

Η δυναμική ηλεκτρική ενέργεια δυο ή περισσότερων φορτίων



Το σύστημα δύο σημειακών φορτίων που απέχουν μεταξύ τους απόσταση r **έχει/κατέχει** δυναμική ηλεκτρική ενέργεια.

Αυτή την ενέργεια απέκτησε το σύστημα, όταν δημιουργήθηκε.

Εξίσωση υπολογισμού δυναμικής ηλεκτρικής ενέργειας :
$$U = K \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r} \quad (1)$$

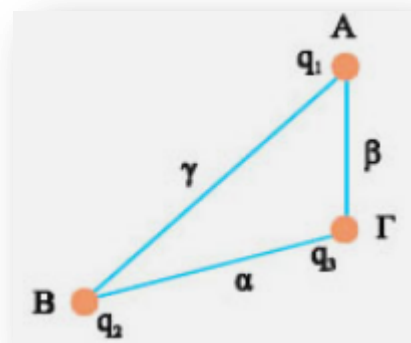
Στην εξίσωση (1) τα φορτία αντικαθίστανται με το πρόσημό τους. Έτσι η δυναμική ενέργεια μπορεί να είναι θετική ή αρνητική.

- Θετική δυναμική ενέργεια : Τα φορτία απωθούνται –ως ομώνυμα- μεταξύ τους και επομένως για να μεταφερθούν τα φορτία από πολύ μακριά και να πλησιάσουν σε απόσταση r πρέπει να προσφερθεί έργο στο σύστημα. Αυτό το έργο αποθηκεύεται υπό μορφή U στο σύστημα.
- Αντίθετα, αν τα φορτία είναι ετερόνυμα έλκονται και επομένως απαιτείται να δοθεί έργο για να απομακρυνθούν σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους. Να γιατί το άτομο του Η αποτελείται από ένα πρωτόνιο και ένα ηλεκτρόνιο απαιτεί ενέργεια για να ιονιστεί.

Σε περίπτωση που έχουμε τρία σημειακά φορτία να συγκροτούν σύστημα, η δυναμική ηλεκτρική ενέργεια αποτελείται από το αλγεβρικά άθροισμα των δυναμικών ενεργειών όλων των δυνατών ζευγαριών φορτίου.

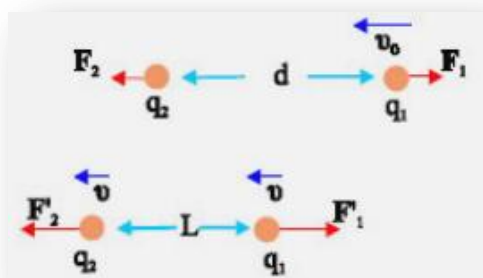
Ώστε...

$$U = K_c \frac{q_1 q_2}{\gamma} + K_c \frac{q_1 q_3}{\beta} + K_c \frac{q_2 q_3}{\alpha}$$



Ας δούμε μια άσκηση για να κατανοήσουμε ποια είναι η σημασία της εξίσωσης προσδιορισμού δυναμικής ηλεκτρικής ενέργειας.

5.6 Σφαιρίδιο μάζας $m_1 = 22 \times 10^{-5} \text{ kg}$ φορτισμένο με θετικό φορτίο $q_1 = 11 \times 10^{-7} \text{ C}$ βάλλεται με αρχική ταχύτητα $u_o = 30 \text{ m/s}$ προς δεύτερο σφαιρίδιο με μάζα $m_2 = 2m_1$ και φορτίο $q_2 = 2q_1$ που είναι αρχικά ακίνητο σε απόσταση $d = 2m$ από το πρώτο. Αν τα σφαιρίδια βρίσκονται πάνω σε οριζόντιο, λείο και μονωτικό δάπεδο να βρεθεί η ελάχιστη απόσταση L στην οποία θα πλησιάσουν. Δίνεται $K_c = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 / \text{C}^2$.



Θέλουμε εξισώσεις μελέτης συστήματος.

Α.Δ.Ο. το σύστημα είναι μονωμένο στο οριζόντιο επίπεδο και εσαεί.

$$\begin{aligned} m_1 \cdot \vec{u}_0 + 0 &= m_1 \cdot \vec{u} + m_2 \cdot \vec{u} \rightarrow \text{Άλγεβρα} \rightarrow m_1 \cdot u_o = \\ &= m_1 \cdot u + 2m_1 \cdot u \rightarrow u_o = 3u \quad (1)^* \end{aligned}$$

(*) Οι δυνάμεις ανάμεσα στα σφαιρίδια είναι απωστικές. Έτσι το σώμα μάζας m_1 επιβραδύνεται και το σώμα μάζας m_2 επιταχύνεται. Όσο η ταχύτητα του m_1 είναι μεγαλύτερη της ταχύτητας του m_2 η απόσταση μεταξύ των σωμάτων μικραίνει. Κάποια στιγμή οι ταχύτητές τους θα γίνουν ίσες και στη συνέχεια η ταχύτητα του m_1 θα γίνει μεγαλύτερη από την ταχύτητα του m_2 (τότε η απόσταση μεταξύ τους θα μεγαλώνει).

Τα σώματα θα βρεθούν στην ελάχιστη δυνατή απόσταση μεταξύ τους τη στιγμή κατά την οποία οι ταχύτητές τους θα εξισωθούν $v_1 = v_2 = v$.

Α.Δ.Μ.Ε. διότι μεταξύ των φορτίων αναπτύσσονται συντηρητικές δυνάμεις *Coulomb* και μόνο σε αυτές αντιστοιχούν έργα.

$$K_{\text{αρχ.}} + U_{\text{αρχ.}} = K_{\text{τελ.}} + U_{\text{τελ.}}$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} m_1 v_0^2 + K_c \frac{q_1 q_2}{d} &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + K_c \frac{q_1 q_2}{L} \\ \frac{1}{2} m_1 v_0^2 + K_c \frac{2q_1^2}{d} &= \frac{3}{2} m_1 v^2 + K_c \frac{2q_1^2}{L} \end{aligned} \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) προκύπτει ότι

$$L = \frac{6 d K_c q_1^2}{d m_1 v_0^2 + 6 K_c q_1^2} = 0,28 \text{ m}$$

Να λοιπόν ποια η χρησιμότητα της ηλεκτρικής δυναμικής ενέργειας. Μπορείς να γράψεις ΑΔΜΕ και ΑΔΕ.

ΣΗΜΑΝΤΙΚΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ : Όταν δυο ή περισσότερα φορτία αλληλεπιδρούν και ταυτόχρονα κινούνται λόγω αμοιβαίας έλξης ή άπωσης, **ΔΕΝ ΕΠΙΤΡΕΠΕΤΑΙ** να χρησιμοποιήσετε το ΘΜΚΕ, επειδή οι αλλαγές θέσης λόγω κίνησης μεταβάλλει τις δυνάμεις, ώστε να είναι αδύνατον να υπολογίσετε τα έργα.