

## ΚΙΝΗΣΕΙΣ ΦΟΡΤΙΩΝ ΜΕΣΑ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΠΕΔΙΟ

### Μεθοδολογία ασκήσεων

#### 1. Ηλεκτρική δυναμική ενέργεια συστήματος φορτίων

Στις ασκήσεις αυτού του είδους, δίνεται ένας αριθμός ηλεκτρικών φορτίων στις κορυφές ενός γεωμετρικού σχήματος (συνήθως τριγώνου ή τετραγώνου) και ζητείται η ηλεκτρική δυναμική ενέργεια του συστήματος των φορτίων

#### A' ΤΡΟΠΟΣ

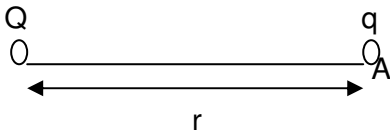
Υπολογίζουμε τις δυναμικές ενέργειες των φορτίων ανά δύο και τις προσθέτουμε.

Θυμίζουμε ότι η Δυναμική Ενέργεια συστήματος φορτίων  $Q, q$  που απέχουν απόσταση  $r$  μεταξύ τους, είναι  $U = \frac{kQq}{r}$

#### B' ΤΡΟΠΟΣ

«Διαλύουμε» το σύστημα των φορτίων στέλνοντάς τα ένα – ένα στο άπειρο και υπολογίζοντας το συνολικό έργο των δυνάμεων του ηλεκτρικού πεδίου για τη μετάβαση των φορτίων στο άπειρο.

Θυμίζουμε:



Έργο δύναμης πεδίου για μετάβαση του φορτίου  $q$  από το  $A$  στο άπειρο ( $\infty$ )

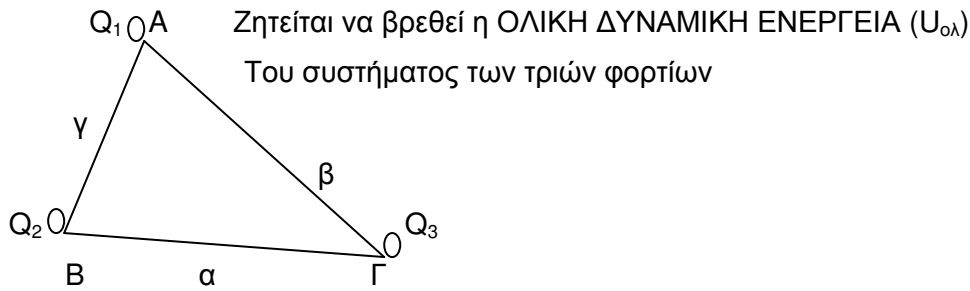
$$W_{\text{Fηλ}}(A \rightarrow \infty) = q(V_A - V_{\infty})$$

$$\text{Αλλά } V_A = \frac{kQ}{r} \text{ και } V_{\infty} = 0$$

$$\text{Άρα } W_{\text{Fηλ}}(A \rightarrow \infty) = qV_A = \frac{kQq}{r} = U_A \text{ (Δυναμική ενέργεια φορτίου } q \text{ στη θέση } A)$$

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι το έργο της δύναμης του ηλεκτρικού πεδίου κατά τη μετάβαση των φορτίων από τις θέσεις τους στο άπειρο, ισούται με τη **δυναμική ενέργεια του συστήματος των φορτίων**

## ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ



### Α' ΤΡΟΠΟΣ

Υπολογίζω τη δυναμική ενέργεια κάθε ζεύγους φορτίων χωριστά

A) Φορτία  $Q_1, Q_2$  :  $U_{12} = \frac{kQ_1Q_2}{\gamma}$     B) Φορτία  $Q_1, Q_3$  :  $U_{13} = \frac{kQ_1Q_3}{\beta}$

Γ) Φορτία  $Q_2, Q_3$  :  $U_{23} = \frac{kQ_2Q_3}{a}$

Προσοχή! Κάθε ζεύγος φορτίων, το παίρνουμε *μόνο μία φορά*

$$U_{ολ} = U_{12} + U_{13} + U_{23} = \frac{kQ_1Q_2}{\gamma} + \frac{kQ_1Q_3}{\beta} + \frac{kQ_2Q_3}{a}$$

### Β' ΤΡΟΠΟΣ

Μεταφέρω διαδοχικά τα φορτία από τις θέσεις τους στο άπειρο

A) Φορτίο  $Q_1$  : Έργο δύναμης πεδίου για τη μεταφορά του από το A στο άπειρο :  $W_1$

$$W_1 = Q_1(V_A - V_{\infty}) \quad (1)$$

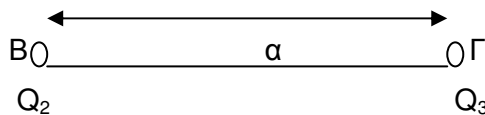
Το σημείο A, βρίσκεται μέσα σε δύο ηλεκτρικά πεδία των φορτίων  $Q_2, Q_3$

Αυτό σημαίνει ότι το δυναμικό του ( $V_A$ ) θα είναι το άθροισμα των δύο δυναμικών  $V_{A2}$  και  $V_{A3}$  που οφείλονται στα  $Q_2, Q_3$ .

$$V_A = V_{A2} + V_{A3} = \frac{k Q_2}{\gamma} + \frac{k Q_3}{\beta} \quad (2)$$

Αντικαθιστούμε την (2) στην (1) και βρίσκουμε το  $W_1$

B) Φορτίο  $Q_2$  : Τώρα έχουν μείνει τα  $Q_2, Q_3$  .



Έργο δύναμης πεδίου για τη μεταφορά του  $Q_2$  από το A στο άπειρο :  $W_2$

$$W_2 = Q_2(V_B - V_{\infty}) \quad (3)$$

$$V_B = \frac{k Q_3}{a} \quad (4)$$

Αντικαθιστούμε την (4) στην (3) και βρίσκουμε το  $W_2$

**$W_{ολ} = W_1 + W_2 =$  ολική δυναμική ενέργεια του συστήματος των τριών φορτίων**

(Το  $Q_3$  δε χρειάζεται να μεταφερθεί, είναι ήδη σε άπειρη απόσταση από τα άλλα δύο)