W_{A \to \Gamma} = q.(V_A - V_\Gamma)$**

Αν το έργο W>0 παράγεται έργο για την μετακίνηση του φορτίου
Αν το έργο W<0 καταναλώνεται έργο για την μετακίνηση του φορτίου

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Δυο σημειακά ηλεκτρικά φορτία Q_1=+2 μ C και Q_2=-8μ C βρίσκονται στα άκρα ενός ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ μήκους (ΑΒ)=6cm .
Α) Να βρείτε την δυναμική ενέργεια του συστήματος των δυο φορτίων
Β) να βρείτε σε ποιο σημείο της ευθείας που περνά από τα Α κα Β η ολική ένταση του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα δυο φορτία είναι μηδέν (σημείο Μ) και να βρείτε το δυναμικό στο σημείο αυτό
Γ) σε ποιο σημείο Γ του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ το δυναμικό του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργούν τα δυο φορτία είναι ίσο με το μηδέν
Δ) να υπολογίσετε το έργο που απαιτείται για την μετακίνηση φορτίου q= +4μ C από το μέσο Μ στο άπειρο
Ε) να υπολογίσετε το έργο που απαιτείται για την μετακίνηση φορτίου q= +4μ C από το σημείο Μ στο μέσο Ν του ευθύγραμμου τμήματος ΑΒ
Δίνεται η σταθερά $k=9.10^9$ $N.m^2/C^2$

ΑΠΑΝΤΗΣΗ

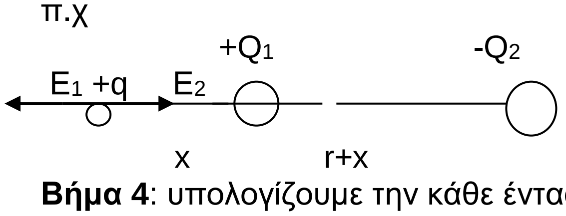
Δεδομένα : Q_1=+2 μ C = 2.10^{-6} C
Q_2=-8μ C =- 8. 10^{-6} C
q= +4μ C=4. 10^{-6} C
r=(ΑΒ)= 6cm =6.10^{-2} C
$k=9.10^9$ $N.m^2/C^2$

α) γράφουμε την σχέση ου δίνει την δυναμική ενέργεια στο σημείο αυτό

$$U_{(A)} = \frac{kQ_1Q_2}{r} = \frac{9.10^9 2.10^{-6}(-8.10^{-6})}{6.10^{-2}} = \frac{-9.2.8}{6}\,\frac{10^9 10^{-6} 10^{-6}}{10^{-2}} = \frac{24}{1}\,10^{9-6-6-(-2)} =$$

24.10^{-1} = 0,24J

Βήμα 1: σχεδιάζουμε τα δυο φορτία που δημιουργούν το πεδίο Coulomb
Β)
την μεταξύ τους απόσταση και το φορτίο q που θα δεχθεί την δύναμη
Βήμα 2: **<u>θεωρούμε ότι το φορτίο που μας ενδιαφέρει βρίσκεται σε ένα σημείο που απέχει αποστάση χ από το μικρότερο φορτίο κατά απόλυτη τιμή και r+x από το άλλο φορτίο</u>**
Βήμα 3: σχεδιάζουμε την ένταση που ασκεί κάθε φορτίο Q στο φορτίο q π.χ



Βήμα 4: υπολογίζουμε την κάθε ένταση χωριστά από τον τύπο της έντασης

Π.χ **E₁=**$\frac{k|Q_1|}{x^2}$ και **E₂=**$\frac{k|Q_3|}{(r-x)^2}$

(προσοχή το σχήμα μπορεί να αλλάξει αν τα πρόσημα των φορτίων αλλάξουν)

Βήμα 5: οι εντάσεις έχουν αντίθετη φορά οπότε

ΣΕ= 0 →E_1 -E_2 =0 → E_1 =E_2 → $\frac{k|Q_1|}{x^2} = \frac{k|Q_2|}{(r+x)^2} \Leftrightarrow$

Βήμα 6: κάνω απλοποιήσεις , και γράφω ότι απομένει ως τετράγωνο κάποιου αριθμού $\frac{Q_1}{x^2} = \frac{Q_2}{(r+x)^2} \Leftrightarrow \frac{2.10^{-6}}{x^2} = \frac{8.10^{-6}}{(6+x)^2} \Leftrightarrow \frac{2.}{x^2} = \frac{8.}{(6+x)^2}$

$\Leftrightarrow \frac{1.}{x^2} = \frac{4}{(6+x)^2} \Leftrightarrow \frac{1^2.}{x^2} = \frac{2^2}{(6+x)^2}$

Βήμα 7: διώχνω τα τετράγωνα , κάνω χιαστί και λύνω ως προς τον άγνωστο x

$\Leftrightarrow \frac{1\,.}{x} = \frac{2}{(6+x)} \Leftrightarrow$ 6+χ =2χ $\Leftrightarrow$ 6= -χ+2χ $\Leftrightarrow$ χ=6 $\Leftrightarrow$ χ=6cm

Τότε

Βήμα 2: γράφουμε την σχέση ου δίνει το δυναμικό στο σημείο αυτό από το κάθε φορτίο ξεχωριστά π.χ

$V_{M1}=\frac{kQ_1}{x} \Leftrightarrow V_{M1}=\frac{9.10^9 2.10^{-6}}{6.10^{-2}} \Leftrightarrow V_{M1}=\frac{9.2.10^{9-6-(2)}}{6.} \Leftrightarrow V_{M1}= 3.10^5$ V$\Leftrightarrow$

Και $V_{(M)2}=\frac{kQ_2}{r+x} \Leftrightarrow V_{M2}=\frac{9.10^9(-8).10^{-6}}{12.10^{-2}} \Leftrightarrow V_{M1}=\frac{-72.10^{9-6-(2)}}{12} \Leftrightarrow$

$V_{M1}= -6.10^5$ V$\Leftrightarrow$

Βήμα 3: το ολικό δυναμικό στο σημείο Α είναι απλά το αριθμητικό άθροισμα των παραπάνω σχέσεων δηλαδή :

$V_{(M)} = V_{(M)1} + V_{(M)2} = 3.10^5 - 6.10^5 = -3.10^5$ V

Γ)

Βήμα 1: σχεδιάζουμε τα δυο φορτία που δημιουργούν το πεδίο Coulomb την μεταξύ τους απόσταση

Βήμα 2: θεωρούμε ότι το σημείο που μας ενδιαφέρει βρίσκεται σε ένα σημείο που απέχει αποστάση χ και r-x από τα άλλα φορτία

Βήμα 3: υπολογίζουμε το δυναμικό χωριστά από τον τύπο του δυναμικού

Π.χ **V_{A1}=**$\frac{kQ}{r}$ και **$V_{(A)2}$=** $\frac{kQ_2}{r-x}$

Τα δυο φορτία θα πρέπει να έχουν αντίθετα πρόσημα για να ισχύσει ΣV=0

Βήμα 4: θα ισχύει

ΣV= 0 $\rightarrow$V$_1$ -V$_2$ =0 $\rightarrow$ V$_1$ =V$_2$ $\rightarrow$ $\frac{kQ}{r} = \frac{kQ_2}{r-x}$

Βήμα 5: κάνω απλοποιήσεις ,

$\frac{Q_1}{x} = \frac{Q_2}{(r-x)} \Leftrightarrow \frac{2.10^{-6}}{x} = \frac{8.10^{-6}}{(6-x)} \Leftrightarrow \frac{2.}{x} = \frac{8.}{(6-x)} \Leftrightarrow \frac{1.}{x} = \frac{4}{(6-x)} \Leftrightarrow$

$\Leftrightarrow \frac{1\,.}{x} = \frac{4}{(6-x)}$

Βήμα 6:, κάνω χιαστί και λύνω ως προς τον άγνωστο x

$\Leftrightarrow$ 6-χ =4χ $\Leftrightarrow$ 6= χ+4χ $\Leftrightarrow$ 5χ=6 $\Leftrightarrow$ χ=1,2cm

Δ) Έργο για την μετακίνηση φορτίου q από ένα σημείο του πεδίου Μ στο άπειρο

$W_{M\rightarrow\infty}$= q.(V_M-V_∞)= 4.10^{-6} (-3. 10^5 -0) = -3.4 .10^{-6+5}= -12.10^{-1} =-1,2J

Ε)

Βήμα 2: γράφουμε την σχέση ου δίνει το δυναμικό στο σημείο αυτό από το κάθε φορτίο ξεχωριστά π.χ

V_{N1}=$\frac{kQ_1}{x} \Leftrightarrow$ V_{M1}=$\frac{9.10^9 2.10^{-6}}{3.10^{-2}} \Leftrightarrow$ V_{M1}=$\frac{9.2.10^{9-6-(2)}}{3.} \Leftrightarrow$ V_{M1}= 6.10^5 V$\Leftrightarrow$

Και $V_{(M)2}$= $\frac{kQ_2}{x} \Leftrightarrow$ V_{M2}=$\frac{9.10^9(-8).10^{-6}}{3.10^{-2}} \Leftrightarrow$ V_{M1}=$\frac{-72.10^{9-6-(2)}}{3} \Leftrightarrow$

V_{M1}= -24.10^5 V$\Leftrightarrow$

Βήμα 3: το ολικό δυναμικό στο σημείο Α είναι απλά το αριθμητικό άθροισμα των παραπάνω σχέσεων δηλαδή :

$V_{(M)}$ = $V_{(M)1}$ + $V_{(M)2}$ =24.10^5 -6.10^5 = 18.10^5 V

Έργο για την μετακίνηση φορτίου q από ένα σημείο του πεδίου Μ στο σημείο Ν

$W_{M\rightarrow N}$= q.(V_M-V_N)= 4.10^{-6} (-3. 10^5 -18. 10^5) = -21.4 .10^{-6+5}= -84.10^{-1} =-8,4J