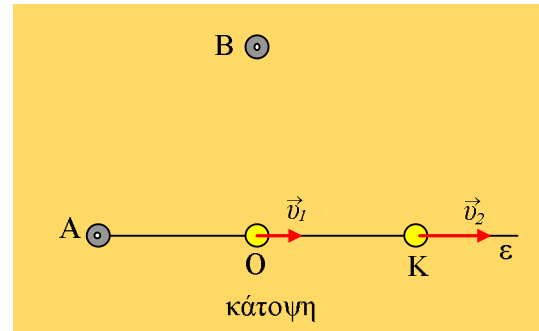


Η κίνηση μιας φορτισμένης σφαίρας

Σε λείο μονωτικό οριζόντιο επίπεδο έχουν στερεωθεί δύο μικρές μεταλλικές σφαίρες Α και Β. Μια τρίτη μικρή σφαίρα Γ, μάζας $m=0,02\text{kg}$ που φέρει φορτίο $q=1\mu\text{C}$ κινείται ελεύθερα και ευθύγραμμα όπως στο σχήμα, πάνω στην ευθεία ϵ , περνώντας από δύο θέσεις Ο και Κ με ταχύτητες μέτρων $v_1=4\text{m/s}$ και $v_2=6\text{m/s}$.



i) Ποια πρόταση είναι σωστή:

- α) Μόνο η σφαίρα Α είναι φορτισμένη.
- β) Μόνο η σφαίρα Β είναι φορτισμένη.
- γ) Και οι δυο σφαίρες Α και Β φέρουν φορτία.
- δ) Καμιά από τις σφαίρες Α και Β δεν είναι φορτισμένη.

Να δικαιολογήσετε την επιλογή σας, καθορίζοντας και το είδος του φορτίου που έχει κάθε σφαίρα (αν έχει...).

ii) Να σχεδιάσετε στο σχήμα το διάνυσμα της επιτάχυνσης της σφαίρας Γ στη θέση Ο. Αν το μέτρο της επιτάχυνσης αυτής είναι a_1 , τότε φτάνοντας στη θέση Κ θα έχει επιτάχυνση μέτρου:

- α) $a_2 < a_1$, β) $a_2 = a_1$, γ) $a_2 > a_1$.

Να δικαιολογήσετε την απάντησή σας.

iii) Να υπολογιστεί η κινητική ενέργεια της σφαίρας Γ στις θέσεις Ο και Κ, καθώς και το έργο της δύναμης από το ηλεκτρικό πεδίο, από το Ο στο Κ.

iv) Να βρεθεί η διαφορά δυναμικού V_{OK} μεταξύ των θέσεων Ο και Κ.

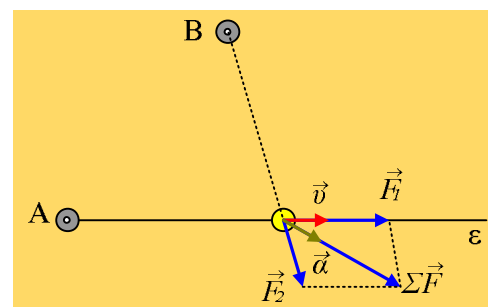
v) Αν $(AO)=(OK)=4,5\text{cm}$, να υπολογιστεί το φορτίο της σφαίρας Α.

Δίνεται $k=9 \cdot 10^9 \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$.

Απάντηση:

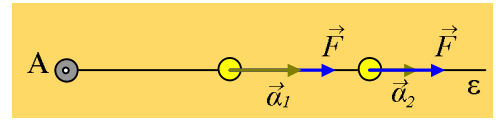
i) Η σφαίρα Γ κινείται ευθύγραμμα πάνω στην ευθεία ϵ οπότε αν δέχεται δύναμη θα έχει την διεύθυνση της ευθείας αυτής. Πράγμα που σημαίνει ότι η σφαίρα Β δεν της ασκεί κάποια ηλεκτρική δύναμη, όπως αυτή που έχει σημειωθεί στο διπλανό σχήμα, αφού αν υπήρχε τέτοια δύναμη, η Γ δεν θα εκινείτο πάνω στην ευθεία ϵ , μιας και θα αποκτούσε επιτάχυνση a , όπως στο σχήμα. Όμως το μέτρο της ταχύτητας αυξάνεται, άρα θα

δέχεται δύναμη από την σφαίρα Α, την F_1 με κατεύθυνση όπως στο σχήμα, για να μπορεί να επιταχύνεται προς τα δεξιά. Για να συμβαίνει αυτό πρέπει η σφαίρα Α να φέρει **θετικό** φορτίο Q_1 .



Σωστή η α) εκδοχή.

- ii) Η σφαίρα Γ επιταχύνεται, εξαιτίας της απωστικής δύναμης Coulomb F, προς τα δεξιά, κινούμενη πάνω στην ευθεία ε, όπως στο διπλανό σχήμα. Για το μέτρο της επιτάχυνσης έχουμε:



$$\Sigma F = ma \rightarrow k \frac{Q_1 q}{r^2} = ma \rightarrow a = k \frac{Q_1 q}{mr^2}$$

Βλέπουμε δηλαδή το μέτρο της επιτάχυνσης να είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της απόστασης της σφαίρας Γ, από την σφαίρα Α. Αλλά τότε καθώς απομακρύνεται από αυτήν η επιτάχυνσή της μειώνεται και σωστή είναι η επιλογή α) $a_2 < a_1$.

- iii) Για την κινητική ενέργεια της σφαίρας στις θέσεις Ο και Κ, έχουμε:

$$K_O = \frac{1}{2} m v_1^2 = \frac{1}{2} 0,02 \cdot 4^2 J = 0,16 J$$

$$K_K = \frac{1}{2} m v_2^2 = \frac{1}{2} 0,02 \cdot 6^2 J = 0,36 J$$

Κατά την κίνηση από το Ο στο Κ, η μόνη δύναμη που παράγει έργο είναι η δύναμη Coulomb οπότε εφαρμόζοντας το θεώρημα μεταβολής της κινητικής ενέργειας από το Ο στο Κ, για τη σφαίρα Γ, παίρνουμε:

$$K_K - K_O = W_{F_c} \rightarrow$$

$$W_{O \rightarrow K} = K_K - K_O = 0,36 J - 0,16 J = 0,20 J$$

- iv) Για την διαφορά δυναμικού μεταξύ Ο και Κ έχουμε:

$$V_{OK} = \frac{W_{O \rightarrow K}}{q} = \frac{0,2 J}{1 \cdot 10^{-6} C} = 2 \cdot 10^5 V$$

- v) Αν r η απόσταση (ΑΟ), για την παραπάνω διαφορά δυναμικού μεταξύ των σημείων Ο και Κ ισχύει:

$$V_{OK} = V_O - V_K = k \frac{Q_1}{r} - k \frac{Q_1}{r+d} = k \frac{Q_1}{r} - k \frac{Q_1}{2r} = k \frac{Q_1}{2r} \rightarrow$$

$$Q_1 = \frac{2r V_{OK}}{k} = \frac{2 \cdot 4,5 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^5}{9 \cdot 10^9} C = 2 \cdot 10^{-6} C = 2 \mu C$$

dmargaris@gmail.com